

Conforto Térmico Em Instituições De Ensino Brasileiras: Uma Revisão Da Literatura

Thermal Comfort in Brazilian Educational Institutions: A Literature Review

Ana Paula Carvalho, Mestranda, Universidade Federal de Juiz de Fora

carvalho.anapaula@estudante.ufjf.br

Daniela Chagas de Araújo Mariano, Mestranda, Universidade Federal de Juiz de Fora

daniela.mariano@estudante.ufjf.br

Lara Fernandes Fontes, Mestranda, Universidade Federal de Juiz de Fora

fontes.lara@estudante.ufjf.br

Róber Dias Botelho, Doutor, Universidade Federal de Juiz de Fora

roberdias.botelho@ufjf.br

Tatiana Tavares Rodriguez, Doutora, Universidade Federal de Juiz de Fora

tatiana.rodriguez@ufjf.br

Número da sessão temática da submissão – [06]

Resumo

O conforto térmico em instituições de ensino é essencial para a qualidade do ambiente construído, uma vez que condições inadequadas comprometem o bem-estar, a saúde, o desempenho dos usuários e o consumo energético das edificações. No contexto brasileiro, a diversidade climática aliada à padronização recorrente de projetos escolares tem resultado em edificações pouco adaptadas às condições locais. Diante disso, este artigo analisa decisões projetuais relacionadas às condições ambientais, aos elementos construtivos e ao desempenho dos sistemas de climatização em instituições de ensino no Brasil, por meio de uma revisão crítica da literatura baseada em estudos de caso nacionais publicados nos últimos cinco anos. Os resultados evidenciam que a integração de estratégias passivas e o uso de simulações termoenergéticas aprimoram o desempenho térmico, enquanto a desconSIDERAÇÃO das especificidades climáticas locais compromete a eficácia das soluções adotadas.

Palavras-chave: Conforto térmico; Edificações educacionais; Arquitetura sustentável; Eficiência energética; Estratégias passivas de projeto

Abstract

Thermal comfort in educational institutions is essential for the quality of the built environment, since inadequate conditions compromise the well-being, health, performance of users, and energy consumption of buildings. In the Brazilian context, climatic diversity combined with the recurring standardization of school designs has resulted in buildings poorly adapted to local conditions.

Therefore, this article analyzes design decisions related to environmental conditions, construction elements, and the performance of air conditioning systems in educational institutions in Brazil, through a critical literature review based on national case studies published in the last five years. The results show that the integration of passive strategies and the use of thermo-energetic simulations improve thermal performance, while disregarding local climatic specificities compromises the effectiveness of the solutions adopted.

Keywords: *Thermal comfort; Educational buildings; Sustainable architecture; Energy efficiency; Passive design strategies*

1. Introdução

O conforto térmico constitui um dos principais fatores da qualidade ambiental, influenciando diretamente o bem-estar e o desempenho dos usuários. Segundo Fanger (1970), trata-se da satisfação térmica subjetiva resultante da interação entre variáveis ambientais (como temperatura do ar, radiação solar, umidade e ventilação) e fatores pessoais, como metabolismo e vestimenta, tendo como suporte os índices PMV e PPD (*Predicted Mean Vote* – Voto Médio Preditivo) e PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied* – Porcentagem Preditiva de Insatisfeitos – respectivamente) para avaliação da sensação térmica. No campo normativo, a NBR 15220-1 (ABNT, 2024) e a ASHRAE (2005) definem o conforto térmico como a satisfação psicofisiológica associada ao equilíbrio térmico do corpo humano com o ambiente.

Diante da diversidade climática brasileira, torna-se fundamental incorporar estratégias projetuais passivas desde as fases iniciais do projeto arquitetônico, como a adequada escolha de materiais, o sombreamento, o dimensionamento das aberturas e a ventilação cruzada (Kowaltowski, 2011; Lamberts; Dutra; Pereira, 2014). Contudo, observa-se a predominância do uso de sistemas artificiais de climatização em instituições públicas de ensino, prática que pode comprometer a saúde, intensificar o consumo energético e contribuir para a ocorrência da Síndrome do Edifício Doente (Costa; Freire; Kiperstock, 2019; ONU, 1982).

