XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Conforto Térmico em Edificações Educacionais: Uma Revisão Sistemática de Literatura a partir das Publicações do ENCAC/ENLACAC

Confort Térmico en Edificaciones Educativas: Una Revisión Sistemática de la Literatura Basada en Publicaciones ENCAC/ENLACAC

Thermal Comfort in Educational Buildings: A Systematic Literature Review Based on ENCAC/ENLACAC Publications

Conforto Térmico / Confort Térmico / *Thermal Comfort*

Martins da Costa, Gleidson
Mestre em Engenharia Civil UPE, professor da Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Brasil, gmcosta@uefs.br

Silva de Lima, Munique

Doutoranda em Ciências dos Materiais UFMS, professora do Instituto Federal de Educação Tecnológica, Aquidauana, Brasil munique.lima@ifms.edu.br

Resumo

Este artigo apresenta uma revisão dos estudos sobre conforto térmico em instituições de ensino, publicados nas três últimas edições do ENCAC/ENLACAC. A metodologia adotada baseia-se nos princípios da revisão sistemática, com adaptações dos métodos propostos por Liguori e Labaki (2019) e Bilésimo, Custódia e Ghisi (2021), sendo estruturada em quatro etapas. Os resultados evidenciam a relevância da avaliação do conforto térmico em ambientes educacionais, destacam uma predominância de investigações focadas em salas de aula e indicam uma baixa produção de estudos sobre a região Norte. Conclui-se que há potencial de melhoria nos projetos escolares por meio de estratégias passivas, sendo também necessário ampliar a diversidade regional das avaliações e fomentar a discussão sobre a criação de uma norma brasileira específica para o tema.

Palavras-chave: Aprendizagem. ASHRAE Standard 55. Simulação Computacional. Sala de aula.

Resumen

Este artículo presenta una revisión de los estudios sobre confort térmico en instituciones educativas, publicados en las tres ediciones más recientes del ENCAC/ENLACAC. La metodología adoptada se basa en los principios de la revisión sistemática, con adaptaciones de los métodos propuestos por Liguori y Labaki (2019) y Bilésimo, Custódia y Ghisi (2021), y fue estructurada en cuatro etapas. Los resultados evidencian la relevancia de la evaluación del confort térmico en ambientes educativos, resaltan una predominio de investigaciones centradas en aulas y Indican una baja producción de estudios sobre la región Norte. Se concluye que existe potencial para mejorar los proyectos escolares mediante estrategias pasivas, siendo también necesario ampliar la diversidad regional de las evaluaciones y fomentar el debate sobre la creación de una norma brasileña específica sobre el tema.

Palabras clave: Aprendizaje. Norma ASHRAE 55. Simulación Computacional. Sala de clase.

Abstract

This article presents a review of studies on thermal comfort in educational institutions, published in the three most recent editions of ENCAC/ENLACAC. The adopted methodology is based on the principles of systematic review, with adaptations from the methods proposed by Liguori and Labaki (2019) and Bilésimo, Custódia, and Ghisi (2021), and was structured in four stages. The results highlight the relevance of evaluating thermal comfort in educational environments, emphasize a predominance of studies focused on classrooms and indicate a low production of studies about the Northern region. It is concluded that there is potential to improve school building design through passive strategies, and it is also necessary to expand the regional diversity of evaluations and promote the discussion on the development of a specific Brazilian standard on the topic.

Keywords: Learning. ASHRAE Standard 55. Computational Simulation. Classroom.

1. INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem é impactado por diversos fatores. Sobre o desempenho cognitivo, Soares e Andrade (2006) afirmam que três aspectos são fundamentais nesse cenário. A estrutura escolar, junto com a família e as características socioeconômicas do aluno, é condicionante importante para se obter um bom desempenho por parte dos discentes (*ibid.*). Além da capacitação dos professores, os aspectos físicos das salas de aulas, ambiente de interação entre professores e alunos, contribuem para boas condições de ensino. Sabe-se que existe forte conexão entre a qualidade e a produtividade com o ambiente de trabalho (Wargocki; Wyon, 2005; Bakó-Biró *et al.*, 2007), dessa forma, Coutinho Filho *et al.* (2007) assumem que as salas de aulas precisam prover os alunos e professores de condições saudáveis.

