

Ventilação natural em salas de aula: revisão sistemática e bibliométrica

Natural ventilation in classrooms: systematic and bibliometric review

Paula Scherer(1); Giane de Campos Grigoletti(2); Fabiane Vieira Romano(3)

1 Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

E-mail: paula_scherer@hotmail.com | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3980-1748>

2 Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

E-mail: giane.c.grigoletti@ufsm.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0696-2062>

3 Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

E-mail: fabriromano@gmail.com | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8249-403X>

Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, vol. 10, n. 1, p. 68-89, janeiro-junho, 2021 - ISSN 2318-1109

DOI: <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2021.v10i1.4332>

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*

Editora-chefe: Grace Tibério Cardoso

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui/click here!](#)

Resumo

A sala de aula é um ambiente destinado à permanência prolongada. Dentre seus atributos, estão aqueles relacionados ao seu conforto térmico, cuja importância para a qualidade do processo de ensino e aprendizagem já está consolidada na literatura pertinente. Este artigo objetiva verificar a frequência e a caracterização de trabalhos científicos que abordam a ventilação natural em salas de aula. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática e bibliométrica. A revisão concentrou-se em artigos científicos indexados nas bases de dados Web of Science, Scopus, Sage Journals e Scielo, considerando um período de publicações que abrange desde o ano de 2001. Adicionalmente, as revistas brasileiras Ambiente Construído, Revista PARC: Pesquisa em Arquitetura e Revista Projetar: Projeto e Percepção do Ambiente foram incluídas nas bases de dados. Foram selecionadas 172 referências sobre o assunto. Os resultados mostraram que, com o desenvolvimento de softwares e plataformas mais robustas, a simulação tem sido uma ferramenta bastante usada no estudo da ventilação natural, além da aplicação de questionários. Ademais, a pandemia da COVID-19 apresentou-se como um fator em potencial para o aumento de artigos que abordam a ventilação natural em salas de aula a partir do ano de 2020, comparativamente aos anos anteriores. Depreende-se a importância crescente da ventilação natural em salas de aula, seja para garantir o conforto térmico com baixo dispêndio de energia, seja para garantir a qualidade do ar interno, destacando-se o Reino Unido e o Brasil.

Palavras-chave: Ventilação Natural. Sala de Aula. Revisão Sistemática. Revisão Bibliométrica. Eficiência Energética.

Abstract

The classroom is an environment intended for prolonged permanence. Among these attributes are those related to its thermal comfort, whose importance for the quality of the teaching and learning process is already consolidated in the relevant literature. This article aims to verify the frequency and characterization of scientific works that address natural ventilation in classrooms. For this, a systematic and bibliometric review was carried out. The review focused on scientific articles indexed in the Web of Science, Scopus, Sage Journals and Scielo databases, considering a period of publications covering since 2001. Additionally, the Brazilian journals Ambiente Construído, Revista PARC: Pesquisa em Arquitetura and Revista Projetar: Projeto e Percepção do Ambiente were included in the databases. 172 references were selected on the subject. The results showed that, with the development of more robust software and platforms, simulation has been a widely used tool in the study of natural ventilation, in addition to the application of questionnaires. Also, the COVID-19 pandemic has emerged as a potential factor for the increase in articles that address natural ventilation in classrooms from the year 2020 onwards, compared to previous years. There is a growing importance of natural ventilation in classrooms, either to ensure thermal comfort with low energy expenditure, or to guarantee the quality of the indoor air, highlighting the United Kingdom and Brazil.

Keywords: Natural Ventilation. Classroom. Systematic Review. Bibliometric Review. Energy Efficiency.

1 Introdução

O ambiente escolar faz parte de um abrangente período da vida. É nele que o ser humano desenvolve parte de seus comportamentos sociais e cognitivos. O nível intelectual, social e econômico da população, portanto, está vinculado à condição de ensino disponibilizada pelas instituições educacionais, que depende, dentre outros fatores, das condições ambientais propiciadas pelas salas de aula. Conforme Frigeri, Jesus e Ramos (2015), a interação com o ambiente físico faz parte da aprendizagem, contribuindo diretamente com o processo ensino-aprendizagem. Para tanto, as salas de aula devem fornecer, dentre outros aspectos, condições de conforto ambiental aos seus usuários, como o conforto térmico e a renovação adequada do ar interno. Além desse quesito, há que se pensar também na eficiência energética dos edifícios escolares, que leva necessariamente à adoção de estratégias passivas adequadas a determinado contexto climático, social e econômico (CERQUEIRA; PEREIRA, 2013).

A partir dos anos 2000, no Brasil, tem sido dada ênfase à eficiência energética das edificações, com a implantação do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações, PBE Edifica. Isso levou ao aprofundamento de análises de estratégias passivas para se atingir o conforto dos seus usuários, além da qualidade do ar interno (ALTOÉ et al., 2017; PBE EDIFICA, 2020).

No Brasil, entretanto, a ventilação natural, muitas vezes, é negligenciada como estratégia para arrefecimento de temperaturas internas em salas de aula, apesar dos estudos desenvolvidos sobre esse tema. Pode-se citar Bittencourt et al. (2007), que estudaram o uso de peitoril ventilado em salas de aula e demonstraram sua eficácia como estratégia passiva para o clima quente úmido; Musskopf e Sattler (2006), que exploram os benefícios da ventilação natural por meio de tubulações enterradas em salas de aula, através de um protótipo construído em Porto Alegre (RS), caracterizado como clima subtropical; e Oliveira e Carlo (2021) que, através de simulações computacionais, apresentam o potencial da chaminé solar em proporcionar conforto térmico em salas de aula, considerando as 8 Zonas Bioclimáticas Brasileiras.

Internacionalmente, é possível destacar a pesquisa de Djongyang, Tchinda e Njomo (2010), que, através de revisão da literatura, apresenta estudos que exploram o conforto térmico em salas de aula e a importância da ventilação natural em edificações de baixo consumo energético; e também a de Hwang, Lin e Kuo (2006), que, aplicada no Taiwan, apresenta os resultados da metodologia ASHRAE Standard 55 para estudo de conforto térmico em salas naturalmente e artificialmente ventiladas.

O foco do consumo de energia em edificações escolares, principalmente as públicas, que não fazem uso, normalmente, de sistemas artificiais de ar condicionado (e, portanto, as análises de consumo não apontam esse quesito como causa do alto consumo de energia), está na energia empregada na iluminação artificial como se pode depreender

de orientações técnicas voltadas a este tipo de edificação (SÃO PAULO, 2019; FDE, 2020; FNDE, 2017). Além disso, o próprio governo federal, por meio do Ministério da Educação e do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), recomenda soluções para edificações escolares padronizadas. Essas soluções, mesmo sofrendo adaptação aos diferentes contextos climáticos quando aplicadas por administrações locais, não se adequam plenamente às possibilidades de estratégias passivas de ventilação natural, pois estas requerem soluções específicas para os sistemas de ventilação de acordo com dados climatológicos de velocidade e direção do vento, entorno construído, tecnologias disponíveis e preferências dos usuários (TIBURCIO, 2018).

Tendo em mente que, de acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro, a ventilação natural é a principal estratégia para conforto e desempenho térmico para boa parte das regiões brasileiras, mesmo aquelas de clima mais frio, como as zonas bioclimáticas 2 e 3 (55 % das horas de desconforto térmico resolvidas com a ventilação natural), sua aplicação ao projeto é fundamental para atingir o conforto térmico com o menor dispêndio de energia possível (ABNT, 2005; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Para delinear o estado da arte relativo a estudos sobre ventilação natural em salas de aula, empreendeu-se uma pesquisa de revisão sistemática e bibliométrica. A revisão sistemática pode ser sintetizada como uma pesquisa que tem início com a definição de uma ou mais questões para as quais se deseja resposta e critérios de inclusão e exclusão. A partir daí, a literatura científica passa a ser pesquisada sistematicamente para identificar os estudos mais relevantes. Posteriormente, os estudos incluídos passam a ser avaliados quanto ao risco de viés. Quando possível, os dados são combinados com métodos meta-analíticos (MEERPOHL et al., 2012). Sampaio e Mancini (2007) salientam que esse tipo de estudo é retrospectivo e secundário, assim, a revisão é conduzida pela publicação de muitas pesquisas experimentais acerca do assunto em questão.