Em ambientes educacionais, caracterizados por elevada densidade de ocupação, o conforto térmico configura-se como indicador essencial da qualidade ambiental, sendo determinante para a saúde, a satisfação e o desempenho cognitivo dos usuários. Estudos evidenciam que condições térmicas adequadas reduzem desconfortos e favorecem a concentração e a aprendizagem, enquanto a predominância da sensação de calor compromete o desenvolvimento das atividades pedagógicas (Zhang *et al.*, 2022; Nascimento; Gomes; Torres, 2024).

Dessa forma, parte-se da hipótese de que as decisões de projeto arquitetônico interferem diretamente no conforto térmico em instituições de ensino, podendo favorecer ou comprometer o bem-estar e a experiência dos usuários. Assim, buscou-se com a pesquisa responder à seguinte questão: de que forma as decisões projetuais influenciam o conforto térmico em instituições de ensino no Brasil? Para tanto, objetivou-se analisar as decisões arquitetônicas sob a ótica das condições ambientais, dos elementos construtivos presentes nas edificações escolares em uso e do desempenho dos sistemas mecânicos adotados, investigando sua relação com a promoção do conforto térmico nos diferentes contextos educacionais brasileiros.

2. Procedimentos Metodológicos

Para o alcance do objetivo proposto, este estudo adotou como procedimento metodológico a revisão sistemática da literatura com definição por Sampaio e Mancini (2007). A pesquisa foi realizada em três bases de dados, sendo elas: Portal de Periódicos da CAPES, *Web of Science* e Google Acadêmico. Foi utilizado, como critério comum de filtragem, a inclusão exclusivamente de artigos de pesquisa compreendidos no intervalo de 2021 a 2025 que permitiam acesso aberto. Os critérios de inclusão para a seleção dos artigos abrangem: (a) artigos produzidos nacionalmente; (b) pesquisas que abordam estudos de caso de ambientes educacionais; (c) estudos que tratam de conforto térmico em ambientes de ensino, relacionados com o projeto arquitetônico; (d) artigos que dispõem de um maior número de citações. Houve a exclusão de termos, na base de busca Google Acadêmico, através da utilização do símbolo de subtração (-) antes dos seguintes descritores: hospital; covid; pandemia; revisão; “ambiente hospitalar”; “ambientes hospitalares”; “ambiente comercial”; comércio; “edifício comercial”, sendo analisados os resultados dos 130 mais citados nas duas pesquisas realizadas.

No Quadro 1, apresentado a seguir, estão expostas de maneira minuciosa as combinações dos descritores e booleanos utilizados nas bases de dados citadas.

Quadro 1: Combinação de descritores e booleanos utilizados em cada base de busca.

Buscas Realizadas		
Base da busca	Descritores	Resultados
CAPES	Descritores e Booleanos em Português: ((escola OR faculdade OR universidade OR “centro de ensino” OR “campus universitário” OR “instituição de ensino”) AND (“estudo de caso”) AND (“conforto térmico” OR “desempenho térmico” OR “arquitetura bioclimática” OR “isolamento térmico” OR “ambiente térmico” OR “eficiência térmica” OR “conforto higrotérmico”))	166
	Descritores e Booleanos em Inglês: ((“school” OR “college” OR “university” OR “educational center” OR “university campus” OR “educational institution”) AND (“case Study”) AND (“thermal comfort” OR “thermal performance” OR “bioclimatic architecture” OR “thermal insulation” OR “thermal environment” OR “thermal efficiency” OR “hygrothermal comfort”))	29
Web of Science	Descritores e Booleanos em Português: ((escola OR faculdade OR universidade OR “centro de ensino” OR “campus universitário” OR “instituição de ensino”) AND (“estudo de caso”) AND (“conforto térmico” OR “desempenho térmico” OR “arquitetura bioclimática” OR “isolamento térmico” OR “ambiente térmico” OR “eficiência térmica” OR “conforto higrotérmico”) AND (Brasil))	0
	Descritores e Booleanos em Inglês: ((“school” OR “college” OR “university” OR “educational center” OR “university campus” OR “educational institution”) AND (“case Study”) AND (“thermal comfort” OR “thermal performance” OR “bioclimatic architecture” OR “thermal insulation” OR “thermal environment” OR “thermal efficiency” OR “hygrothermal comfort”) AND (Brazil))	32
Google Acadêmico	Descritores e Booleanos em Português: ((escola OR “instituição de ensino” OR “ambiente educacional” OR universidade OR “edifício escolar”) AND (“estudo de caso” OR “pesquisa aplicada”) AND (“conforto térmico” OR “arquitetura bioclimática” OR “eficiência térmica”) AND (Brazil OR Brasil)) -hospital -covid -pandemia -revisão -“ambiente hospitalar” -“ambientes hospitalares” -“ambiente comercial” -comércio -“edifício comercial” -escritório -escritórios -“minha casa	130

