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.v21i1.8408

Simulação computacional aplicada ao desempenho térmico de revestimentos argamassados: uma revisão sistemática

Computational simulation applied to the thermal performance of mortar coatings: a systematic review

Luiza Moura Sá Teles
Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | luiza-sateles@hotmail.com
Cláudio Henrique de Almeida Feitosa Pereira
Universidade de Brasília | Brasília | Brasil | claudiopereira@unb.br

Resumo

A crescente demanda por eficiência energética nas edificações tem impulsionado o uso de ferramentas computacionais na análise de sistemas construtivos. Este estudo realiza uma revisão sistemática da literatura sobre a simulação computacional na avaliação do desempenho térmico de revestimentos argamassados, com o objetivo de analisar o estado da arte e identificar principais softwares, tipos de argamassas investigadas, lacunas e perspectivas de pesquisa. A metodologia baseou-se no protocolo PRISMA, com buscas na base Scopus (2016-2026). De 190 documentos iniciais, foram selecionados 22 artigos de periódicos. Os resultados indicam a predominância dos softwares EnergyPlus e TRNSYS para análises em escala de edificação, enquanto WUFI e COMSOL destacam-se em abordagens higrotérmicas e microestruturais. Verifica-se que a simulação é eficaz para avaliar o desempenho térmico, evidenciando a redução da condutividade térmica dos materiais e da transmitância dos sistemas. Como contribuição, o estudo sistematiza o conhecimento e identifica lacunas relevantes, além de reforçar o papel da simulação no atendimento aos requisitos da ABNT NBR 15575 para avaliação de desempenho térmico.

Palavras-chave: Simulação computacional. Revestimento argamassado. Desempenho térmico.

Abstract

The growing demand for energy efficiency in buildings has driven the use of computational tools in the analysis of constructive systems. This study conducts a systematic literature review on computer simulation for evaluating the thermal performance of mortar coatings, aiming to analyze the state of the art and identify the main software, types of mortars investigated, research gaps, and future perspectives. The methodology was based on the PRISMA protocol, with searches in the Scopus database (2016-2026). From an initial 190 documents, 22 articles were selected. The results indicate a predominance of EnergyPlus and TRNSYS software for building-scale analysis, while WUFI and COMSOL stand out in hygrothermal and microstructural approaches. It is found that simulation is effective for evaluating thermal performance, demonstrating a reduction in material thermal conductivity and system transmittance. As a contribution, this study systematizes existing knowledge and identifies relevant gaps, besides reinforcing the role of simulation in meeting ABNT NBR 15575 requirements for thermal performance evaluation.

Keywords: Computer simulation. Mortar coating. Thermal performance.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por eficiência energética na construção civil tem intensificado o desenvolvimento de estratégias voltadas à melhoria do desempenho térmico das edificações, especialmente considerando que esse setor é responsável por aproximadamente 32% do consumo global de energia [1]. Nesse contexto, destaca-se a relevância da otimização das propriedades térmicas dos materiais e componentes construtivos, com vistas à redução do consumo energético e à melhoria do conforto térmico [2].

A envoltória, exposta diretamente às condições ambientais, desempenha papel fundamental nos processos de transferência de calor entre os ambientes interno e externo. Dentre seus componentes, os revestimentos argamassados destacam-se por constituírem parcela significativa das superfícies de vedação, uso predominante nas edificações brasileiras e ampla variabilidade composicional, que gera propriedades termofísicas distintas difíceis de generalizar. Essas propriedades impactam a transmitância térmica das vedações influenciando o desempenho térmico geral [2][3][4].

Tradicionalmente tratados como camadas de mero acabamento estético, esses revestimentos atuam, na realidade, como a primeira barreira de proteção térmica e higrotérmica da envoltória predial. Contudo, a avaliação de seu desempenho não deve ser realizada isoladamente, pois o comportamento térmico de uma fachada revestida não é linear e resulta do acoplamento dinâmico entre a radiação solar incidente, a absorção de umidade e a inércia térmica do conjunto [4][5].

A norma ABNT NBR 15575:2025 recomenda a simulação computacional na avaliação do desempenho térmico de sistemas de vedação. Essa abordagem tem se consolidado devido à capacidade de representar fenômenos físicos detalhadamente, reduzir custos experimentais e permitir a análise de múltiplos cenários [6][7]. No âmbito do revestimento argamassado, métodos de cálculo simplificados falham em capturar as interações multifísicas complexas em escala de componente.