Nesse cenário, o conforto térmico é um aspecto imprescindível para consolidação das práticas relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem, à medida que as condições do ambiente térmico podem impactar no desempenho dos atores que atuam nesses espaços, alunos e professores. Apesar de essa relação já ter sido comprovada em diversos estudos, ao adentrar nas edificações de ensino, é notório ainda que muitos espaços não são projetados para garantir um ambiente confortável termicamente para os seus usuários (Souza, 2020; Santos, 2018; Sartori; Silva Filho; Torres, 2021).

Diante dessa inadequação dos ambientes, muitos estudos sobre conforto térmico, desenvolvidos nos últimos anos, têm se debruçado sobre os estabelecimentos de ensino a fim de avaliar as condições de conforto térmico desses locais e propor melhorias. O Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC), que ocorre simultaneamente com o Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído (ENLACAC), vem se destacando, a partir da última década, como um dos principais fóruns de debates acerca das questões de conforto ambiental no Brasil e América Latina, apresentando em seu acervo inúmeras publicações a respeito do conforto térmico em instituições de ensino.

Tais estudos, individualmente, apresentam informações sobre os projetos de edificações destinados às diferentes regiões do Brasil, bem como a alguns países latino-americanos. Todavia, faz-se importante revisar os trabalhos que tratam sobre o conforto térmico em estabelecimentos

de ensino para sintetizar as principais informações e identificar oportunidades e rumos para pesquisas futuras.

2. OBJETIVO

O objetivo geral é apresentar uma revisão sistemática dos artigos sobre conforto térmico em instituições de ensino, publicados nas três últimas edições do ENCAC/ENLACAC, com o intuito de caracterizar e sistematizar as principais informações desses estudos, contribuindo para uma visualização holística sobre os procedimentos aplicados nos trabalhos e acerca do conforto térmico nesses espaços e ajudando a identificação de possíveis direcionamentos para futuras pesquisas na área.

3. MÉTODO

O método aplicado neste trabalho trata-se de uma revisão sistemática, adaptando os métodos propostos pelos trabalhos de Liguori e Labaki (2019) e Bilésimo, Custódia e Ghisi (2021). Assim, o estudo foi dividido em quatro etapas, sendo elas:

A) Formulação da pergunta: De que forma as edificações escolares são avaliadas pela ótica do conforto térmico e como eles têm sido avaliados? **B) Definição dos termos de pesquisa e os limites inferior e superior dos anos das publicações:** foi estabelecido um conjunto de termos (escola, universidade, educação, estudantes, aprendizagem, aula, ensino), considerando para a inclusão os trabalho que possuíam esses termos ou variações deles no título ou palavras-chave, bem como aqueles que possuíam o nome de uma instituição de ensino. Quanto ao período, foram definidos os anos de 2019, 2021 e 2023, que correspondem aos anos das três últimas edições do ENCAC/ENLACAC. Considerando que o evento é realizado bienalmente, as três últimas edições abrangem um período de seis anos, oferecendo um panorama representativo das discussões mais recentes sobre o tema **C) Triagem dos trabalhos:** nesta etapa, foram selecionados apenas os estudos que se caracterizam como estudos de caso e apresentam, em seus resultados, índices capazes de determinar as condições de conforto térmico das edificações. Dos 55 trabalhos inicialmente identificados, 28 atenderam a esse critério e foram incluídos na revisão. **D) Codificação, análise e síntese dos dados:** os artigos foram lidos com o intuito de obter as informações necessárias para caracterização dos estudos.