	minha vida" - "moradia social" -corporativo	
	Descritores e Booleanos em Inglês: ((school OR "educational institution" OR "educational environment" OR university OR "school building") AND ("case study" OR "applied research") AND ("thermal comfort" OR "bioclimatic architecture" OR "thermal efficiency") AND (Brazil OR Brasil)) -hospital -covid -pandemic -review - "hospital environment" -"hospital environments" -"commercial environment" - commerce -"commercial building" -office -offices -"my house my life" -"social housing" -corporate	130

Fonte: os autores (2025).

Por fim, como critérios de exclusão, foram eliminados da seleção os seguintes materiais: (a) livros ou capítulos de livro; (b) artigos de revisão; (c) estudos de caso voltados ao ensino de arquitetura ou à implementação de ferramentas; (d) estudos que tratam de outra definição de arquitetura e conforto ambiental que não o térmico; (e) estudos sobre o projeto arquitetônico de outros ambientes que não sejam educacionais. Com isso, a partir da leitura do título e do resumo, aplicando os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 29 artigos para a revisão.

3. Análises dos Resultados e Discussões

Com o intuito de sistematizar os achados provenientes da revisão da literatura, os resultados e análises foram organizados em três categorias analíticas: condições ambientais; aspectos construtivos e sistemas HVAC (HVAC: *Heating, Ventilation and Air Conditioning*, ou aquecimento, ventilação e ar-condicionado). Essa divisão teve como objetivo facilitar a compreensão dos principais fatores que influenciam o conforto térmico em edificações escolares, permitindo uma abordagem estruturada e comparativa dos elementos identificados nos estudos selecionados.

Desse modo, conforme apresentado no Quadro 2, os artigos selecionados foram organizados segundo as três categorias supracitadas, com o objetivo de otimizar sua visualização e proporcionar a sistematização geral dos enfoques e contribuições estudo.

Quadro 2: Ordenação dos dados gerados em três categorias.

Categorização dos dados			
Categorias	Nº	Autor/Ano	Elemento Característico
Aspectos Construtivos	1	Azevedo <i>et al.</i> (2024)	Simulação por meio de <i>software</i> (BIM) para otimização de conforto térmico através de aplicação de técnicas e materiais em escolas públicas brasileiras, considerando oito climas diferentes.
	2	Bonisem <i>et al.</i> (2024)	Avaliação de eficiência energética a partir de elementos construtivos - brises, cobogós, ventilação e afins.
	3	Cordeiro <i>et al.</i> (2021)	Identificação de como ocorre a apropriação e a formação de identidade em uma escola de projeto padrão, a partir da percepção de seus usuários
	4	Gabriel <i>et al.</i> (2024)	Análise das características arquitetônicas de ambientes escolares com base nos princípios de Kowaltowski (2011).
	5	Gomes <i>et al.</i> (2022)	Avaliação de desempenho térmico por meio de simulação via <i>software</i> de diferentes cores de tintas.
	6	Kowalsk <i>et</i>	Análise da variação térmica em fachadas e influência de elementos