Adicionalmente, a norma não estabelece diretrizes detalhadas para a modelagem específica dessas camadas superficiais, gerando elevada variabilidade nos métodos, softwares e parâmetros adotados na literatura. Essa lacuna normativa dificulta a comparação de resultados e validações experimentais, tornando imperativa a sistematização do conhecimento sobre como a simulação computacional vem sendo operada para modelar esses revestimentos e prever o impacto real na envoltória [7][8][9].

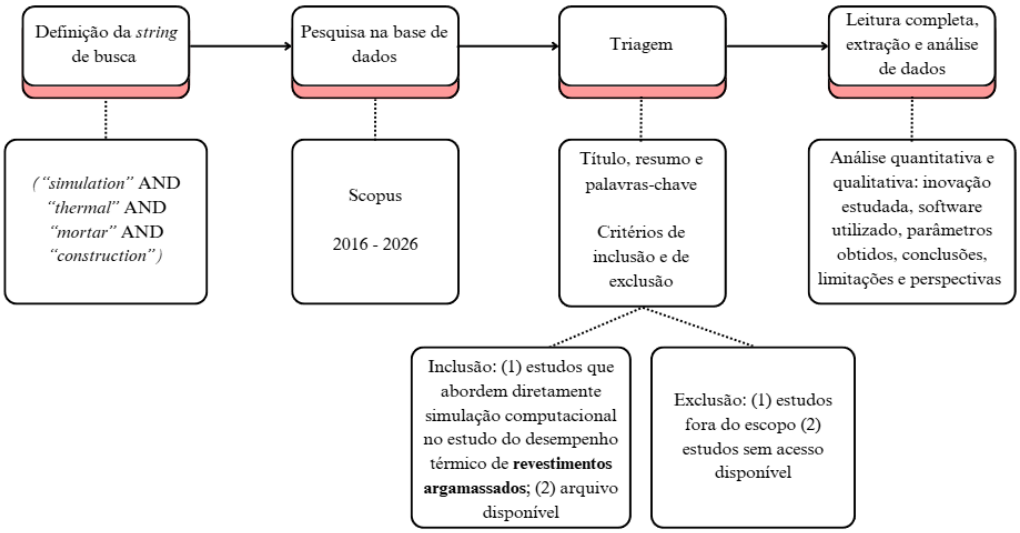
Diante desse cenário, este estudo objetiva analisar o uso da simulação computacional na avaliação do desempenho térmico de revestimentos argamassados por meio de uma revisão sistemática da literatura. Especificamente, busca-se: (i) identificar a evolução e a tendência das pesquisas na área; (ii) mapear os principais softwares, materiais e parâmetros empregados; e (iii) identificar lacunas de pesquisa e perspectivas futuras.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8408

METODOLOGIA

Este estudo foi conduzido como uma revisão sistemática da literatura, estruturada em quatro etapas principais, conforme ilustrado no fluxograma da Figura 1, com o objetivo de identificar e analisar o uso da simulação computacional na avaliação do desempenho térmico de revestimentos argamassados.

Figura 1: Fluxograma de etapas da revisão sistemática da literatura



Fonte: Autores, 2026.

O protocolo de revisão foi estruturado para garantir transparência, reprodutibilidade e rigor metodológico, seguindo princípios consistentes com o framework PRISMA.

ESTRATÉGIA DE BUSCA

A estratégia de busca foi definida com base em quatro componentes temáticos, de modo a assegurar aderência ao escopo da pesquisa. Os termos *"simulation"*, *"thermal"*, *"mortar"* e *"construction"* foram combinados por meio do operador booleano *AND*. A inclusão do termo *"construction"* visou restringir os resultados a aplicações no contexto de edificações e reduzir a ambiguidade associada ao termo *"mortar"*, amplamente utilizado em áreas diferentes. Essa abordagem também permitiu priorizar estudos voltados ao desempenho em nível de sistema, em detrimento de análises exclusivamente em escala de material.

As buscas foram realizadas em língua inglesa, com o intuito de ampliar a cobertura de publicações internacionais.

FONTE DE DADOS E PROCESSO DE BUSCA

A base de dados Scopus foi selecionada devido à sua ampla cobertura de periódicos científicos revisados por pares nas áreas de engenharia e ambiente construído. A busca foi realizada em março de 2026, abrangendo o período de 2016 a 2026, e aplicada aos campos de título, resumo e palavras-chave.

O processo de busca resultou em um total de 190 registros.

CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

O processo de seleção foi conduzido em duas etapas. Na primeira etapa, os títulos, resumos e palavras-chave foram analisados com base em critérios de elegibilidade previamente definidos. Na segunda etapa, os artigos selecionados foram avaliados na íntegra.

Foram incluídos estudos que: (i) abordassem diretamente a aplicação de simulação computacional na avaliação do desempenho térmico de argamassas atuando como camada de revestimento e (ii) apresentassem acesso ao texto completo. Foram excluídos estudos que: (i) não estivessem alinhados ao escopo da pesquisa ou (ii) não disponibilizassem acesso ao conteúdo completo. Adicionalmente, foram excluídos trabalhos que analisavam exclusivamente propriedades de argamassas, sem modelagem do componente aplicado ao sistema construtivo.

Ao final da triagem, 157 documentos foram excluídos por fuga ao escopo, sendo por abordar a argamassa com outras utilizações sem ser como revestimento, ou devido a simulação não ser computacional ou ainda a análise não possuir viés térmico, além dos trabalhos com enfoque apenas em desempenho mecânico. Mais 3 documentos foram excluídos por falta de acesso e 33 artigos foram selecionados para leitura completa.

EXTRAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Após a avaliação integral de cada documento, 11 artigos foram excluídos porque, apesar de resumos sugestivos, a leitura completa revelou que não aplicavam a simulação computacional para avaliar o desempenho térmico da argamassa como revestimento, analisando apenas o material isolado. Esse procedimento é previsto pelo protocolo PRISMA, pois a triagem por título e resumo não permite aferir o alinhamento metodológico real. A amostra definitiva foi composta por 22 artigos.

A extração de dados contemplou informações como ano de publicação, país de origem, materiais investigados, ferramentas de simulação e parâmetros analisados. Foram realizadas análises quantitativas e qualitativas. A análise descritiva permitiu identificar tendências temporais e geográficas, enquanto a análise de conteúdo possibilitou a identificação de padrões de pesquisa, abordagens metodológicas e lacunas do conhecimento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

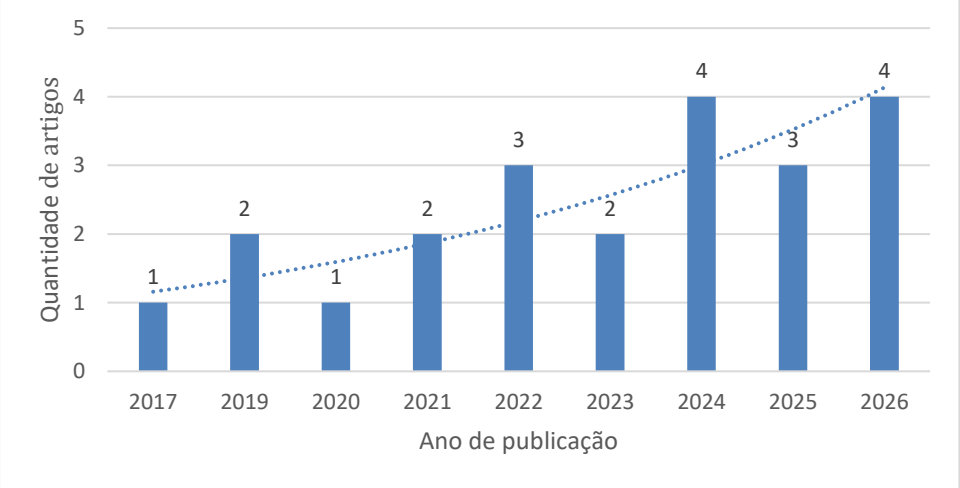
TENDÊNCIAS QUANTITATIVAS

A análise dos estudos selecionados indica que a aplicação de simulação computacional no desempenho térmico de revestimentos argamassados constitui um campo de investigação relativamente recente. Embora o recorte temporal da busca inclua publicações a partir de 2016, o primeiro estudo identificado em periódico de alto impacto data de 2017, evidenciando a incipiência inicial do tema.

A distribuição temporal das publicações (Figura 2) revela uma tendência de crescimento ao longo dos anos, com um aumento em 2022 e intensificação a partir de

2024. Esse comportamento sugere o crescimento do interesse científico, possivelmente impulsionado por demandas associadas à eficiência energética, à sustentabilidade e ao uso de materiais inovadores na construção civil, além do endurecimento de legislações de eficiência energética nas edificações. Tal crescimento também indica que o campo se encontra em processo de consolidação, com potencial para expansão nos próximos anos.