Esse tipo de revisão é considerado como uma ferramenta confiável para analisar ou resumir evidências sobre determinados temas. Através da revisão sistemática, o avaliador pode examinar todas as publicações incluídas no banco de dados de pesquisa e selecionar as que abordam questões semelhantes. É interessante que seja elaborada, no processo de revisão, a organização de uma planilha que identifique informações como bases de dados utilizadas, processos de seleção, número de estudos incluídos e estudos avaliados pelo(s) revisor(es) (LINDE; WILLICH, 2003).

Em relação à revisão de cunho bibliométrico, a bibliometria, conforme Vanti (2002), consiste na aplicação de técnicas estatísticas e matemáticas para descrever aspectos da literatura e de outros meios de comunicação, sendo a originalmente conhecida como bibliografia estatística. Medeiros et al. (2015) indicam a análise bibliométrica como um estudo complementar à sistematização da bibliografia.

Dessa forma, é possível a apresentação dos resultados obtidos, com auxílio da revisão sistemática, por meio de gráficos e tabelas, além da realização de análises e interpretações das informações obtidas. Na revisão bibliométrica, há uma quebra dos dados da revisão sistemática em indicadores bibliométricos, o que auxilia no tratamento de dados brutos para torná-los mais compreensíveis, viabilizando a melhor tomada de decisões.

No presente estudo, a questão de pesquisa adotada foi: qual o panorama atual de pesquisas científicas que envolvem a ventilação natural em salas de aula objetivando o conforto térmico dos usuários e a eficiência energética das edificações escolares? Considerando a importância da abordagem, a literatura que versa sobre conforto ambiental e eficiência energética em ambientes escolares é vasta, tanto em nível nacional quanto internacional. Para tanto, objetiva-se pesquisar, analisar e estabelecer a frequência e a caracterização dos trabalhos científicos mais relevantes voltados para o uso da ventilação natural em salas de aula, visando ao conforto térmico dos usuários e à eficiência energética da edificação, por meio de uma revisão sistemática e bibliométrica. Dessa forma, busca-se fazer uma contribuição ao estado da arte focando-se no uso da ventilação natural como estratégia passiva para a melhor eficiência energética em salas de aula, garantindo o conforto térmico dos usuários.

2 Metodologia

A metodologia do trabalho baseou-se nas publicações de Sampaio e Mancini (2007), Libanio e Amaral (2011) e Medeiros et al. (2015), que se destinam à revisão sistemática e bibliométrica da literatura. A coleta de dados, realizada no dia 10 de dezembro de 2020 e atualizada no dia 25 de maio de 2021, contemplou trabalhos publicados desde 2001, quando foi implantado o Portal de Periódicos da CAPES, que propiciou acesso digital facilitado a artigos científicos, teses e dissertações e também marco para regulamentação de eficiência energética de edificações no Brasil. As bases de dados selecionadas foram: Sage Journals, Scopus, Web of Science e Scielo. Tal escolha se deu porque essas bases de dados indexam um número considerável de trabalhos acerca do tema pesquisado em nível mundial. As bases foram consultadas com auxílio do Portal de Periódicos CAPES que permite a busca a partir de áreas específicas de conhecimento. Adicionalmente, foi incluída a pesquisa em periódicos em língua portuguesa que têm por escopo a tecnologia do ambiente construído em seus aspectos de conforto térmico e eficiência energética de edificações. Nessa categoria, foram inseridos os periódicos Ambiente Construído, Revista PARC: Pesquisa em Arquitetura, e a Revista Projetar: Projeto e Percepção do Ambiente. A Revista Ambiente Construído possui a diretriz de publicar os melhores artigos apresentados em eventos do Encontro Nacional e Latino Americano de Conforto do Ambiente

Construído (ENCAC, ELACAC) e Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), cujos escopos voltam-se também ao conforto, desempenho e eficiência energética de edificações, sendo, portanto, um veículo de disseminação da melhor produção nacional no tema.

As palavras-chave selecionadas, presentes no Quadro 1, foram pesquisadas na língua inglesa para as bases de dados Sage Journals, Scopus e Web of Science e na língua portuguesa para as revistas nacionais Ambiente Construído, PARC e Projetar. A pesquisa em inglês foi realizada porque permite englobar trabalhos dos mais diversos países, por se tratar de uma língua universal no meio científico e possibilitar um maior número de referências relevantes para a área. Para a base de dados Scielo, foram pesquisados os termos em língua inglesa e portuguesa, já que a mesma permitiu um número de resultados mais abrangente quando as palavras-chave foram redigidas em português. Os termos pesquisados foram filtrados, permitindo sua inserção em título, palavras-chave e resumo. As etapas da revisão sistemática estão sintetizadas no Quadro 1. O mapeamento sistemático da literatura e a organização dos metadados, conforme mostrado na Tabela 1, foi obtido com auxílio do *software* EndNote.

Quadro 1 - Etapas da revisão sistemática da literatura na base de dados

Etapas da revisão sistemática	Etapas da pesquisa sobre satisfação dos usuários em salas de aula e eficiência desses locais
Adoção da pergunta científica	Qual o panorama atual de pesquisas científicas que envolvem a eficiência da ventilação natural em salas de aula e a sua correlação com o conforto térmico dos usuários?
Bases de dados	Sage Journals, Scopus, Web of Science, Scielo, Revista Ambiente Construído, Revista PARC, e Revista Projetar.
Definição de palavras-chave (<i>strings</i>)	As palavras-chave utilizadas foram: “ <i>Natural ventilation</i> ” + <i>schools</i> (“Ventilação natural” + escolas); “ <i>Thermal comfort</i> ” + <i>classrooms</i> (“Conforto térmico” + salas de aula); <i>Hygrothermal simulation</i> + <i>schools</i> (Simulação higrotérmica + escolas).
Horizonte de pesquisa	Artigos científicos em periódicos nacionais e internacionais a partir de 2001.
Critérios de exclusão de trabalhos	Foram excluídos trabalhos que não analisaram aspectos de conforto térmico, de eficiência energética ou estratégias relacionadas ao uso da ventilação natural em salas de aula.
Seleção inicial de trabalhos	A partir da análise do resumo, observação de duplicidades e verificação de acesso íntegro ao trabalho, restaram 616 de um total de 2.721 trabalhos.
Avaliação da temporalidade do tema e recorte temporal	Classificação dos periódicos por ano de publicação e definição do recorte temporal.
Recorte temporal – a partir de 2001	Restaram 172 artigos.

Etapas da revisão sistemática	Etapas da pesquisa sobre satisfação dos usuários em salas de aula e eficiência desses locais
Avaliação crítica dos trabalhos aderentes	Os trabalhos incluídos foram analisados através de um quadro contendo as seguintes informações: número de identificação do artigo; autoria; ano de publicação; título do trabalho; base(s) de dados; resumo sintetizado; e tipo de documento.
Resumo sintetizado	O resumo sintetizado dos trabalhos aderentes foi incluído no quadro de avaliação dos artigos.
Elaboração de considerações finais, incluindo as evidências sobre os efeitos da intervenção	Foi elaborado um mapeamento da produção intelectual acerca da ventilação natural visando ao conforto térmico e a eficiência energética em salas de aula.

Fonte: Adaptado de Sampaio e Mancini (2007) e Libanio e Amaral (2011).