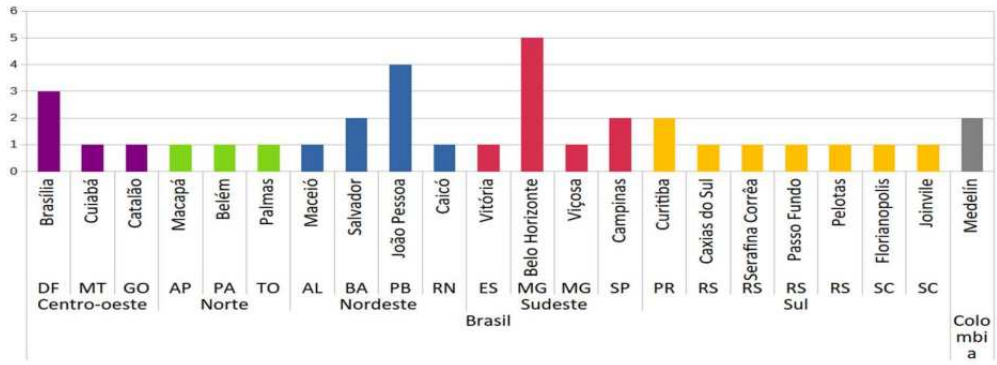
4. RESULTADOS

O primeiro resultado destacado, nesta seção, diz respeito a quantidade de trabalhos encontrados. Foi levantado um total de 55 publicações que tratavam de forma direta ou indiretamente sobre conforto térmico no contexto educacional. Todavia, como o objetivo deste trabalho é apresentar um panorama das avaliações das edificações educacionais em termos de conforto térmico, as publicações que apresentam, por exemplo, apenas uma revisão de literatura não foram incluídos na análise deste trabalho. Obteve-se, assim, 28 artigos para revisão.

A maior parte dos trabalhos foi publicada em 2019, correspondendo a 64,3% (18) do total de artigos. Em segundo lugar, ficou o evento de 2023, contando com 21,4% (6) dos artigos. O ano de 2021, representa um percentual de 14,3% (4) dos artigos levantados que trabalham com a temática objeto de análise deste trabalho.

Sobre a distribuição das avaliações em função da localidade, verifica-se que os estudos sobre a citada tipologia de edificação estão distribuídos em 22 cidades, no Brasil ou na Colômbia (especificamente em Medellín). Evidencia-se que em algumas publicações a avaliação da edificação foi realizada em mais de uma cidade. O Sudeste tem a maior quantidade de estudos, com destaque para a cidade de Belo Horizonte, onde foram realizadas 5 avaliações sobre o conforto térmico em edificações de ensino (Figura 1).

Figura 1: Localização das edificações avaliadas.

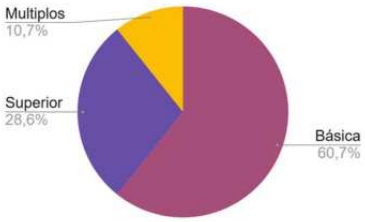


Fonte: Os autores.

As regiões Nordeste e Sul ficaram em segundo lugar em relação à quantidade de estudos, sendo João Pessoa-PB e Curitiba-PR as cidades com o maior número de avaliações em suas respectivas regiões. Ademais, a região Norte conta apenas com 3 avaliações, considerando as condições climáticas referentes a estados diferentes.

As instituições analisadas se dedicam a diferentes níveis de ensino (Figura 2). A maioria delas foca na educação básica, 60,7% (17) das edificações avaliadas são destinadas à educação infantil, ensino fundamental ou ensino médio. Alguns trabalhos, por exemplo, avaliaram as condições de conforto em creches.

Figura 2: Foco da instituição

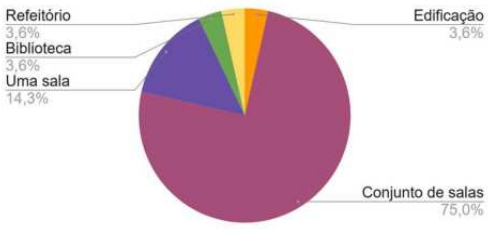


Fonte: Os autores.

Cerca de 28,6% (8) dos estabelecimentos trabalham com ensino superior, enfatizando que todas as instituições são públicas. As edificações com foco em múltiplos níveis ensinos correspondem a 9,7% (3), caracterizadas por institutos/centros federais, que ofertam ensino médio técnico, bem como ensino superior.