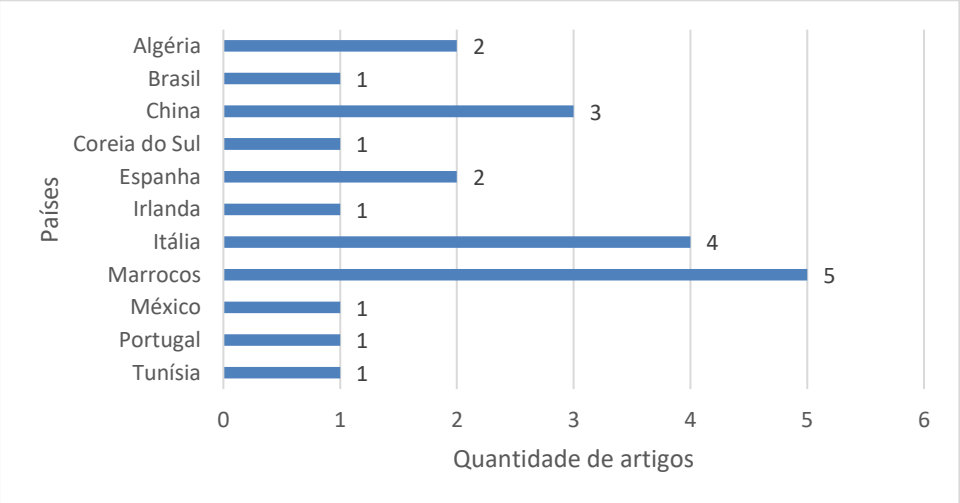
Figura 2: Tendências de publicações por ano



Fonte: Autores, 2026.

A análise da distribuição geográfica (Figura 3) evidencia a concentração da produção científica em países específicos, com destaque para Itália e Marrocos. No caso italiano, a elevada produção pode ser associada à necessidade de reabilitação energética de edificações históricas, sob restrições rigorosas de preservação do patrimônio, o que estimula o desenvolvimento de soluções térmicas compatíveis com sistemas construtivos tradicionais. Por sua vez, o Marrocos apresenta diversidade climática significativa e elevada demanda energética no setor edificações, além da disponibilidade de matérias-primas locais, fatores que favorecem o desenvolvimento de pesquisas voltadas ao desempenho térmico de materiais alternativos.

Figura 3: Tendências de publicações por país



Fonte: Autores, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8408

ANÁLISE SISTEMÁTICA: TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS E METODOLÓGICAS

A síntese dos estudos (Quadro 1) evidencia uma forte tendência à incorporação de resíduos agroindustriais e materiais alternativos em argamassas, com o objetivo de reduzir a condutividade térmica e promover soluções sustentáveis. Destacam-se aplicações envolvendo bagaço de azeitona [2], borra de café [3][19][21], polímeros reciclados (PET [4] e EPS [8][16][18]) e resíduos de origem marinha, como conchas de mexilhão [22]. Esses materiais apresentam potencial para a produção de argamassas de baixo custo e menor impacto ambiental, com aplicações relevantes em habitações de interesse social.

Quadro 1: Síntese dos artigos sobre a temática

Referência	Principal inovação da argamassa	Software utilizado
[10]	Uso de diatomita e parafina (Material de Mudança de Fase - PCM)	Software numérico não especificado baseado no Método dos Elementos Finitos (MEF)
[11]	Uso de aerogel de sílica e perlita	COMSOL Multiphysics e EnergyPlus
[12]	Caracterização higrotérmica completa de argamassas históricos autênticas	WUFI
[2]	Substituição parcial e total da areia por resíduos de bagaço de azeitona	Software numérico não especificado baseado no MEF
[13]	Inserção de microcápsulas de parafina (PCM)	DesignBuilder (EnergyPlus)
[14]	Adição de resíduos e fibras biológicas	MATLAB e TRNSYS
[15]	Substituição parcial da areia por diatomita bruta marroquina	EnergyPlus
[16]	Incorporação de poliestireno expandido (EPS) e perlita expandida (EP) como agregados	COMSOL Multiphysics
[17]	Compósito de pozolana natural e cal	TRNSYS
[3]	Incorporação de borra de café	Termus-G e Blumatica Energy
[4]	Substituição de agregados por PET reciclado	EnergyPlus
[8]	Rebocos térmicos (com agregados de EPS e cortiça)	WUFI
[18]	Uso de resíduo de isopor na argamassa	DEST-h
[19]	Uso de resíduos de fibra de alfa e borra de café na argamassa	TRNSYS
[20]	Compósito de pozolana natural e gesso	TRNSYS
[21]	Incorporação de borra de café	Termiplan
[22]	Substituição da areia por areia de conchas de mexilhão	Passive House Planning Package (PHPP)