Tabela 1 - Mapeamento sistemático da literatura

Etapa	Palavras-chave		
	“Natural ventilation” + schools	“Thermal comfort” + classrooms	Hygrothermal simulation + schools
Pesquisa nas bases de dados	1.509	1.125	87
Leitura do resumo e exclusão das duplicidades e publicações inacessíveis na íntegra	213	355	48
Leitura do trabalho	67	103	2

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

A revisão sistemática, através das 3 expressões, com busca em sete diferentes bases de dados, retornou 2.721 resultados. A leitura dos resumos e exclusão de duplicidades reduziu o número para 616 publicações. Nessa etapa, foram excluídos artigos em que não foi possível ter o acesso íntegro da publicação, sendo inviável prosseguir com a sua análise, além daqueles que não abordam a questão da pesquisa. Por fim, uma vez feita a leitura dos artigos completos, restaram 172 publicações aderentes à pergunta científica.

Tal revisão foi desenvolvida seguindo os seguintes tópicos: ano; país em que os trabalhos foram realizados; título do periódico ou do evento científico; palavras-chave; objetivos; artigos mais citados; e instituições com maior número de autores. Os dados quantitativos, por sua vez, foram em parte obtidos com auxílio do *software* EndNote. Os metadados das referências exportadas das três bases de dados foram importados para o *software*. Determinadas informações sobre os trabalhos foram viabilizadas e organizadas através do EndNote, como: ano das publicações, periódicos e eventos científicos de apresentação dos trabalhos, palavras-chave mais citadas, e quantidade de citações do trabalho em outras publicações. Os demais dados, como: países em que os trabalhos foram desenvolvidos, organizadores dos eventos científicos e locais de

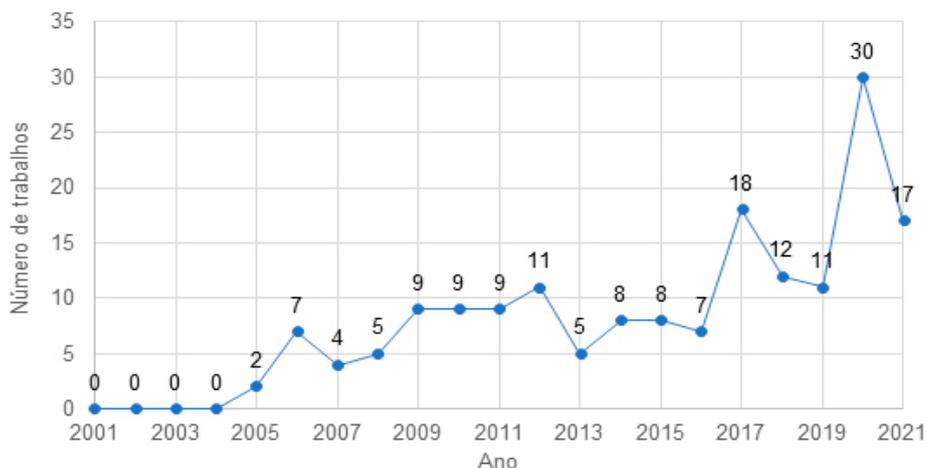
realização, instituições a que os autores estavam vinculados durante o desenvolvimento das pesquisas, metodologias e objetivos das pesquisas, foram adquiridos através da leitura das publicações.

3 Resultados e discussões

Através da revisão sistemática, realizada por meio da definição de palavras-chave, busca em bases de dados citadas (Scopus, Sage Journals, Web of Science, Scielo, Revista Ambiente Construído, Revista PARC e Revista Projetar), aplicação dos filtros de pesquisa e sistematização da bibliografia, foi possível realizar uma revisão bibliométrica dos dados obtidos. Quanto ao ano de publicação, dos 172 trabalhos inclusos na pesquisa, conforme mostrado na Figura 1, houve uma maior quantidade de publicações científicas relacionadas a aspectos de eficiência da ventilação natural em salas de aula e sua correlação com a satisfação dos usuários nos anos de 2017 e 2020 (18 e 30 publicações, sequencialmente).

O aumento no número de publicações sobre o assunto pode indicar uma maior apreensão sobre os impactos do ambiente construído educacional na aprendizagem, sobre o uso consciente da energia nesses ambientes, e possivelmente em virtude da pandemia da Covid-19, situação que, segundo a ONU (2021), poderá se prolongar indefinidamente, caso não seja feito um esforço global para contê-la. No contexto brasileiro, conforme o Ministério da Saúde (2020), a priorização do uso de ambientes com ventilação natural é uma das recomendações para a biossegurança na comunidade escolar. Ademais, o mesmo setor governamental destaca que as escolas são fundamentais na construção de soluções para os problemas que colocam em risco saúde dos alunos e de suas famílias. Portanto, devem sofrer articulações intersetoriais para que promovam o desenvolvimento educacional da população.

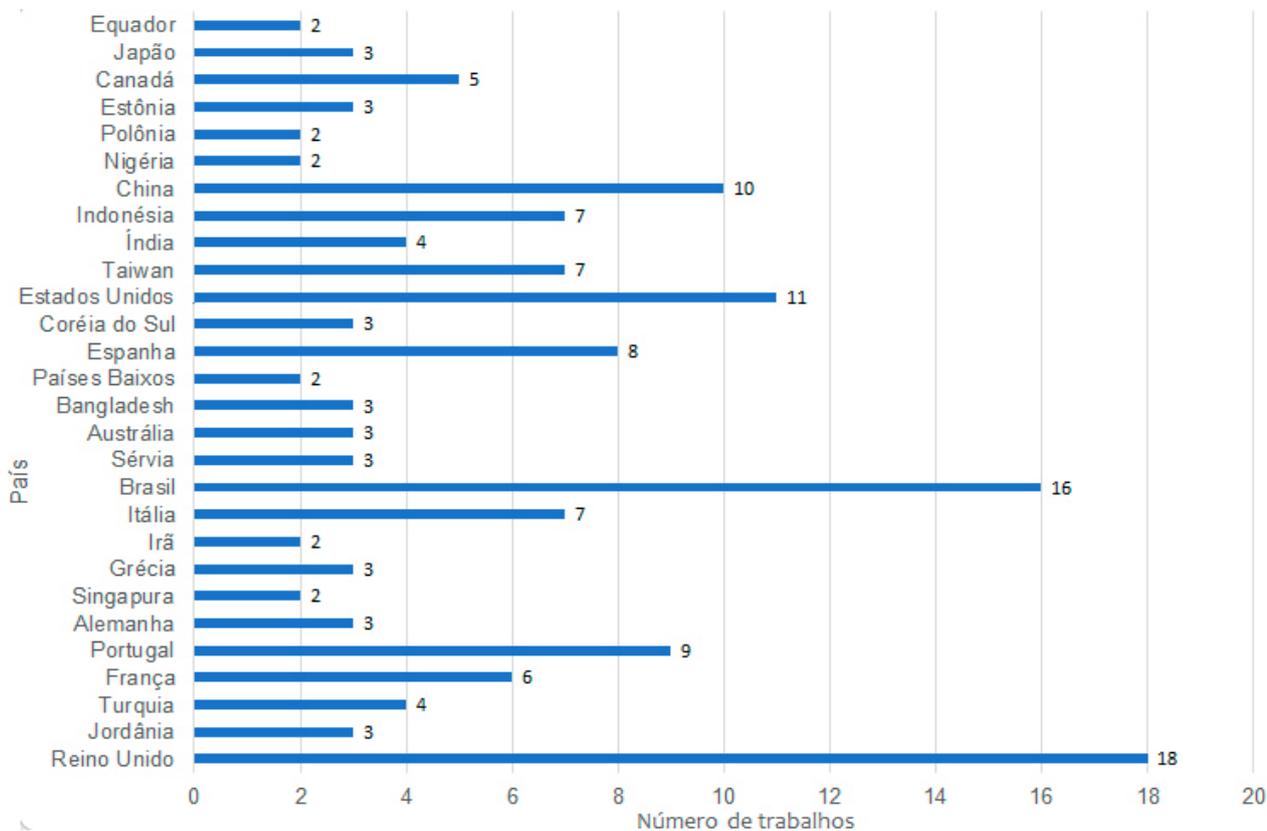
Figura 1 - Relação de número de trabalhos aderentes por ano



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Para apurar a relação dos países nos quais foram desenvolvidas as 172 pesquisas, foi elaborado um segundo gráfico, mostrado na Figura 2, que apresenta os locais com mais de uma publicação aderente. No total, foram identificados 49 países. Os países onde os autores desenvolveram a maior parte das publicações sobre o assunto, desde 2001, conforme as bases de dados, foram Reino Unido, com 18 artigos, e Brasil, que possui 16. Em 21 países verificou-se que foram desenvolvidas apenas 1 publicação sobre o tema em cada. Nota-se que os pesquisadores brasileiros têm dedicado estudos de ventilação natural em ambientes escolares, demonstrando que as condições existentes podem ser aprimoradas, melhoradas e mesmo alteradas do ponto de vista do conforto térmico e da eficiência energética.

