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.v21i1.8529

Eficiência energética em edifícios residenciais verticais no cenário equatorial: a produção científica no Brasil através da bibliometria

Energy Efficiency in Vertical Residential Buildings in the Equatorial Scenario: Scientific Production in Brazil through Bibliometrics

William Marques Pereira
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | william.pereira@itec.ufpa.br
Luís Filipe Brasil da Cunha
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | luis.brasil.cunha@itec.ufpa.br
Giovanna Bentes Monteiro
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | giovanna.monteiro@itec.ufpa.br
Carminda Célia Moura de Moura Carvalho
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | carminda@ufpa.br

Resumo

A eficiência energética contribui para o desempenho térmico das edificações. O presente trabalho possui o objetivo de analisar à produção científica sobre eficiência energética em edifícios residenciais verticais multifamiliares no clima quente e úmido. O estudo apresenta uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), a partir da base de dados *Scopus,* delimitada ao recorte temporal de 2015 a 2025. A partir de 109 artigos selecionados, a análise bibliométrica revelou que a produção nacional é altamente centralizada no Sul e Sudeste e mostrou o baixo índice de publicações vinculadas a instituições da região Norte, apesar do acelerado processo de verticalização local. Conclui-se que existe carência de pesquisas científicas relacionadas a edifícios verticais localizados em regiões quentes e úmidas para o mercado de médio e alto padrão. Dessa maneira, o trabalho contribui para que os próximos estudos verifiquem à viabilidade de utilizar este setor como laboratório de inovações tecnológicas.

Palavras-chave: Desempenho térmico. Verticalização urbana. Arquitetura bioclimática.

Abstract

Energy efficiency contributes to the thermal performance of buildings. This study aims to analyze the scientific production on energy efficiency in multi-family vertical residential buildings in hot and humid climates. The study presents a Systematic Literature Review (SLR) using the Scopus database, bounded by the timeframe from 2015 to 2025. Based on 109 selected articles, the bibliometric analysis revealed that the national academic output is highly centralized in the South and Southeast regions and highlighted a low rate of publications linked to institutions in the North region, despite the accelerated local verticalization process. It is concluded that there is a lack of scientific research related to vertical buildings located in hot and humid regions for the mid-to-high standard market. Thus, this study contributes to enabling future research to verify the feasibility of utilizing this sector as a laboratory for technological innovations.

Keywords: Thermal performance. Urban verticalization. Bioclimatic architecture.

PEREIRA, W. M.; CUNHA, L. F. B.; MONTEIRO, G. B.; CARVALHO, C. C. M. M. Eficiência energética em edifícios residenciais verticais no cenário equatorial: a produção científica no Brasil através da bibliometria. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO

A eficiência energética em edifícios multifamiliares verticais que não integram às Habitações de Interesse Social (HIS) e localizam-se em regiões de clima quente e úmido possui relevância para estudo devido a crescente urbanização nas últimas décadas nas grandes cidades, o que acarreta em maiores atenções ao tratar sobre o conforto térmico. Nas cidades tropicais, as condições que o clima oferece são caracterizadas por temperaturas e umidades relativamente altas e presença intensa da radiação solar em boa parte do ano, devendo-se levar em consideração o tipo de material utilizado para a envoltória do edifício, sua implantação, a orientação solar, o índice de ventilação natural e o sombreamento. Esses fatores assumem um papel determinante quando se trata da redução das cargas térmicas da parte interna da edificação, que reflete diretamente no consumo de energia associado a climatização artificial [1,2,3].

A eficiência energética nos edifícios é resultado de um projeto arquitetônico bem estruturado, onde as condições climáticas locais são estudadas previamente, para que o condicionamento ambiental proveniente de sistemas artificiais seja utilizado com menos frequência [4]. Para edifícios verticais localizados principalmente nas áreas centrais destas cidades deve-se ter uma atenção ainda maior, visto que a padronização construtiva traz consigo projetos que não consideram o clima local [5]. Esses empreendimentos apresentam, na maior parte, uma estética que agrega um alto valor estético aos edifícios, mas que está inversamente proporcional ao conforto ambiental ofertado para o usuário, visto que os tornam mais dependentes de sistemas ativos de resfriamento.