[9]	Incorporação de biocarvão	WUFI e DesignBuilder(EnergyPlus)
[23]	Substituição parcial do cimento por argila calcinada (pozolana Sarooj).	DesignBuilder (EnergyPlus)
[5]	Incorporação de Espuma de poliuretano rígido reciclada (PFW) e escórias de forno elétrico a arco (EAFS)	TRNSYS
[7]	Argamassa de perlita mineral	TRNSYS
[24]	Argamassa fria colorida	DesignBuilder (EnergyPlus)

Fonte: Autores, 2026.

Os resultados reportados indicam reduções expressivas na condutividade térmica, variando entre 11% e 86% em relação às argamassas convencionais [2][3][4][14][19][20][24], refletindo diretamente na diminuição da demanda energética das edificações. Outro resultado relevante foi encontrado por Wei et al. [18] que, utilizando o software DEST-h, demonstraram efeito significativo de redução de consumo tanto para aquecimento quanto para resfriamento com uso da argamassa isolante de EPS em espessura de 20mm. Esses achados reforçam o papel da simulação computacional como ferramenta preditiva na avaliação de soluções inovadoras.

Outra linha de investigação relevante envolve o uso de materiais de mudança de fase (PCM) e aerogéis, que atuam no armazenamento e liberação de calor, contribuindo para a estabilização térmica dos ambientes internos. Estudos indicam que tais soluções podem resultar em reduções de até 50% no consumo anual de energia para climatização [10][11][13], evidenciando seu elevado potencial de aplicação.

Bentrar et al. [10] e Wang et al. [13] reportam reduções significativas no consumo energético para climatização em climas áridos e temperados, respectivamente, enquanto Yao et al. [11] demonstram ganhos térmicos expressivos em argamassas com aerogél-perlita. Os percentuais de redução reportados, contudo, devem ser interpretados no contexto das condições climáticas, dos métodos de simulação e dos parâmetros de referência adotados em cada estudo, o que limita generalizações diretas.

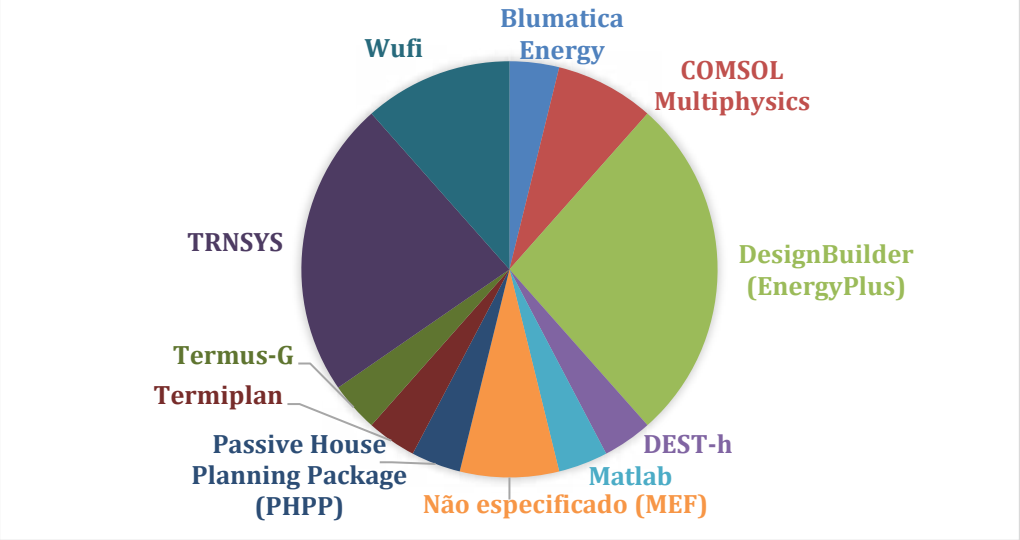
Adicionalmente, observa-se a crescente aplicação da simulação em edificações históricas, com foco na melhoria do desempenho térmico sem comprometer a integridade dos sistemas construtivos originais [3][8][12][21]. Esse segmento mostra a versatilidade da simulação computacional em contextos de elevada complexidade técnica.