Apenas uma edificação foi avaliada por completo, estando ainda na fase de projeto. Em 75,0% (21) dos casos, a avaliação do conforto térmico ocorreu em um conjunto de salas (dois ou mais ambientes), e em um desses casos a edificação ainda não havia sido construída. Em 14,3% (4) dos trabalhos, os autores fizeram a análise do conforto térmico em apenas uma sala da instituição, sendo importante destacar também que em uma dessas análises a edificação estava na fase de projeto (Figura 3). É importante que tais edificações sejam avaliadas na etapa de projeto para que problemas possam ser previamente solucionados, evitando a necessidade de intervenções após a construção, fato constatado em algumas das publicações.

Figura 3: Espaços avaliados.

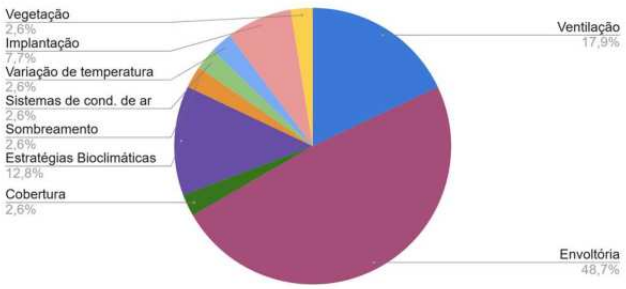


Fonte: Os autores.

Ainda a respeito dos espaços avaliados, dois trabalhos se dedicaram a avaliar ambientes diferentes das salas de aula/laboratório. Assim, houve a avaliação de uma biblioteca e um refeitório, ambas já construídas. Problemas de desconforto térmico existem nos diversos espaços, inclusive nos que são condicionados artificialmente, logo, é importante que os estudos possam se debruçar sobre outros espaços.

Os trabalhos de conforto térmico costumam adotar um ou mais parâmetros/elementos da edificação para realizar a avaliação. Nesse cenário, a maior parte dos estudos, isto é, 48,7% (19) dos casos não enfatizam um aspecto específico da edificação no processo de avaliação (Figura 4).

Figura 4: Parâmetro da edificação avaliado.

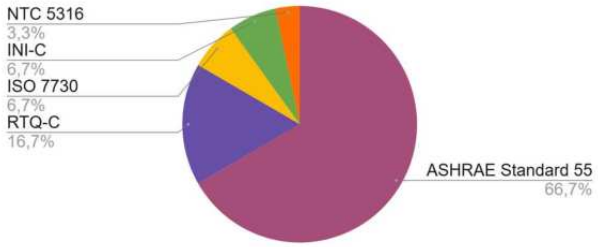


Fonte: Os autores.

Por sua vez, em 17,9% (7) dos artigos, os estudos sobre o conforto térmico dos espaços estiveram baseados principalmente no impacto decorrente da variação das condições de ventilação. Outros aspectos construtivos e não construtivos também foram utilizados como variáveis independentes, para estimar como a sua variação impactaria nas condições térmicas das edificações. Por exemplo, a implantação/orientação, a vegetação e o sombreamento.

No que se refere às metodologias aplicadas nos estudos, foram identificadas quais normas, instruções normativas, guias que foram empregadas no processo de análise do conforto térmico. A norma americana da ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) *Standard* 55 se destaca como sendo a principal referência para os estudos sendo aplicada em 66,7% (20) das publicações que fazem parte deste trabalho (Figura 5).

Figura 5: Normas utilizadas no processo de avaliação.

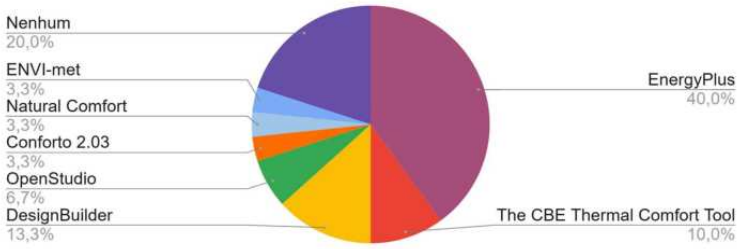


Fonte: Os autores.

Em algumas publicações, o foco não está unicamente na avaliação dos conforto térmico. Em vista disso, esse aspecto foi avaliado como um requisito para determinar, por exemplo, o nível de eficiência energética da edificação. Esses trabalhos, então, utilizaram as orientações presentes nos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios (RTQ-C) e Instrução Normativa Inmetro (INI-C), substitutos do RTQ-C. Ademais, observou-se que em 6,9% (2) dos estudos utilizaram a ISO 7733.