No cenário nacional, sobretudo nas cidades pertencentes ao clima quente úmido, como Belém, é de extrema importância que a verticalização esteja em consenso com o desempenho térmico, o conforto ambiental e o clima. Com o crescimento urbano desenfreado proveniente do fenômeno de verticalização nas regiões de alto padrão devido a existência de infraestrutura já instalada, ocorre uma diminuição das áreas permeáveis, que acabam sendo substituídas por edificações com o mínimo de afastamento frontal e lateral, ocasionando a formação de cânions urbanos que resultam na alteração do microclima local. O estudo do conforto térmico associado a eficiência energética é basilar para o desempenho térmico de alta qualidade, pois é proveniente de parâmetros arquitetônicos que resultam na melhoria da qualidade de vida da população [6].

Análises recentes evidenciam que a utilização de estratégias passivas pode colaborar de forma significativa para que a demanda energética possa trazer melhorias para as condições de habitabilidade [4,7,8]. Neste sentido, vale-se ressaltar que o desempenho energético nos edifícios verticais localizados em zonas bioclimáticas quentes e úmidas deve ser trabalhado de forma concomitante com fatores construtivos, operacionais e climáticos [4]. Adicionalmente, a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 15575, que trata sobre o desempenho aplicável nas edificações, fortalece a necessidade de avaliações gerais, segundo as quais será

possível levar em consideração todos os aspectos que retratam os edifícios pertencentes a essas zonas [9,10].

Neste contexto, o propósito deste trabalho é analisar, através de bibliometria, o desenvolvimento das pesquisas científicas que estão sendo elaboradas sobre a temática considerando as principais Instituições de Ensino Superior brasileiras, os autores que mais têm contribuído para o desenvolvimento desta temática, assim como as áreas do conhecimento e a correlação das palavras chaves que mais se destacam a respeito desse assunto.

METODOLOGIA

Visando cumprir o objetivo proposto, foi utilizada a Revisão Sistemática de Literatura, método que consiste em resumir os resultados obtidos de maneira organizada e confiável [11]. Após este processo, houve o auxílio do software *VOSviwer* para a construção das redes bibliométricas.

A análise bibliométrica foi escolhida como metodologia devido a sua habilidade para estruturar, quantificar e interpretar a revisão de literatura, além de possuir grande capacidade de identificar as lacunas temáticas de determinado campo de estudo [12,13,14]. Quando se trata de arquitetura e desempenho ambiental, este método de pesquisa tem se destacado, pois fornece novas investigações através da interdisciplinaridade que a sua abordagem traz em relação a eficiência energética das edificações [15,16]. Portanto, a identificação destes indicadores de produção vai mostrar de que forma as futuras pesquisas poderão abordar a eficiência energética como um dos principais fatores a serem seguidos na elaboração de projetos de edificações verticais no clima quente úmido.

Tal procedimento iniciou-se com o fornecimento das palavras-chave a seguir: eficiência energética, edifícios residenciais e clima tropical úmido. As buscas foram realizadas em duas bases de dados: *Scopus* e *Web of Science*. Todas as palavras-chave foram inseridas em inglês, para que pudesse ter uma abrangência maior nos resultados e entre aspas, para que a base pudesse reconhecer o termo utilizado como uma única sequência.

As palavras-chave foram fornecidas com o operador booleano “OR” nas suas combinações. Na base de dados *Scopus* foi utilizado o campo de pesquisa “título do artigo, resumo e palavras-chave”; na base de dados *Web of Science* o campo de pesquisa selecionado foi “todos os campos”. Logo em seguida, utilizou-se o operador booleano “AND” para incluir a palavra “Brasil”. Na aba dos filtros foram selecionados “affiliation: Brazil” e o “paper type: article or review”. Os resultados da busca são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Combinações entre as palavras-chave nos bancos de dados pelos conectores "AND" e "OR"

Combinação entre palavras-chave	*Scopus*	*Web Of Science*
("energy efficiency" OR "residential buildings" OR "humid tropical climate")	22.597	151.092
("energy efficiency" OR "residential buildings" OR "humid tropical climate") AND (Brazil)	169	686
("energy efficiency" OR "residential buildings" OR "humid tropical climate") AND (Brazil) affiliation: Brazil	150	554
("energy efficiency" OR "residential buildings" OR "humid tropical climate") AND (Brazil) affiliation: Brazil paper type: article or review	109	479

AND (Brazil)

Fonte: os autores.