FERRAMENTAS DE SIMULAÇÃO E ESCALAS DE ANÁLISE

A análise dos softwares utilizados (Figura 4) demonstra que a escolha da ferramenta está diretamente relacionada à escala de investigação. Em nível micro e mesoestrutural, destacam-se modelos baseados no Método dos Elementos Finitos (MEF) [2][10], utilizados para mapear o fluxo térmico local através de células unitárias

porosas, e o uso do COMSOL Multiphysics [11][16], que permite simular com elevada precisão os mecanismos de transferência de calor em materiais heterogêneos.

Figura 4: Frequência de utilização dos softwares



Fonte: Autores, 2026.

Em escala de edificação, observa-se a predominância dos softwares EnergyPlus [3][4][9][11][13][15][23][24] e TRNSYS, amplamente utilizados para simulações dinâmicas de desempenho térmico e consumo energético. O EnergyPlus, frequentemente operado por meio da interface DesignBuilder, destaca-se pela flexibilidade na modelagem de sistemas construtivos e condições climáticas [3][4][9][11][13][15][23][24]. O TRNSYS, por sua vez, é amplamente empregado em análises transientes e integração de sistemas energéticos [5][7][14][17][19][20].

O software WUFI também se destaca por incorporar análises higrotérmicas, permitindo a avaliação simultânea de calor e umidade, aspecto fundamental para a durabilidade e o desempenho dos revestimentos [8][9][12]. Adicionalmente, foram identificadas ferramentas regionais e específicas, como Termus-G, Blumatica Energy [3], DEST-h [18], Termiplan [21] e PHPP [22], utilizadas para avaliações energéticas em contextos normativos locais.

PARÂMETROS DE ANÁLISE E VALIDAÇÃO DOS MODELOS

Os estudos analisados apresentam relativa padronização na caracterização termofísica das argamassas, incluindo parâmetros como condutividade térmica, densidade aparente e calor específico, geralmente obtidos por meio de ensaios laboratoriais. Esses parâmetros são utilizados como dados de entrada nos modelos de simulação.

Como resultados, as simulações em escala de edificação fornecem indicadores como cargas térmicas anuais, consumo energético para aquecimento e resfriamento, temperaturas internas e consumo de energia primária. Em nível de componente, destacam-se parâmetros como transmitância térmica, atraso térmico e fator de amortecimento.

Observa-se, ainda, a adoção de procedimentos de validação baseados na calibração dos modelos com dados experimentais, incluindo ensaios laboratoriais e medições em edificações reais. No entanto, a ausência de protocolos padronizados de validação evidencia uma limitação metodológica relevante, que pode comprometer a comparabilidade dos resultados.

LACUNAS DE PESQUISA E PERSPECTIVAS FUTURAS

Apesar do avanço observado, a literatura apresenta lacunas significativas. Cabe ressaltar que estudos publicados em outros periódicos ou bases de dados podem já abordar algumas dessas questões, sendo uma possível melhoria para o presente trabalho a utilização de outras bases. Destaca-se, inicialmente, a predominância de simulações simplificadas, muitas vezes desconsiderando condições reais de operação e influências ambientais externas, o que limita a aplicabilidade dos resultados. Nesse sentido, há necessidade de maior adoção de modelos em escala de edificação, capazes de representar de forma mais realista o comportamento térmico.

Outra lacuna crítica refere-se à escassez de estudos de longo prazo que avaliem a durabilidade e a degradação do desempenho térmico das argamassas ao longo da vida útil. A maioria das investigações concentra-se em condições iniciais, desconsiderando processos de envelhecimento e degradação.

Adicionalmente, a ausência de padronização nos procedimentos de validação e a forte dependência climática dos resultados indicam a necessidade de estudos multiclimáticos e comparativos. O desempenho térmico das argamassas varia significativamente em função das condições climáticas, o que reforça a importância de análises adaptadas a diferentes contextos geográficos.

Dessa forma, pesquisas futuras devem priorizar abordagens integradas, que considerem simultaneamente desempenho térmico, durabilidade e variabilidade climática, além de promover a padronização metodológica e o uso de dados experimentais para validação dos modelos.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a simulação computacional é uma abordagem robusta e de custo relativamente reduzido para avaliar o desempenho térmico de revestimentos argamassados inovadores. Enquanto WUFI e COMSOL destacam-se em análises higrotérmicas e microestruturais, EnergyPlus e TRNSYS são eficazes na avaliação energética global, evidenciando o potencial de composições avançadas na redução da transmitância térmica das vedações.