Sobre os softwares empregados na metodologia, o *software EnergyPlus* é o mais citado como ferramenta para obtenção dos dados para avaliação do conforto térmico, correspondendo a 40,0% (12) das publicações. Outras ferramentas são citadas, mas que funcionam com base na ferramenta citada anteriormente como o *OpenStudio* e *DesignBuilder* (Figura 6).

Figura 6: Ferramentas computacionais usadas no processo de avaliação.



Fonte: Os autores.

O uso das ferramentas supracitadas está associado à avaliação do conforto térmico através da simulação computacional. Porém, é importante salientar que em 25,0% (7) dos estudos, os pesquisadores recorreram ao uso de questionários para coleta da percepção dos usuários dos espaços avaliados. Nesse cenário, informa-se também que 28,8% (8) das pesquisas, houve a determinação do PMV (*Predicted Mean Vote*) ou PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*). Outro método empregado foi a medição *in loco*, observado em 35,7% (10) dos estudos. Alguns trabalhos recorreram a mais de uma ferramenta.

Os ambientes das edificações foram avaliadas considerando diferentes formas de ventilação e condicionamento dos espaços (Tabela 1).

Tabela 1: Condição do espaço (s) avaliado (s).

Condição do espaço(s) avaliado (s)	Quantidade
Ventilado naturalmente	17 (60,7%)
Condicionado artificialmente	3 (10,7%)
Ventilado naturalmente e condicionado artificialmente	4 (14,3%)
Ventilado naturalmente e mecanicamente	3 (10,7%)
Ventilado naturalmente e mecanicamente e condicionado artificialmente	1 (3,6%)

Fonte: Os autores

Em 60,7% (17) das análises, os espaços foram considerados ventilados naturalmente, sendo essa a realidade de muitas edificações de ensino do Brasil. Em 10,7% (3) dos estudos, os ambientes foram considerados condicionados artificialmente. Nas demais situações, adotaram-se diferentes formas de ventilação e condicionamento do ar para estabelecer as condições térmicas dos espaços. O período considerado na avaliação do conforto térmico variou entre os estudos. Assim, 46,4% (13) estabeleceram um ano, 50,0% (14) determinaram um conjunto de dias e 3,6% (1) delimitou um dia como período para avaliar o conforto térmico. Acerca desse aspecto, sabe-se que a avaliação consideram um ano completo traz uma resposta mais detalhadas sobre o impacto da edificação no conforto dos usuários.

A tabela 2 apresenta a(s) principal(ais) consideração(ões) acerca da avaliação do conforto térmico de cada artigo incluído na revisão deste trabalho.

Tabela 2: Principais considerações dos trabalhos.