Após o refinamento das amostras optou-se pela utilização da base de dados *"Scopus"* para compor a análise bibliométrica. Embora a "*Web of Science*" tenha apresentado um resultado mais abrangente, a *"Scopus"* possui uma cobertura mais ampla em pesquisas relacionadas com eficiência energética e o ambiente construído, além de disponibilizar metadados mais integrados e funcionais que corroboram com a utilização da análise bibliométrica através do software *VOSviewer* [17,18]. Neste sentido, a seleção de uma base de dados com um número de pesquisas mais direcionadas torna o trabalho mais criterioso para análise, o que resulta em uma definição mais precisa na identificação de padrões e redes de colaborações que se identifiquem com a temática abordada.

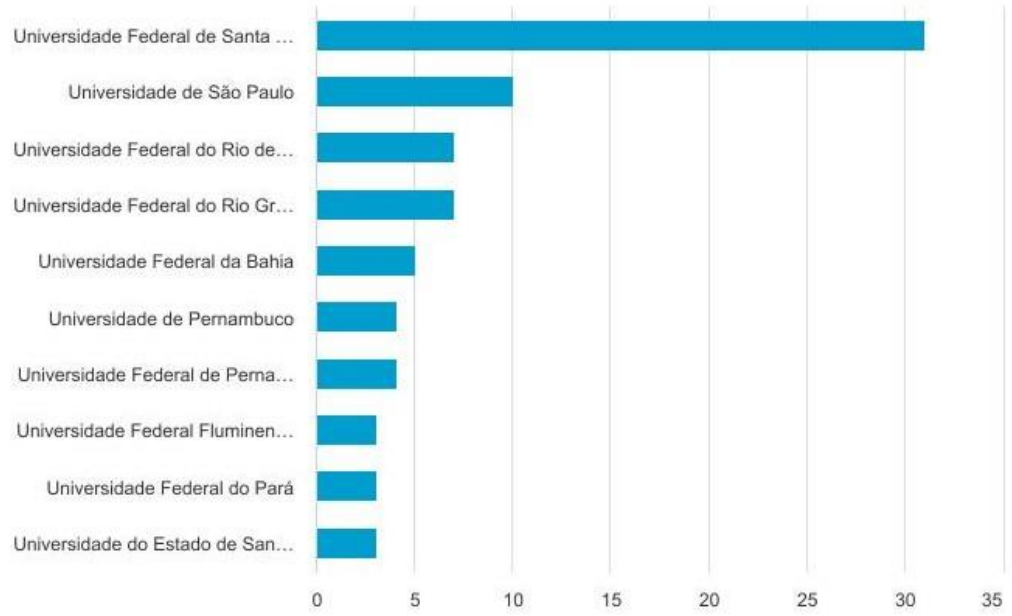
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a escolha da base de dados *Scopus* iniciaram-se as análises dos gráficos gerados através desta plataforma referentes a distribuição de documentos publicados por Instituições de Ensino Superior, distribuição de documentos por área de conhecimento e distribuição temporal dos documentos indexados na base *Scopus.* Posteriormente, com o auxílio do software *VOSviewer*, foi elaborada a rede de coautoria entre autores e escala temporal e o mapa de co-ocorrência de palavras-chave.