Figura 2 - Países com maior quantidade de trabalhos aderentes

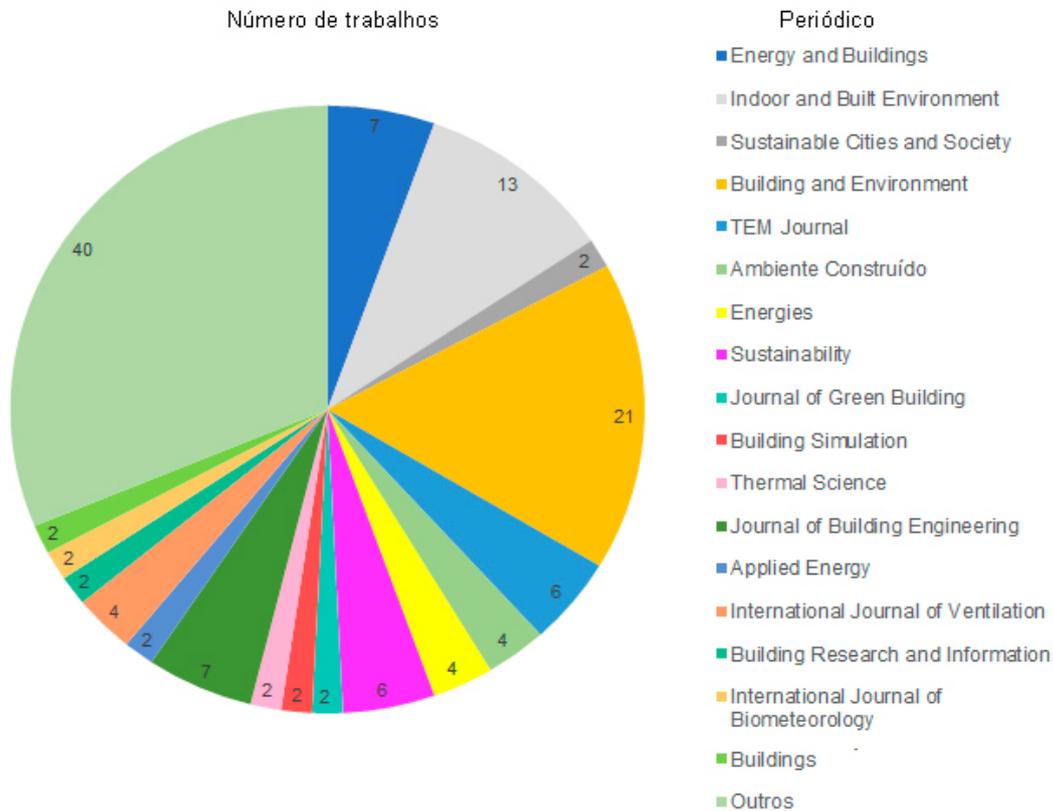


Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Dentre os 172 trabalhos científicos coletados, 128 são artigos de periódicos e 44 são trabalhos publicados em anais de eventos científicos que disponibilizaram os artigos publicados nas bases de dados pesquisadas. Na Figura 3, são apresentados os periódicos em que houve o maior número de publicações inclusas na revisão feita. Na classificação “outros” do gráfico, foram agrupados os periódicos em que ocorreu apenas 1 publicação, que teve um total de 40 títulos diferentes. O periódico “Building and Environment” (ISSN: 0360-1323 e fator de impacto: 4.971, conforme o Journal Citation Reports – JCR – ano 2020) foi o que somou o maior número de publicações, com um total de 21 artigos. Conforme o *ranking* de periódicos com maior impacto,

influência e prestígio, identificado pelo Scimago Journal e Country Rank (2020), para o ano de 2019, na classificação de Edifícios e Construções, “Building and Environment” encontra-se na 8ª posição de um total de 50.

Figura 3 - Quantidade de publicações aderentes por periódico



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Os trabalhos apresentados em anais de eventos científicos, aderentes à pesquisa, somaram 44 publicações. Foram identificados 38 eventos diferentes, sendo que os que reuniram mais de um trabalho foram: Healthy Buildings: Creating a Healthy Indoor Environment for People – HB (2006); 26th International Conference on Passive and Low Energy Architecture: Architecture Energy and the Occupant’s Perspective – PLEA (2009); 5th Windsor Conference – Air conditioning and the low carbon challenge (2008); 10th International Conference on Healthy Buildings (2012); e 3rd International Conference on Sustainability in Architectural Design and Urbanism – ICSADU (2019). A relação entre o nome do evento identificado na coleta de dados, ano de realização, local e organizadores, pode ser vista no Quadro 2.

Quadro 2 - Relação de eventos científicos pertinentes aos trabalhos aderentes

Evento científico	Ano	Local	Organizador(es)
Healthy Buildings: Creating a Healthy Indoor Environment for People – HB	2006	Lisboa (Portugal)	ISIAQ (International Society of Indoor Air Quality and Climate)
23 rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture – PLEA	2006	Genebra (Suíça)	University of Geneva; University of Applied Sciences of Western Switzerland; Service cantonal de l'énergie, Genève.
Winter Meeting of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers – ASHRAE	2006	Chicago (Estados Unidos)	ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)
Building Simulation – BSv	2007	Beijing, (China)	IBPSA (International Building Performance Simulation Association)
5 th Windsor Conference – Air conditioning and the low carbon challenge	2008	Windsor (Inglaterra)	NCEUB (Network for Comfort and Energy Use in Buildings)
9 th International Healthy Buildings Conference and Exhibition – HB	2009	Nova Iorque (Estados Unidos)	ISIAQ (International Society of Indoor Air Quality and Climate)
26 th International Conference on Passive and Low Energy Architecture: Architecture Energy and the Occupant's Perspective – PLEA	2009	Quebec (Canadá)	Université Laval
27 th International Conference on Passive and Low Energy Architecture: Architecture and Sustainable Development – PLEA	2011	Ottignies-Louvain-la-Neuve (Bélgica)	SST/ILOC - Faculté d'Architecture, d'Ingénierie architecturale, d'Urbanisme
4 th WSEAS International Conference on Engineering Mechanics, Structures, Engineering Geology – EMESEG'11	2011	Iráklio (Grécia)	WSEAS
28 th International PLEA Conference on Sustainable Architecture + Urban Design: Opportunities, Limits and Needs – Towards an Environmentally Responsible Architecture	2012	Lima (Peru)	PUCP (Pontificia Universidad Católica del Perú)
10 th International Conference on Healthy Buildings – HB	2012	Brisbane, (Australia)	ISIAQ (International Society of Indoor Air Quality and Climate)
5 th International Conference on Architecture, Materials and Construction – ICAMC	2019	Lisboa (Portugal)	University of Lisbon
10 th International Conference on Indoor Air Quality and Climate	2005	Beijing, (China)	International Academy of Indoor Air Sciences; International Society of Indoor Air Quality and Climate