Como principal contribuição, este estudo sistematiza e integra diferentes escalas de análise, mostrando que a combinação entre caracterização experimental rigorosa e modelagem computacional acoplada constitui um caminho consistente para o desenvolvimento e validação de revestimentos com desempenho térmico superior. Esse enquadramento reduz a lacuna entre pesquisa laboratorial e aplicação em condições reais, aspecto ainda pouco explorado de forma integrada na literatura.

Destaca-se, que a confiabilidade numérica depende da qualidade dos dados laboratoriais. Nesse sentido, a ausência de padronização nos protocolos de validação e a limitação de estudos de longo prazo configuram lacunas relevantes que restringem a comparabilidade entre pesquisas e a extrapolação dos resultados para o ciclo de vida das edificações.

Como mensagem central, reforça-se que o avanço no desempenho térmico de revestimentos argamassados depende não apenas da inovação material, mas da integração metodológica entre ensaios experimentais, simulação multiescala e validação em condições climáticas específicas. Assim, recomenda-se que estudos futuros priorizem abordagens integradas, com validação em campo, análise de durabilidade e adaptação a diferentes zonas bioclimáticas, de modo a assegurar que ganhos térmicos sejam traduzidos em desempenho ao longo da vida útil das edificações.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq por viabilizar a realização deste estudo.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, os autores utilizaram a ferramenta de inteligência artificial generativa Google Gemini como apoio à revisão gramatical, ortográfica e de estilo. As sugestões fornecidas foram revisadas, validadas e incorporadas pelos autores que assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP); GLOBAL ALLIANCE FOR BULDINGS AND CONSTRUCTION (GLOBAL ABC). **Global Status Report for Buildings and Construction 2024/25**. Nairobi: UNEP, 2025. Disponível em: https://www.unep.org/resources/report/global-status-report-buildings-and-construction-20242025. Acesso em: 22 nov. 2025

[2] MESLI, I. F. Z.; HACHEMI, H.; BENOSMAN, A. S.; TALEB, O.; HOUTI, F. B.; SELADJI, C.; MOUAISSA, M. S. Enhancing thermal insulation and humidity control in composite plaster mortars with olive pomace waste: Experimental and numerical study. **Energy and Buildings**, v. 351, p. 116726, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.116726

[3] LOMBARDO, L.; CAMPISI, T.; SAELI, M. Spent Coffee Grounds-Based Thermoplaster System to Improve Heritage Building Energy Efficiency: A Case Study in Madonie Park in Sicily. **Sustainability**, v. 16, n. 15, p. 6625, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/su16156625

[4] RESENDE, D. M.; MENDES, V. F.; CARVALHO, V. R.; NOGUEIRA, M. A.; CARVALHO, J. M. F. de; PEIXOTO, R. A. F. Coating mortars produced with recycled PET aggregates: A technical, environmental, and socioeconomic approach applied to Brazilian social housing. **Journal of Building Engineering**, v. 83, p. 108426, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.108426

[5] BRIONES-LLORENTE, R.; CALDERÓN, V.; GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ, S.; MONTERO, E.; RODRÍGUEZ, A. Testing of the integrated energy behavior of sustainable improved mortar panels with recycled additives by means of energy simulation. **Sustainability**, v. 11, n. 11, p. 3117, 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/su11113117

[6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro, 2025.

[7] BORBON-ALMADA, A. C.; RODRIGUEZ-MUÑOZ, N. A.; NAJERA-TREJO, M. Energy and economic impact on the application of low-cost lightweight materials in economic housing located in dry climates. **Sustainability**, v. 11, n. 6, p. 1586, 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/su11061586

[8] POSANI, M.; VEIGA, R.; FREITAS, V. P. de. Thermal renders for traditional and historic masonry walls: Comparative study and recommendations for hygric compatibility. **Building and Environment**, v. 228, p. 109737, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109737

[9] PARK, J. H.; KANG, Y.; KANG, Y.; CHOI, S.; JEON, J.; KIM, S. Analysis of biochar-mortar composite as a humidity control material to improve the building energy and hygrothermal performance**. Science of the Total Environment**, v. 775, p. 145552, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145552

[10] BENTRAR, H.; HACHEMI, H.; SELADJI, C.; HADDOUCHE, M. R.; KORTI, A. I. N.; MAHMOUDI, D.; ARICI, M.; BRAHIM, H. F. Hygrothermal performance of diatomite PCM composite walls for energy-efficient construction in hot-arid climates. **Journal of Energy Storage**, v. 152, p. 120717, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.est.2025.120717