A figura 1 mostra as dez Instituições de Ensino Superior que mais apresentaram produção referente a temática estudada entre os anos de 2015 e 2025. A Universidade Federal de santa Catarina se destaca com 31 publicações, seguida pela Universidade de São Paulo com 14 publicações e pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul com 7 publicações.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8529

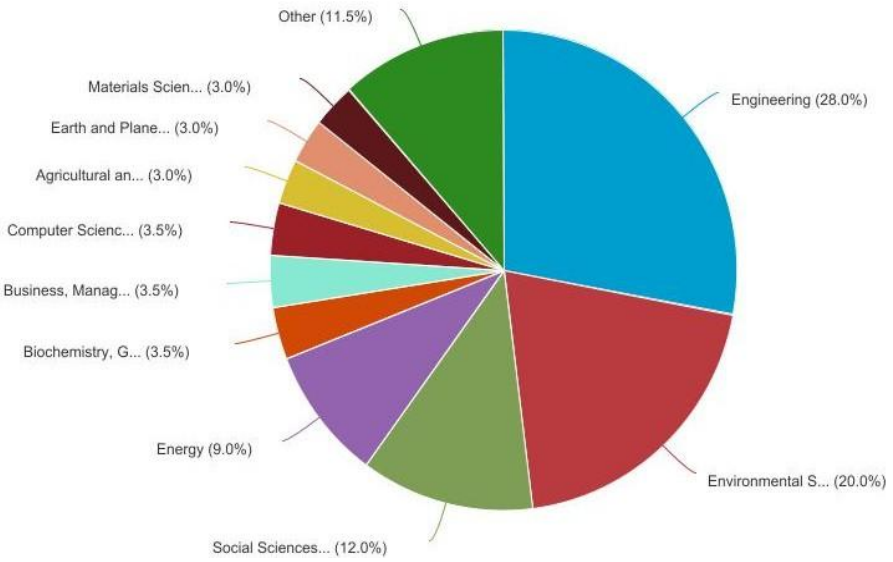
Figura 1: Distribuição de documentos publicados por Instituições de Ensino Superior na base *Scopus*



Fonte: os autores.

Verificou-se que a área de Engenharia é responsável por 28% das publicações; tal resultado pode estar interligado a eficiência energética e a construção dos edifícios. A área de Ciências Ambientais representa 20%, o que demonstra o quanto o desempenho ambiental das edificações está cada vez mais presente devido as mudanças climáticas e aos impactos que estas geram no ambiente construído. Os eixos temáticos de Ciências Sociais e Energia, respectivamente com 12% e 9%, representam a interdisciplinaridade do tema, visto que, além do caráter técnico, considera-se o caráter social e econômico. As demais áreas representam algumas contribuições pontuais, o que reforça que esse tema pode abordar diversas categorias através da interoperabilidade, conforme mostra a figura 2.

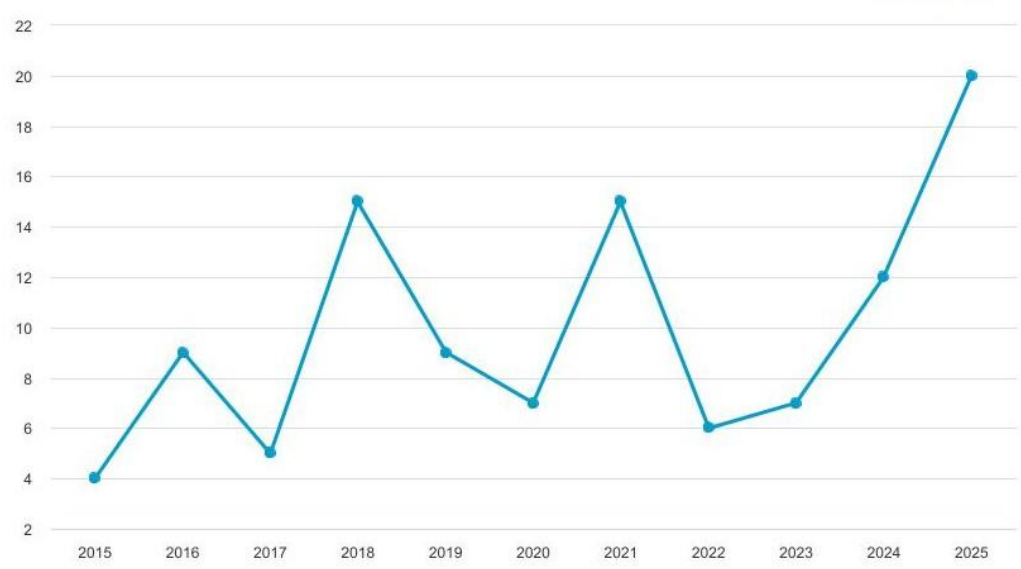
Figura 2: Distribuição de documentos por área de conhecimento na base *Scopus*