Autores (Ano)	Principais considerações
Alves et al. (2019)	Os resultados das simulações indicam que o conforto térmico é atingido em 62% das horas de operação das salas de aula para o Cenário 1, e o percentual aumenta à medida que são introduzidas ações de melhoria do conforto térmico. No Cenário 2 a introdução dos ventiladores permite subir para 74% este percentual enquanto no Cenário 3 com a introdução do ar condicionado este percentual sobe para 86%.
Amorim et al. (2019)	A aceitabilidade térmica de 80% só foi alcançada em 49% dos horários avaliados, representando 69% dos horários de 7:00h às 9:30h e 29% das 10:00h às 12:30h. Porém, quando a movimentação do ar é de até 0,6m/s a aceitabilidade térmica alcança 90% dos horários e 97% quando a velocidade do vento permitida é de até 1,2 m/s. Estes resultados comprovam a possibilidade de se obter conforto térmico sem a utilização do condicionamento artificial do ar.
Arango et al. (2019)	A população estudantil que teve aula nos dois edifícios estudados durante o ano de 2018 teve que suportar 234 horas de desconforto térmico; 110 para as tipologias representativas do bloco 46 e 124 para o bloco 21, porém, se se propõe redistribuir as aulas de acordo com seus horários mais adequados: das 8h00 às 10h00 e das 16h00 às 18h00, podendo ser reduzidas 14 horas de desconforto térmico.
Araújo; Scalco; Batista (2019)	Quando comparados aos casos simulados sem isolamento na cobertura, tal incremento reduziu os percentuais de horas ocupadas em desconforto e a intensidade do desconforto pela metade, nas quatro salas, em relação aos casos sem isolamento. O uso de coberturas com cores claras, coberturas escuras com isolamento e coberturas claras com isolamento proporcionaram reduções de aproximadamente 50% no desconforto em relação ao modelo real. Tais alterações no telhado resultaram em aproximadamente 20% das horas ocupadas, nas quatro salas, em desconforto por calor.
Barbosa et al. ((2019)	Para uma análise mais aprofundada se faz necessária uma coleta de dados de conforto térmico mais ampla e que contemple mais salas da edificação.
Barbosa; Veloso (2019)	As alternativas propostas, apesar de amenizarem a sensação de desconforto térmico no frio em até 16%, não foram capazes de atender à zona de conforto estabelecida pela ASHRAE Standard 55.
Brito et al. (2019)	As famílias A e B tem potencial de obter POCs superiores a 80% e maior facilidade para a obtenção da etiqueta de eficiência A, com intervenções simples no projeto de arquitetura. Para a família C, que apresenta o menor percentual de horas de conforto, estratégias mais significativas de ventilação e sombreamento devem ser adotadas, e, ainda, somente será possível o nível máximo da etiqueta de eficiência com o recurso de bonificação, previsto no RTQ-C.
Duarte; Lima; Oliveira (2019)	Verificou-se que a utilização de exaustores, em complemento a ventilação natural, não proporcionou condições aceitáveis de conforto térmico, aos usuários, conforme faixa de conforto adaptativa estabelecida pela ASHRAE 55/2010, para 80% de aceitabilidade.
Freitas; Oliveira; Lima (2019)	O Prédio 12 como um todo apresentou 91% de horas ocupadas em conforto, enquadrando-se no nível A, nível mais alto de conforto apresentado pelo regulamento. Entretanto, quando se realizou a análise dos ambientes separadamente verificou-se que, determinadas zonas térmicas localizadas no 2o pavimento apresentaram desconforto térmico por calor elevado. Os resultados indicaram a possibilidade de obtenção de maiores índices de conforto por meio de estratégias passivas aliadas a modificações construtivas, tais como alteração do tipo de vidro, cobertura e brises da edificação.
Lucas; Souza; Silva (2019)	Por meio da análise dos resultados foi possível perceber que o índice normativo (PMV) não foi capaz de predizer a percepção térmica dos usuários, ou seja, previu uma sensação térmica inferior ao que foi realmente indicada pelos estudantes. Além disso, identificou-se que o aumento de 1°C na temperatura do ar fez com que a chance de sentir desconforto aumentasse em 18,20%.
Medeiros; Araújo; Vasconcelos (2019)	As duas escolas apresentam horas em desconforto ao calor, e pode-se considerar que a ventilação mecânica ou natural não auxilia na atenuação do desconforto devido às altas temperaturas registradas acima de 33°C.
Montoya (2019)	Os alunos relataram estar em conforto térmico entre 23°C e 28°C de To, enquanto a norma NTC 5316 recomenda no máximo 26°C.
Rodrigues; Fernandes (2019)	Quanto ao conforto térmico, as medições das variáveis ambientais mostraram que a escola atende aos requisitos definidos pelo FNDE.
Souza; Lima; Macedo; Leder (2019)	As respostas dos 269 questionários aplicados, indicam que nas quatro escolas 39,37% dos alunos indicaram votos de sensação de calor, 25,54% de sensação de frio, 35,09% sensação de neutralidade, 14,4% preferência por mais quente, 29,9% neutralidade, 55,7% preferência por mais frio e 7,8% das crianças votaram na preferência por ambientes ventilados naturalmente, o que pode indicar uma relação entre o uso dos aparelhos e a sensação de conforto térmico.
Souza et al. (2019)	A temperatura média do ar nos ambientes internos em 28,78°C, condição na qual 45,53% dos estudantes apontaram desconforto por calor. Por outro lado, aqueles que indicaram neutralidade térmica (31,71%) encontravam-se sob condições térmicas no intervalo de 27,10°C até 30,00°C – demonstrando que paralelamente há uma tolerância por temperaturas mais elevadas.
Teles et al. (2019)	As famílias A e B têm potencial de obter POCs superiores a 80%, portanto, alcançam etiqueta A sem grandes intervenções. As recomendações para o aumento do POC são exclusivamente para a família C, ou seja, para as zonas bioclimáticas 7 e 8, zonas climáticas que obtiveram Etiqueta B.