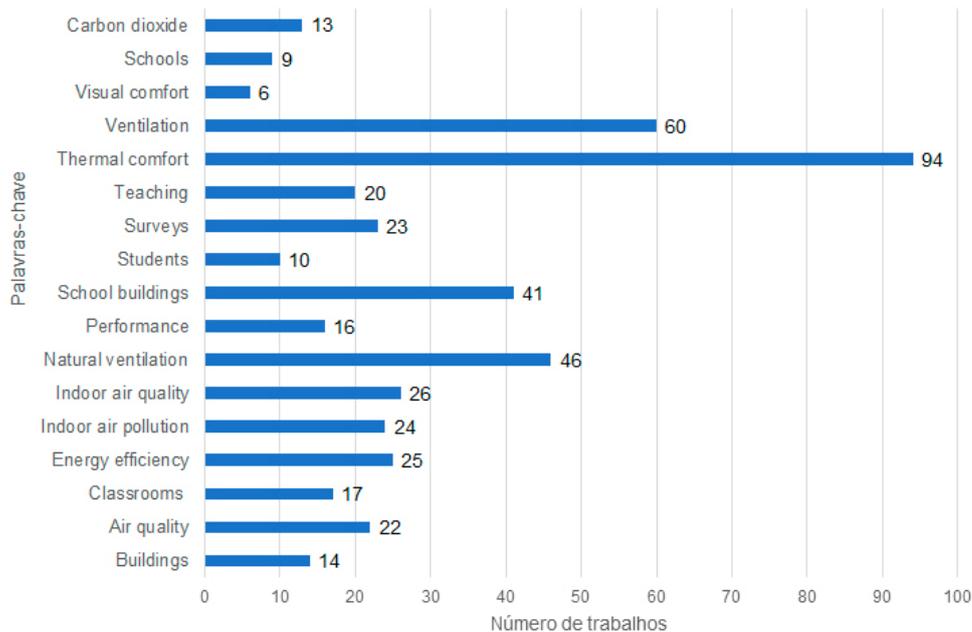
Evento científico	Ano	Local	Organizador(es)
6 th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in Buildings: Sustainable Built Environment – IAQVEC	2007	Sendai (Japão)	Tohoku University
Healthy and Sustainable Buildings Conference – IAQ	2007	Baltimore (Estados Unidos)	ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)
29 th Biennial Solar World Congress of the International Solar Energy Society – ISES	2009	Joanesburgo (África do Sul)	Sustainable Energy Society of Southern Africa
11 th IFAC/IFIP/IFORS/IEA Symposium on Analysis, Design, and Evaluation of Human-Machine Systems	2010	Valenciennes (França)	The Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis
12 th Conference of International Building Performance Simulation Association Building Simulation – BS	2011	Sydney (Austrália)	IBPSA (International Building Performance Simulation Association)
ASHRAE Winter Conference	2012	Chicago (Estados Unidos)	ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)
7 th Windsor Conference: The Changing Context of Comfort in an Unpredictable World	2012	Windsor (Inglaterra)	NCEUB (Network for Comfort and Energy Use in Buildings)
3 th EPI International Conference on Science and Engineering – EICSE	2019	Celebes do Sul (Indonésia)	Center of Technology (COT), Universitas Hasanuddin
International Conference on Engineering, Technologies, and Applied Sciences – ICETsAS	2019	Kiev (Ucrânia)	Membros de Afyon Kocatepe University, Trento University, Nyiregyhaza Collage Universitesi, Technical University of Cluj Napoca, Sains University e Technical University of Kosice
3 th International Conference on Sustainable Development ICSD	2015	Roma (Itália)	Pontifical Gregorian University
1 st Nordic Conference on Zero Emission and Plus Energy Buildings – ZEB	2019	Trondheim (Noruega)	NTNU (Norwegian University of Science and Technology)
12 th Nordic Symposium on Building Physics – NSB	2020	Talín (Estônia)	Tallinn University of Technology, Center of Excellence in Zero Energy and Resource Efficient Smart Buildings and Districts (ZEBE)
International Conference on Future Buildings and Districts – Energy Efficiency from Nano to Urban Scale – CISBAT	2017	Lausanne (Suíça)	LESO-PB (Solar Energy and Building Physics Lab)

Evento científico	Ano	Local	Organizador(es)
Healthy Buildings Europe – HB Europe	2015	Eindhoven (Holanda)	ISIAQ.nl (International Society of Indoor Air Quality and Climate – Nederland); Eindhoven University of Technology
Healthy Buildings Europe – HB Europe	2017	Lublin (Polônia)	ISIAQ (International Society of Indoor Air Quality and Climate)
11 th International Conference on Energy Sustainability – ASME	2017	Carolina do Norte (Estados Unidos)	ASME (American Society of Mechanical Engineers)
2 nd International Conference on Physics for Sustainable Development and Technology – ICPSDT	2017	Chittagong (Bangladesh)	CUET (Chittagong University of Engineering & Technology)
72 nd Conference of the Italian Thermal Machines Engineering Association	2017	Lecce (Itália)	ATI (Italian Thermal Machines Engineering Association)
International High-Performance Built Environment Conference – A Sustainable Built Environment Conference – SBE16, iHBE	2016	Sydney (Austrália)	Faculty of Built Environment, UNSW Australia; Cooperative Research Centre (CRC) for Low Carbon Living, Australia
3 rd International Conference on Construction and Building Engineering: Smart Construction Towards Global Challenges- ICONBUILD	2017	Palembang (Indonésia)	Universitas Sriwijaya (UNSRI), Palembang, Indonesia; Universiti Teknologi Malaysia (UTM)
3 rd International Conference on Sustainability in Architectural Design and Urbanism – ICSADU	2019	Surakarta (Indonésia)	Department of Architecture (Faculty of Engineering, Universitas Diponegoro)
8 th International Conference on Applied Energy – ICAE	2016	Pequim (China)	International Conference on Applied Energy – ICAE
13 th International Conference on Indoor Air Quality and Climate: Indoor Air	2014	Hong Kong (China)	ISIAQ (International Society for Indoor Air Quality and Climate); The University of Hong Kong
Sustainability in the Built Environment for Climate Change Mitigation – SBE	2019	Thessalonik (Grécia)	Laboratory of Building Construction and Building Physics (School of Engineering Aristotle University of Thessaloniki)
9 th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning – ISHVAC, Joint with the 3 rd International Conference on Building Energy and Environment – COBEE	2015	Tianjin (China)	Harbin Institute of Technology

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Foram 17 as expressões ou palavras-chave mais recorrentes nos artigos aderentes, sobressaindo-se os termos *Thermal comfort* (conforto térmico), com 94 indicações. A palavra-chave *Ventilation* (ventilação), por sua vez, foi identificada 60 vezes, e a expressão *Natural ventilation* (Ventilação natural), 46 vezes. Aqui se verifica que as expressões ou palavras-chave mais utilizadas são correspondentes à questão levantada pela pesquisa, o que era esperado. A Figura 4 apresenta esses resultados.