Fonte: os autores.

Na figura 3, percebe-se uma crescente de forma gradual do ano de 2015 para 2016, seguida de uma queda no ano de 2017. Em 2018, nota-se novamente uma crescente, agora de forma mais significativa, sugerindo que ocorreu uma intensificação nas pesquisas. A redução nos anos de 2019 e 2020 pode estar associada a alguns fatores externos ou instabilidade do eixo em análise. No entanto, em 2021 ocorre uma nova crescente, o que indica de certe forma a retomada das pesquisas. O abrupto declínio dos estudos no ano de 2022 pode estar associado ao momento mais crítico da pandemia do COVID-19. No ano em 2023 as pesquisas voltam a apresentar um avanço e para os anos de 2024 e 2025 ocorre uma crescente de forma consistente, mostrando, dessa forma, a consolidação do tema no espaço científico.

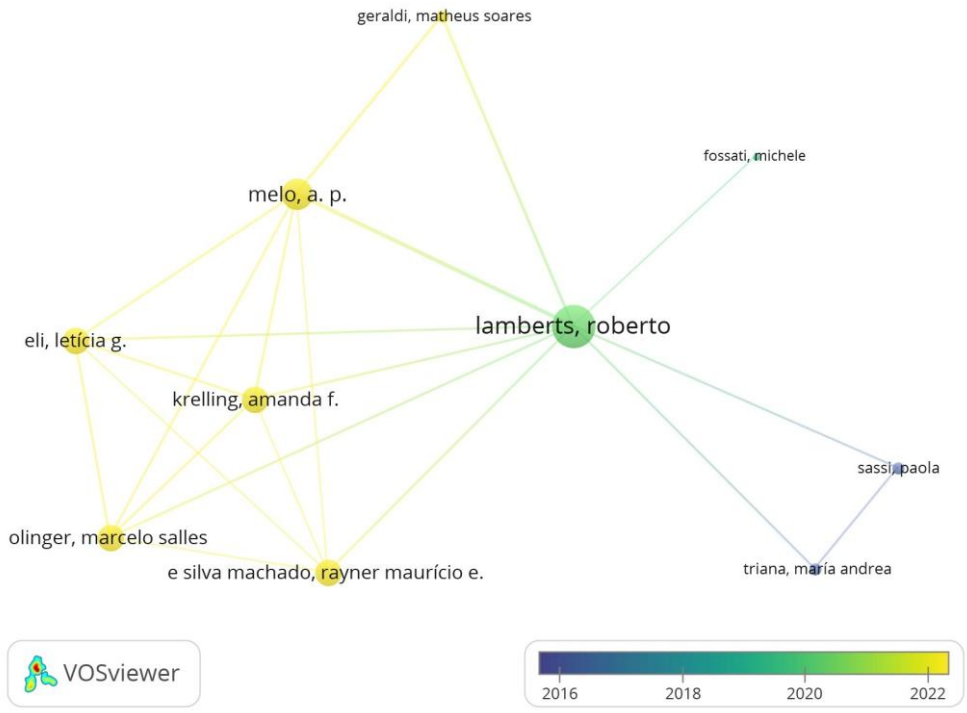
Figura 3: Distribuição temporal dos documentos indexados na base *Scopus*



Fonte: os autores.