[11] YAO, S.; DUAN, Y.; CHEN, W.; CHEN, J.; ZHANG, H.; PENG, L.; WU, X.; LI, Z. Performance-driven design of aerogel-perlite cement mortars: Particle packing optimization and building energy assessment**. Journal of Building Engineering**, v. 120, p. 115567, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2026.115567

[12] WALKER, R.; HOFHEINZ, A.; PURCELL, C. E.; KINNANE, O. The hygrothermal properties and behaviour of historic mortars, plasters and renders. **Construction and Building Materials**, v. 509, p. 145074, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.145074

[13] WANG, K. et al. Research on Optimal Design of Rural Residence Envelope of EPS Module Based on Phase Change Heat Storage. **Buildings**, v. 15, n. 10, p. 3589, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings15193589

[14] TOUIL, M.; RAHMOUN, O.; IKEN, O.; DLIMI, M.; SAADANI, R.; RAHMOUNE, M. Assessing the thermal performance of building walls containing eco-friendly composite materials: A combined numerical and simulation approach. **Thermal Science and Engineering Progress**, v. 59, p. 103336, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tsep.2025.103336

[15] EL MISKI, Y.; KHARBOUCH, Y.; ZINE, O.; AMEUR, M.; TAOUKIL, D. Development and analysis of a new diatomite-containing mortar: Theoretical and practical approaches. **Journal of Building Physics**, v. 49, n. 4, p. 577-610, 2026. DOI: https://doi.org/10.1177/17442591251369531

[16] AYED, R.; BOUADILA, S.; LAZAAR, M.; DELLAGI, A.; CABEZA, L. F. Improving the thermal and mechanical performance of cement-based mortars for reinforcing masonry structures: computational and experimental methods. **Energy Efficiency**, v. 17, n. 80, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s12053-024-10263-4

[17] ANNABA, K.; BELAROUF, S.; EL WARDI, F. Z.; IBAAZ, K.; CHERKAOUI, M.; FLORENCE, C.; COLIN, J.; MEGE, R.; MENDILI, Y. E. Harnessing Natural Pozzolan for Sustainable Heating and Cooling: Thermal Performance and Building Efficiency in Moroccan Climates. **Buildings**, v. 14, n. 9, p. 2633, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings14092633

[18] WEI, C.; CHEN, H.; LI, H. Effect of Composite Polystyrene Granular Thermal Insulation Mortar on Thermal Energy Storage of Building Energy Consumption. **Thermal Science**, v. 27, n. 2A, p. 959-965, 2023. DOI: https://doi.org/10.2298/TSCI2302959W

[19] AMINE, L.; RACHID, S.; MILOUD, R. Thermophysical Properties Enhancement in Construction Materials Based on Cement and Plaster. **International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology**, v. 13, n. 3, p. 39-49, 2022. DOI: https://doi.org/10.30880/ijscet.2022.13.03.004

[20] ANNABA, K.; EL WARDI, F. Z.; IBAAZ, K.; BOUYAHYAOUI, A.; CHERKAOUI, M.; OUAKI, B.; OUBENMOH, S. Thermomechanical characterization and thermal simulation of a new multilayer mortar and a light-weight pozzolanic concrete for building energy efficiency. **Construction and Building Materials**, v. 346, p. 128479, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128479

[21] SAELI, M.; CAPELA, M. N.; CAMPISI, T.; SEABRA, M. P.; TOBALDI, D. M.; LA FATA, C. M. Architectural technologies for life environment: Spent coffee ground reuse in lime-based mortars. A preliminary assessment for innovative green thermo-plasters. **Construction and Building Materials**, v. 319, p. 126079, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126079

[22] MARTÍNEZ-GARCÍA, C.; GONZÁLEZ-FONTEBOA, B.; CARRO-LÓPEZ, D.; PÉREZ-ORDÓÑEZ, J. L. Assessment of mussel shells building solutions: A real-scale application. **Journal of Building Engineering**, v. 44, p. 102635, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102635

[23] MEDDAH, M. S.; BENKARI, N.; AL-SAADI, S. N.; AL MAKTOUMI, Y. Sarooj mortar: From a traditional building material to an engineered pozzolan -mechanical and thermal properties study. **Journal of Building Engineering**, v. 32, p. 101754, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101754

[24] ROSSO, F.; PISELLO, A. L.; CASTALDO, V. L.; FERRERO, M.; COTANA, F. On innovative cool-colored materials for building envelopes: Balancing the architectural appearance and the thermal-energy performance in historical districts. **Sustainability**, v. 9, n. 12, p. 2319, 2017. DOI: https://doi.org/10.3390/su9122319