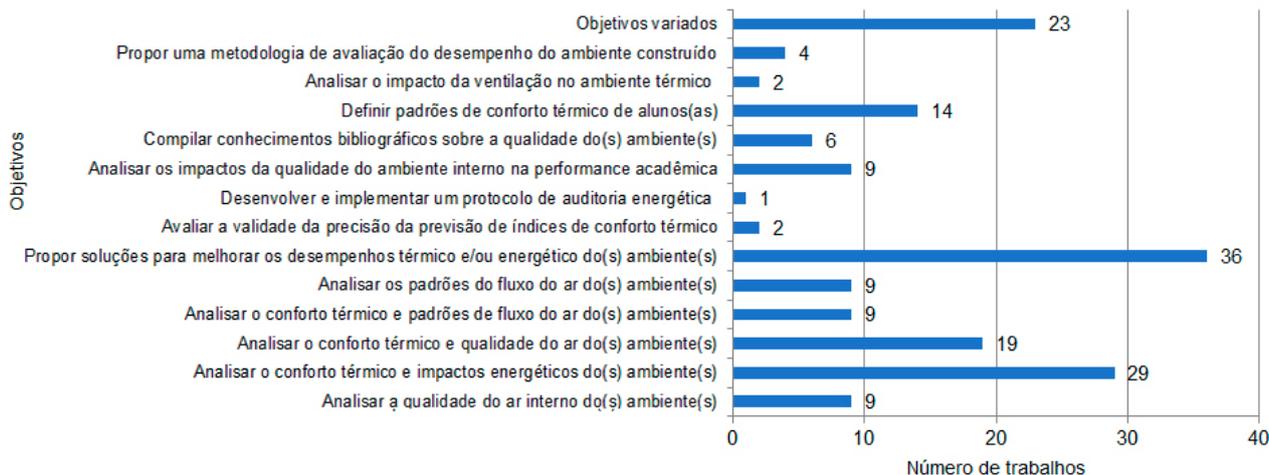
Figura 4 - Palavras-chave mais englobadas nos trabalhos aderentes



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Em relação aos propósitos das publicações, os artigos foram classificados em 14 objetivos distintos, como mostrado na Figura 5. Dentre os grupos, o que mais reuniu publicações (36 artigos) foi aquele que concentrou trabalhos que se destinaram a propor soluções para melhorar o desempenho térmico e/ou energético do(s) ambiente(s). Nesse grupo, foram incluídas publicações que objetivaram introduzir estratégias arquitetônicas e ferramentas computacionais novas, para melhorar o desempenho térmico dos espaços bem como a sua avaliação de desempenho. Como exemplos, é possível citar Musskopf e Sattler (2006) e Ismail e Miran (2020). Com a segunda maior quantidade de trabalhos, se sobressaiu a classificação em que se buscou analisar o conforto térmico e impactos energéticos de ambiente(s), representada pelos artigos de Becker, Goldberger e Paciuk (2007) e Abreu-Harbach, Chaves e Brandstetter (2018), por exemplo.

Figura 5 - Relação entre objetivos e quantidade de trabalhos aderentes



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Quanto às técnicas mais aplicadas nas metodologias dos trabalhos, destacam-se os procedimentos de medição *in situ*, sendo possível citar os artigos de Mumovic et al. (2009) e Hamzah, Mulyadi e Ishak (2020), a simulação computacional, representada por Becker, Goldberger e Paciuk, (2007) e Oliveira e Carlo (2021) e os questionários com alunos, representados pelo artigo de Yang e Zhang (2008) e de Shaughnessy et al. (2012), como pode ser identificado na Figura 6. Alguns trabalhos envolveram mais de uma técnica, e verificou-se que na maioria dos trabalhos em que se desenvolveu medição *in situ* também foram efetuados questionários com usuários dos ambientes, aqui representados por Hamzah, Mulyadi e Ishak (2020) e Munonye e Ji (2020).

Figura 6 – Técnicas mais presentes nas metodologias dos trabalhos aderentes



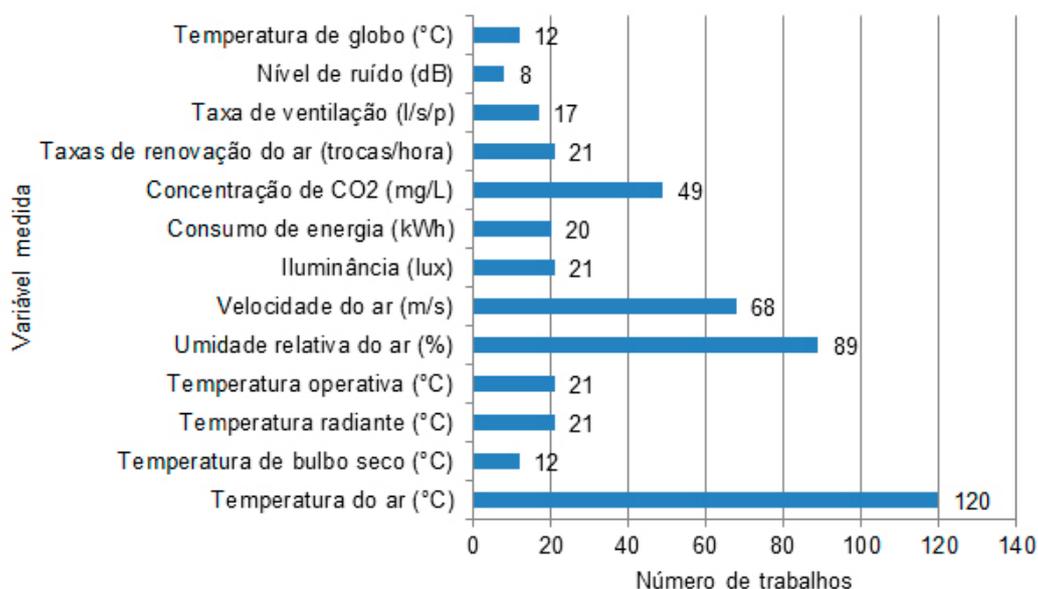
Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Em relação ao período de realização dos procedimentos metodológicos, algumas pesquisas consideraram apenas uma estação do ano, enquanto outras, várias. O verão foi a estação em que mais foram desenvolvidas pesquisas (80 trabalhos), seguido do inverno (70 trabalhos), da primavera (57 trabalhos) e, por último, do outono (51 trabalhos). Os períodos de aplicação estão relacionados aos climas predominantes para

os contextos de estudo, ou seja, climas quentes irão focar nas condições de conforto no verão, por exemplo.

Nos trabalhos, foram identificados a medição e o cálculo de diversas variáveis e elementos. Segundo o gráfico da Figura 7, que elenca aqueles mais verificados nas pesquisas, a medição da temperatura do ar (°C) se sobressaiu, estando presente em 120 trabalhos, como Mumovic et al. (2009) e Munonye e Ji (2020), seguida da umidade relativa do ar (%), verificada em 89 publicações, como Munonye e Ji (2020) e Mavrogianni e Mumovic (2010), e da velocidade do ar (m/s), medida em 68 casos, como Cândido et al. (2009) e Jung et al. (2011).

Figura 7 - Variáveis mais medidas e calculadas nos trabalhos aderentes



Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Para verificar a repercussão e o alcance dos trabalhos aderentes, foram elencados os trabalhos mais citados, seus autores, e os periódicos de publicação, em ordem decrescente, como é verificado no Quadro 3. O artigo “Thermal comfort: A review paper”, elaborado por Djongyang, Tchinda e Njomo (2010), publicado no periódico “Renewable & Sustainable Energy Reviews”, foi citado 326 vezes, sendo o mais citado em outras publicações. Durante a produção e publicação do trabalho, os autores do mesmo estavam vinculados à University of Yaounde, University of Ngaoundere e University of Dschang, todas situadas em Camarões.