De acordo com a figura 4, o autor Roberto Lamberts encontra-se centralizado, pois é considerado o principal elo entre os demais autores de diversas áreas. Por ser um dos autores mais relevantes sobre a temática abordada, está localizado em uma posição de destaque na rede. O cluster localizado no lado esquerdo representa um grupo de autores mais recentes e com forte ligação. O cluster do lado direito está associado a pesquisadores com colaborações mais antigas. Estes clusters são interligados através de Lamberts, dando origem a uma rede colaborativa estruturada.

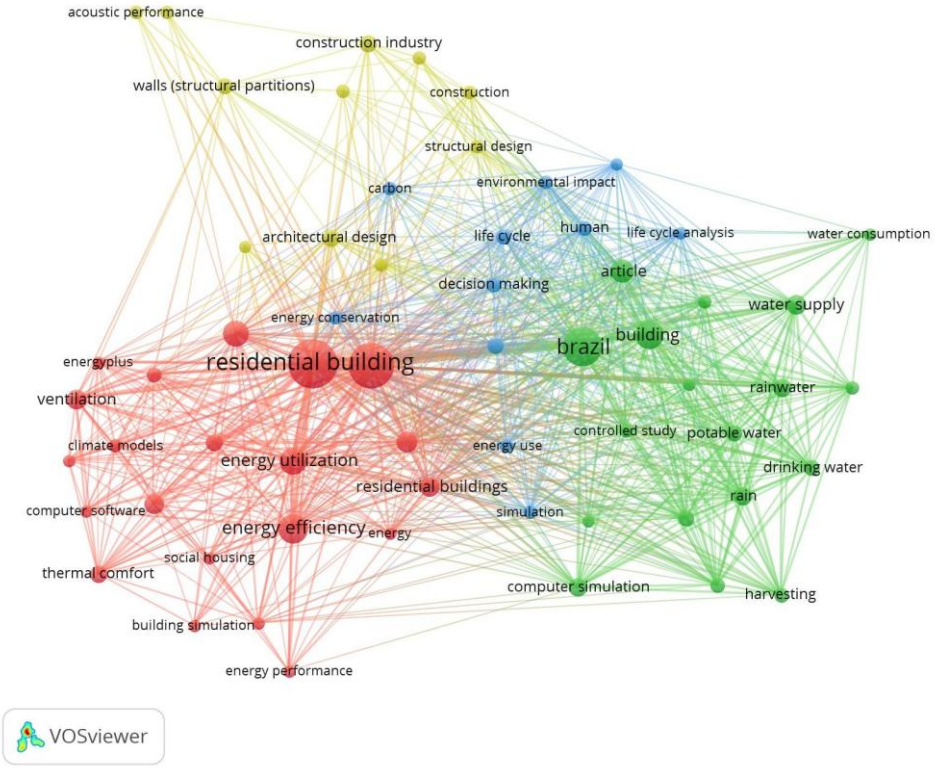
Figura 4: Rede de coautoria entre autores e escala temporal



Fonte: os autores.

No cluster vermelho o termo “residential building” corresponde a parte central das investigações. O cluster verde apresenta o termo “Brazil” como um recorte geográfico das pesquisas, tal termo é interligado aos demais como “building” e “article”, o que reforça a articulação das pesquisas nacionais. O cluster azul fornece termos como “life cycle” e “decision making”, o que mostra nesta rede a ocorrência de algumas tomadas de decisões, portanto, os trabalhos encontrados neste cluster trazem consigo uma análise integrada. Já no cluster amarelo nota-se a presença de termos como “architectural design” e “construction”, demonstrando a importância do projeto arquitetônico associado ao desempenho energético da edificação. A figura 5 mostra a formação dos clustters e suas ligações representados por cores distintas.

Figura 5: Mapa de co-ocorrência de palavras-chave



Fonte: os autores.

No geral, os resultados mostram o crescimento das pesquisas científicas relacionadas a eficiência energética em edifícios multifamiliares, portanto, é necessário que este tema não se restrinja a habitações de interesse social, visto que, com o crescente adensamento populacional decorrente da verticalização urbana no centro das principais cidades pertencentes ao clima quente úmido, os edifícios de padrão médio/alto são encontrados com maior frequência.