Tondo; Hackenberg; Henning (2019)	A absortância e o material da cobertura foram elementos significativos no conforto da edificação. Assim, concluiu-se que os parâmetros mais influentes na edificação analisada dizem respeito à ventilação natural e à cobertura, sendo que a sua absortância solar e material foram parâmetros bastante sensíveis no modelo.
Vieira et al. (2019)	Os resultados indicaram desempenho térmico inadequado da edificação para o clima e, também, necessidade de ajustes para otimização de seu consumo energético e conforto térmico.
Ziebell; Bertoletti (2019)	Foi possível chegar a uma alternativa de projeto onde o conforto térmico foi ampliado em 5% quando comparado com a situação da edificação atual.
Furlani; Cardoso (2021)	Percebe-se, a partir destes dados, que há na PEE-12 desconforto térmico tanto no verão como no inverno. Uma possível explicação para essa sensação térmica, é a própria implantação no terreno, e os materiais construtivos da envoltória, que possivelmente não estão adequados às condições ambientais da região Sul do Brasil.
Viegas et al. (2021)	A sala ventilada naturalmente proporciona conforto térmico em 84,25% das horas, e as restantes, desconforto por calor. Já a sala condicionada artificialmente, proporciona conforto térmico em 100% das horas, mas apresenta uma renovação de ar insuficiente para a garantia de salubridade ambiental.
Duarte et al. (2021)	Ao relacionar conforto térmico e número de renovações, foi possível identificar que o aumento dos percentuais médios anuais de conforto térmico está atrelado aos maiores valores médios de renovações de ar.
Gouveia et al. (2021)	O estudo também evidencia a problemática envolvida na adoção de projetos escolares padronizados, sob a perspectiva do conforto térmico, visto que impondo as mesmas condições gerais para a cidade de Belém e Vitória, tem-se que o consumo energético para tornar o ambiente confortável ao longo do ano é no mínimo 70% mais oneroso em Belém.
Avelar; Souza (2023)	Nenhum dos blocos apresentou PHOCT superior à 90%,
Lima; Paiva (2023)	As envoltórias com alta inércia térmica são eficientes quando aplicadas em locais com baixas temperaturas, que possuem grandes amplitudes térmicas durante o dia, proporcionando assim conforto térmico também nas horas frias.
Souza; Lopes (2023)	Em relação ao conforto térmico, obteve-se valores de PMV próximo à neutralidade em um período de inverno, e sensação de leve calor em período de verão.
Shimasaki; Franceschini; Neves (2023)	Apesar disso, os resultados da pesquisa de campo mostraram que as poucas diferenças observadas no projeto contribuíram positivamente para que a escola com certificação AQUA-HQE apresentasse benefícios em relação à ventilação natural, ao conforto térmico e à qualidade do ar interior, se comparada à escola sem certificação.

Fonte: Os autores.

As conclusões despertam para as condições de conforto térmico dos espaços que, por sua vez, poderiam ser melhoradas a partir da adoção de diferentes estratégias, como o aumento da velocidade do ar, a mudança nos horários de utilização dos espaços e a alteração nas características da envoltória e a implantação da edificação no terreno. É possível notar a falta de consistência entre alguns métodos/normas de avaliação, que conduzem a resultados distintos.

5. CONCLUSÕES

O estudo destaca a relevância da avaliação do conforto térmico em ambientes educacionais, mostrando uma concentração de pesquisas em determinados períodos e locais. Os estudos analisaram edificações de ensino em 22 cidades situadas no Brasil e na Colômbia. Somente uma avaliação ocorreu, por exemplo, considerando as condições do clima semiárido (Caicó), logo, percebe-se uma necessidade de ampliação dos estudos em termos de localidade/clima .