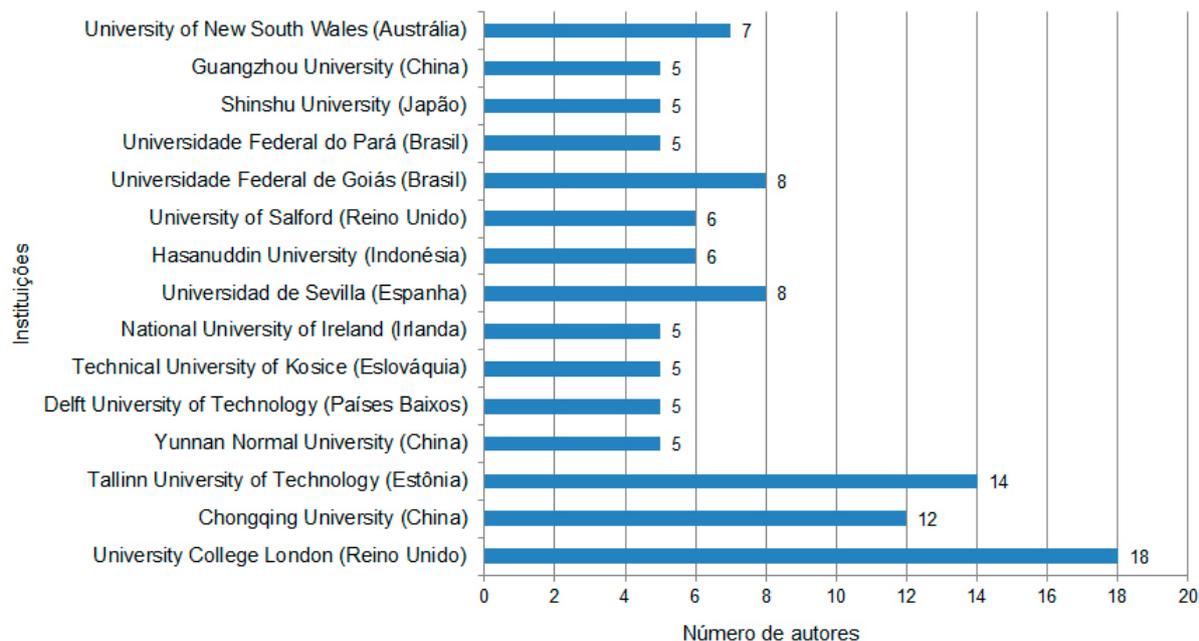
Quadro 3 - Trabalhos aderentes mais citados em outras publicações

Autoria	Título do trabalho	Quantidade de vezes citado	Periódico em que foi publicado
Djongyang; Tchinda; Njomo (2010).	Thermal comfort: A review paper	326	Renewable & Sustainable Energy Reviews
Hwang; Lin; Kuo (2006)	Field experiments on thermal comfort in campus classrooms in Taiwan	167	Energy and Buildings
Santamouris; Synnefa; Assimakopoulos; Livada; Pavlou; Papaglastra; Gaitani; Kolokotsa; Assimakopoulos (2008)	Experimental investigation of the air flow and indoor carbon dioxide concentration in classrooms with intermittent natural ventilation	153	Energy and Buildings
Mumovic; Palmer; Davies; Orme; Ridley; Oreszczyn; Judd; Critchlow; Medina; Pilmoor; Pearson; Way (2009)	Winter indoor air quality, thermal comfort and acoustic performance of newly built secondary schools in England	121	Building and Environment
Mors; Hensen; Loomans; Boerstra (2011)	Adaptive thermal comfort in primary school classrooms: Creating and validating PMV-based comfort charts	117	Building and Environment

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

Verificou-se que os autores dos trabalhos aderentes à pesquisa estão vinculados às mais variadas instituições, considerando que a coleta de publicações abrange um contexto mundial. Foram identificadas 240 diferentes instituições às quais os pesquisadores estavam associados durante a produção de suas respectivas publicações. University College London (Reino Unido) se sobressaiu, sendo 18 os autores a ela vinculados. Duas universidades brasileiras estão inseridas no grupo de instituições com maior número de autores, que foram a Universidade Federal de Goiás e a Universidade Federal do Pará. As 15 instituições que obtiveram maior concentração de autores são apresentadas no gráfico da Figura 9, com identificação do país em que cada uma está localizada.

Figura 9 - Instituições com maiores quantidades de autores



Fonte: As autoras (2021).

4 Considerações finais

Esta pesquisa teve como objetivo identificar, analisar e caracterizar os trabalhos científicos que abordam o uso da ventilação natural em salas de aula e sua relação com o conforto térmico e a eficiência energética dos ambientes, por meio de uma revisão sistemática e bibliométrica da literatura. Através da coleta e sistematização de dados, realizadas em contexto global, foram obtidas 172 publicações relevantes sobre o assunto, de um total de 2.721 resultados obtidos em sete bases de dados.

Os trabalhos inclusos na seleção incorporaram diferentes propósitos, entretanto, a maioria dos trabalhos identificados denota preocupação em propor soluções para situação(ões) de insatisfação devido a altas temperaturas, poluição do ar ou ineficiência energética. Os artigos mostraram, por sua vez, que a qualidade do ambiente interno deve ser aprimorada na maioria das salas de aula analisadas, e que estas têm impacto significativo sobre o desempenho acadêmico dos estudantes, assunto abordado em 9 das publicações aderentes.

Os países em que se originaram a maioria das pesquisas foram Reino Unido e Brasil. O ano de 2020 se destacou, com 30 publicações inclusas, considerando que a revisão sistemática foi finalizada no mês maio de 2021, indicando influência do contexto pandêmico. Desde 2005, o número de publicações sobre o tema foi bastante diversificado, entretanto, nesse âmbito, salienta-se que não foi possível ter acesso integral a todas as publicações, o que acabou reduzindo o número de trabalhos aderentes por ano.

As bases de dados Web of Science, Scopus e Sage Journals, bem como os termos de busca em língua inglesa, objetivaram apresentar um panorama global do tema. Entretanto, foi observado que muitos eventos e periódicos de relevância no Brasil não estiveram presentes na coleta de dados dessas plataformas. Assim, as revistas Ambiente Construído, PARC e Projetar foram inclusas nas bases de dados, sendo possível determinar, com maior precisão, o panorama brasileiro de publicações científicas em português.

As contribuições do artigo dizem respeito a apresentar indicadores de produção científica sobre a ventilação natural em salas de aula. O estudo bibliométrico da produção realizada nos últimos anos permitiu mensurar a disseminação de pesquisas e o nível de importância científica do tema, que tem variado muito nos diversos países, conforme as bases de dados adotadas. Dessa forma, o trabalho fornece aos pesquisadores um compilado de referências científicas sobre o tema. A disponibilidade de metodologias e ferramentas mais utilizadas na obtenção de resultados também atribui suporte à comunidade científica no planejamento de suas pesquisas.

Sugere-se, como uma possível continuidade de revisão sistemática sobre o assunto, ampliar a busca em outros periódicos brasileiros com Qualis CAPES, apontando quais tradicionalmente têm publicado artigos sobre o tema para o contexto brasileiro, e aprofundar a análise dos resultados e a aplicação desses em contextos reais, a fim de verificar os impactos sociais das pesquisas.

Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15220-3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social*. Rio de Janeiro, 2003.
- ABREU-HARBICH, Loyde V. de; CHAVES, Victor L.A.; BRANDSTETTER, Maria Carolina G. O. Evaluation of strategies that improve the thermal comfort and energy saving of a classroom of an institutional building in a tropical climate. *Building and Environment*, [S.l.], v. 135, p. 257-268, maio 2018.
- ALTOÉ, Leandra; COSTA, José M.; OLIVEIRA FILHO, Delly; MARTINEZ, Francisco J. R.; FERRAREZ, Adriano H.; VIANA, Lucas de A.. Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. *Estudos Avançados*, 31 (89), 2017, p. 285-297.
- BECKER, Rachel; GOLDBERGER, Itamar; PACIUK, Monica. Improving energy performance of school buildings while ensuring indoor air quality ventilation. *Building and Environment*, [S.l.], v. 42, n. 9, p. 3261-3276, set. 2007.
- BITTENCOURT, Leonardo S.; SACRAMENTO, Alexandre da S.; CÂNDIDO, Christina, LEAL, Thalianne. Estudo do desempenho do peitoril ventilado para aumentar a ventilação natural em escolas de Maceió/AL. *Ambiente Construído*, v.7, n. 3, 2007, p.59-69.
- CÂNDIDO, Christhina; DEAR, Richard de; LAMBERTS, Roberto; BITTENCOURT, Leonardo. Air Movement Preference and Thermal Comfort: a survey in classrooms during summer season in brazil. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE - PLEA, 26., 2009, Quebec City. *Proceedings [...]*. Quebec City: [S.n.], 2009. p. 1-5.
- CERQUEIRA, Rodrigo M.; PEREIRA, Iraci M.. Análise do conforto térmico por meio de simulação computacional em projeto de escola padrão do estado de Minas Gerais. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENCAC; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ELACAC, 12., 8., 2013, Brasília. *Anais [...]*. Brasília: ANTAC, 2013. p. 1-10.
- DJONGYANG, Noël; TCHINDA, René; NJOMO, Donatien. Thermal comfort: a review paper. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [S.l.], v. 14, n. 9, p. 2626-2640, dez. 2010.
- FDE. Fundação para o Desenvolvimento da Educação. *Sustentabilidade - Eficiência Energética nas Escolas*. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.fde.sp.gov.br/PagePublic/Interna.aspx?codigoMenu=225>. Acesso em: 07 dez. 2020. (sítio eletrônico do FDE).
- FNDE. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. *Infraestrutura física (escolar): projetos arquitetônicos para construção*. Brasília: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/par/eixos-de-atuacao/infraestrutura-fisica-escolar>. Acesso em: 07 dez. 2020. (sítio eletrônico do FNDE).
- FRIGERI, Bruna; JESUS, Luciana de; RAMOS, Larissa Andara. Avaliação do conforto ambiental em edifícios escolásticos: o caso da UMEF Irmã Feliciano Garcia, Vila Velha- ES. In:

ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENCAC; ENCONTRO LATINOAMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ELACAC, 13., 9., 2015, Campinas. *Anais [...]*. Campinas: ANTAC, 2015. p. 1-10.

HAMZAH, B; MULYADI, R; ISHAK, M T. Factors Affecting Thermal Comfort of Elementary Schools' Students in Makassar. *Iop Conference Series: Materials Science and Engineering*, Bristol, v. 875, p. 1-8, 23 jul. 2020.

HWANG, Ruey-Lung; LIN, Tzu-Ping; KUO, Nai-Jung. Field experiments on thermal comfort in campus classrooms in Taiwan. *Energy and Buildings*, [S.l.], v. 38, n. 1, p. 53-62, jan. 2006.

ISMAIL, Suzan T.; MIRAN, Fenk D. The Revival of Traditional Passive Cooling Techniques for School Buildings Through Windcatchers. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, [S.l.], v. 11, n. 5, p. 1-25, jun. 2020.

JCR. Journal Citation Reports. *BUILDING AND ENVIRONMENT*. 2020. Disponível em: <https://jcr.clarivate.com/>. Acesso em: 26 maio 2021.

JUNG, Gun Joo; SONG, Sung Ki; AHN, Young Chull; OH, Geun Sug; IM, Young Bin. Experimental research on thermal comfort in the university classroom of regular semesters in Korea. *Journal of Mechanical Science and Technology*, [S.l.], v. 25, n. 2, p. 503-512, fev. 2011.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. *Eficiência energética na arquitetura*. 3. ed. São Paulo: PW Editores, 2014.

LIBANIO, Claudia de Souza; AMARAL, Fernando Gonçalves. Aspectos da gestão de design abordados em dissertações e teses no Brasil: uma revisão sistemática. *Revista Produção Online*, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 565-594, jun. 2011.

LINDE, Klaus; WILLICH, Stefan N. How objective are systematic reviews? Differences between reviews on complementary medicine. *Journal of The Royal Society of Medicine*, Londres, v. 96, n. 1, p. 17-22, jan. 2003.

MAVROGIANNI, A.; MUMOVIC, D. On the Use of Windcatchers in Schools: climate change, occupancy patterns, and adaptation strategies. *Indoor and Built Environment*, [S.l.], v. 19, n. 3, p. 340-354, 12 nov. 2009.

MEDEIROS, Ivan Luiz de; VIEIRA, Alessandro; BRAVIANO, Gilson; GONÇALVES, Berenice Santos. Revisão Sistemática e Bibliometria facilitadas por um Canvas para visualização de informação. *InfoDesign*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 93-110, 2015.

MEERPOHL, Joerg J.; HERRLE, Florian; ANTES, Gerd; ELM, Erik Von. Scientific Value of Systematic Reviews: survey of editors of core clinical journals. *Plos One*, [s.l.], v. 7, n. 5, p. 1-5, 1 maio 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Contribuições para o retorno às atividades escolares presenciais no contexto da pandemia Covid-19*. Brasil: [S.n.], 2020.

MUMOVIC, D.; PALMER, J.; DAVIES, M.; ORME, M.; RIDLEY, I.; ORESZCZYN, T.; JUDD, C.; CRITCHLOW, R.; MEDINA, H.A.; PILMOOR, G.; PEARSON, C.; WAY, P.. Winter indoor air quality, thermal comfort and acoustic performance of newly built secondary schools in England. *Building and Environment*, [S.l.], v. 44, n. 7, p. 1466-1477, jul. 2009.

- MUNONYE, Charles; JI, Yingchun. Evaluating the perception of thermal environment in naturally ventilated schools in a warm and humid climate in Nigeria. *Building Services Engineering Research and Technology*, [S.l.], v. 42, n. 1, p. 5-25, 16 abr. 2020.
- MUSSKOPF, Diego; SATTLER, Miguel. Natural Ventilation through Buried Pipes in a Small School in Viamão (Brazil). In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE - PLEA, 23., 2006, Geneva. *Proceedings [...]*. Geneva: [S.n.], 2006. p. 1-6.
- OLIVEIRA, Matheus Menezes; CARLO, Joyce Correna. Avaliação do conforto térmico e renovação de ar em ambientes com chaminés solares. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 293-314, jan. 2021.
- ONU. Organização das Nações Unidas. Mundo continua “em situação muito perigosa” em relação à Covid-19, diz OMS. *ONU News*, New York, 24 mai. 2021. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2021/05/1751542>. Acesso em: 01 jun. 2021.
- PBE Edifica. Programa Brasileiro de Etiquetagem. Sobre o PBE Edifica. Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sobre>. Acesso em: 04 jan. 2021.
- SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 83-89, fev. 2007.
- SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. *Manual de Economia de Energia Elétrica na Escola*. São Paulo: Secretaria de Estado de Energia, 2019. Disponível em: <https://midiasstoragesec.blob.core.windows.net/001/2019/03/manual-de-economia-de-energia-eletrica-na-escola.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2020.
- SCIMAGO JOURNAL. *Building and Environment*. Simago Journal & Country Rank. 2020. Disponível em: <https://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=2215>. Acesso em: 08 jun. 2020.
- SHAUGHNESSY, Richard; TOYINBO, Oluyemi; TURUNEN, Mari; KURNITSKI, Jarek; HAVERINEN-SHAUGHNESSY, Ulla. Indoor Environmental Quality in Finnish Elementary Schools and Its Effects on Students’ Health and Learning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTHY BUILDINGS - HB, 10., 2012, Brisbane. *Proceedings [...]*. Brisbane: [S.n.], 2012. p. 1-2.
- TIBÚRCIO, Isabela C. da S. P.. *Ventilação natural em edificações residenciais: parâmetros normativos para configuração das aberturas*. 2017. 207 f. Tese (Doutorado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.
- VANTI, Nadia Aurora. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 31, n. 2, p. 152-162, maio/ago. 2002.
- YANG, Wei; ZHANG, Guoqiang. Thermal comfort in naturally ventilated and air-conditioned buildings in humid subtropical climate zone in China. *International Journal of Biometeorology*, [S.l.], v. 52, n. 5, p. 385-398, 12 dez. 2007.