CONCLUSÃO

A presente análise, fundamentada em uma Revisão Sistemática de Literatura, trouxe como resultado a trajetória da produção científica relacionada a eficiência energética em edifícios residenciais verticais.

As pesquisas científicas pertinentes as temáticas em análise mostraram que a interdisciplinaridade e a interoperabilidade se fazem presentes através das diversas áreas que trabalham com o desempenho térmico e eficiência energética, com a presença de diversos clusters identificados.

Embora a temática esteja em uma constante crescente, identificou-se uma lacuna quando trata-se de eficiência energética direcionada a edifícios verticais de médio e alto padrão.

Diante desse cenário, conclui-se que o segmento imobiliário de médio e alto padrão deve ser instrumentalizado como um laboratório experimental de inovações termoenergéticas. O financiamento privado inicial dessas tecnologias viabiliza o ganho de escala e a consequente redução de custos de produção, pavimentando o caminho para a democratização e aplicação futura de soluções passivas e ativas de alta eficiência nas Habitações de Interesse Social (HIS). A pesquisa científica firma-se, portanto, como vetor indispensável para a conciliação entre conforto ambiental, sustentabilidade e desenvolvimento urbano nas regiões tropicais.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio à pesquisa.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou a ferramenta de assistente de IA Gemini para que o texto apresentasse mais coesão e o chat GPT plus para a tradução. Após a utilização das ferramentas, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2014.

[2] BULBAAI, R.; HALMAN, J. I. M. **Energy-efficient building design for a tropical climate**. *Sustainability*, v. 13, n. 23, 2021.

[3] HAMDY, M. A. et al. **Environmental modeling and thermal comfort in hot and humid climates**. *Architectural Research*, 2023.

[4] LAMBERTS, R. et al. **Casa eficiente: consumo e geração de energia**. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2021.

[5] CHUNG-CAMARGO, K. et al. **Advances in retrofitting strategies for energy efficiency in tropical climates**. *Buildings*, v. 14, n. 6, 2024.

[6] VINAGRE, Natália Daniele de Lima. **Avaliação através do desempenho térmico de edificação verticalizada em Belém-PA**. 2013. 214 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/handle/2011/5392. Acesso em:. 30 mar. 2026.

[7] KRELLING, A. F. et al. **Thermal performance standard for residential buildings in warm climates**. *Energy and Buildings*, 2023.

[8] KAJJOBA, D. et al. **Assessment of thermal comfort and energy efficiency in tropical buildings**. *Sustainable Energy Research*, v. 12, 2025.

[9] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2021.

[10] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **ABNT NBR 15575 on the performance of residential buildings**. 2024.

[11] GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. **Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação**. *Logeion: Filosofia da Informação*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.

[12] ARAÚJO, Carlos Alberto. **Bibliometria: evolução histórica e questões atuais**. *Em Questão*, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.

[13] DONTHU, Naveen et al. How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines**. *Journal of Business Research***, v. 133, p. 285-296, 2021.

[14] ZUPIC, Ivan; ČATER, Tomaž. **Bibliometric methods in management and organization**. *Organizational Research Methods*, v. 18, n. 3, p. 429-472, 2015.

[15] ELLEGAARD, Ole; WALLIN, Johan A. **The bibliometric analysis of scholarly production: how great is the impact?** *Scientometrics*, v. 105, p. 1809-1831, 2015.

[16] PRITCHARD, Alan. Statistical bibliography or bibliometrics? ***Journal of Documentation***, v. 25, n. 4, p. 348-349, 1969.

[17] MONTEIRO, Maria do Carmo; SANTOS, Raimundo Nonato Macedo dos. Bases de dados bibliográficas e sua importância para a pesquisa científica: uma análise comparativa entre Scopus e Web of Science. ***Revista Brasileira de Pós-Graduação***, Brasília, v. 16, n. 35, p. 1–18, 2020.

[18] DONTHU, Naveen et al. How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines. ***Journal of Business Research***, v. 133, p. 285–296, 2021.