O foco das publicações nas edificações de ensino básico pode estar relacionado com a condição de ventilação dessas instituições públicas, em sua maioria sem sistemas de condicionamento artificial nas salas de aula. Além disso, a maioria das avaliações ocorreu em salas de aula, e não em prédios inteiros, o que pode indicar desafios na realização de estudos abrangentes ou um foco mais detalhado na experiência dos usuários em ambientes específicos.

Sobre as metodologias utilizadas na avaliação do conforto térmico, elas estão baseadas principalmente na norma americana. Isso desperta para a necessidade de uma norma brasileira que trate especialmente sobre esse aspecto e leve em consideração as características físicas, climáticas e projetuais do Brasil. A relação entre conforto térmico e eficiência energética também aparece como um aspecto relevante, que é mostrada na utilização das instruções normativas RTQ-C/INI-C. Ademais, a simulação computacional está presente em muitos estudos, assim como, questionários e medições *in loco* são empregados como método para avaliar as condições térmicas dos espaços para os usuários.

O período considerado na avaliação dos espaços é um parâmetro importante quando se avalia o conforto térmico. A maioria dos trabalhos ainda delimitam um conjunto de dias. Todavia, sabe-se que a avaliação anual permite obter valores mais realísticos. Por fim, destaca-se que as conclusões dos trabalhos sugerem a necessidade de melhorias nos projetos das edificações de ensino, sugerindo em muitos casos estratégias de condicionamento térmico passivo em benefício do conforto dos usuários.

Referências

BAKÓ-BIRÓ, Zsolt; KOCHHAR, N.; CLEMENTS-CROOME, Derek John; AWAZI, H. B.; WILLIAMS, M. J. Ventilation Rates in Schools and Learning Performance. In: **REHVA World Congress Clima**, 9., 2007, Helsinki. **Anais...** Helsinki: REHVA, 2007.

BILÉSIMO, Thayane Lodete; CUSTÓDIO, Diego Antônio (2); GHISI, Enedir. Conforto térmico de crianças em salas de aula: uma revisão sistemática de literatura. In: ELACAC, 2019 - XV Encontro Nacional e XI Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, 2019. **Anais...** Palmas (Brasil), 2021.

COSTA, Gleidson Martins; LIMA, Munique Silva . **Base de dados utilizados na revisão sistemática de literatura a partir das publicações do ENCAC/ENLACAC**. 2025. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.14888100

COUTINHO FILHO, Erivaldo Fernande; SILVA, Edlaine Correia S. da; SILVA, Luiz Bueno da; COUTINHO, Antônio Souto. Avaliação do conforto ambiental em uma escola municipal em João Pessoa. 2007. Disponível em: http://www.prac.ufpb.br/anais/IXEnex/extensao/documentos/anais/5.MEIOAMBIENTE/5CTDEPPEX01.pdf. Acesso em: 09 fev. 2025.

LIGUORI, I.N.; LABAKI, L. C. Espaços de transição e conforto térmico: uma revisão sistemática da literatura. In: ELACAC, 2019 - XV Encontro Nacional e XI Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, 2019. Anais... João Pessoa (Brasil), 2019.

SANTOS, Jane Oliveira Silva. O (des)conforto ambiental na sala de aula: dificuldade de aprendizagem. **Monografia (Especialização em Educação no Semiárido)** – Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2018.

SARTORI, Gabriela; SILVA FILHO, Luiz Carlos Pinto da; TORRES, Maurício Carvalho Ayres. Análise do método de avaliação térmica dos projetos de pré-escolas do programa Proinfância. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 12, p. e021020, 2021.

SOARES, José Francisco; ANDRADE, Renato Júdice. Nível socioeconômico, qualidade e equidade das escolas de Belo Horizonte. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 50, p. 107-126, jan./mar. 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0104-40362006000100008. Acesso em: 09 fev. 2025.

WARLOCK, Pawel; WYON, David. The effects of classroom air temperature and outdoor air supply rate on performance of school work by children. In: **Proceedings of Indoor Air**, v. 1, p. 368-372, 2005.