		<i>al. (2022)</i>	construtivos no conforto térmico.
	7	Lopes <i>et al.</i> (2023)	Avaliação de desempenho de instalação de um projeto padrão de escola desenvolvido pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), utilizando simulação termoeenergética.
	8	Lucas <i>et al.</i> (2023)	Pesquisa de avaliação das condições físicas das escolas de Portalegre (RN).
	9	Niza <i>et al.</i> (2023)	Avaliação de conforto térmico em salas de aula por meio de simulação em <i>softwares</i> a partir de levantamento <i>in loco</i> .
	10	Padovan <i>et al.</i> (2022)	Avaliação de contribuição térmica a partir da implementação de fachada verde.
	11	Sartori <i>et al.</i> (2021)	Simulação em <i>software</i> de adequação de projeto de pré-escolas do Programa Proinfância.
	12	Silva <i>et al.</i> (2022)	Avaliação para proposição de diretrizes projetuais por meio de APO (Avaliação Pós-Ocupação).
	13	Souza <i>et al.</i> (2021)	Levantamento de diretrizes sobre processo de projeto e conforto térmico, por meio de coleta de dados por aplicação de questionário.
Condições Ambientais	14	Barros <i>et al.</i> (2024)	Avaliação de desempenho ambiental da área comum de uma biblioteca a partir de medições de temperaturas do ar, umidade relativa, velocidade do ar e iluminância.
	15	Celarino <i>et al.</i> (2023)	Avaliação das condições térmicas de duas salas, a partir da avaliação da temperatura e umidade do ar.
	16	Custódio <i>et al.</i> (2024)	Análise da influência de fatores socioeconômicos no conforto térmico de universitários em salas de aula de clima subtropical úmido.
	17	Duarte <i>et al.</i> (2021)	Simulação (BIM) para estudo de incidência solar natural e redução de sistemas HVAC.
	18	Felippe <i>et al.</i> (2023)	Avaliação de eficiência energética em edificação de ensino superior por meio de inserção de dados no metamodelo, com separação das zonas térmicas e de pontos positivos e limitações do método.
	19	Penha <i>et al.</i> (2024)	Monitoramento da qualidade do ar em ambientes internos a partir de parâmetros como: poluentes físicos; contaminantes biológicos; temperatura, umidade relativa e velocidade do ar.
	20	Ribeiro <i>et al.</i> (2022)	Percepção ambiental e qualidade do ambiente interno com uso de jardins verticais.
	21	Tieghi e Pai (2021)	Avaliação de irradiação solar global em superfície vertical orientada ao Norte.
	22	Vasconcelos <i>et al.</i> (2024)	Avaliação da velocidade do ar de uma sala a partir da umidade relativa, temperatura operativa e temperatura radiante média.
Sistemas HVAC	23	Araújo (2023)	Análise de conforto térmico quanto ao uso de ventilador em um laboratório nas instalações de uma universidade localizada na região Centro-Oeste de Minas Gerais.
	24	Barbosa <i>et al.</i> (2019)	Investigação de sistemas operacionais do edifício que impactam o conforto dos usuários e a eficiência energética, usando o método prescritivo da norma RTQ-C.
	25	Castro <i>et al.</i> (2022)	Eficiência energética de biblioteca universitária segundo o método RTQ-C.
	26	Garcia <i>et al.</i> (2021)	Relação entre conforto térmico e eficiência energética em edifícios universitários.
	27	Souza <i>et al.</i> (2023)	Eficiência energética e conforto térmico em edificação educacional com uso do método INI-C (Instrução Normativa Inmetro para Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas).
	28	Pardinho e Có (2024)	Avaliação de diagnóstico de consumo de energia através de diagnóstico energético preliminar em escola infantil.

	29	Velasco <i>et al.</i> (2021)	Análise realizada através modelagem computacional (BIM) para avaliação de sistema de climatização da Universidade Candido Mendes (UCAM).
--	----	------------------------------	--

Fonte: os autores (2025).

3.1. Aspectos Construtivos

A promoção do conforto térmico deve ser considerada desde a concepção do projeto arquitetônico, sobretudo em ambientes educacionais e de trabalho, nos quais a elevada densidade de ocupação exige decisões projetuais fundamentadas em simulações computacionais, capazes de avaliar implantação, materiais e desempenho ao longo do ano, contribuindo para a redução do consumo energético e dos impactos ambientais (Gomes *et al.*, 2022; Souza *et al.*, 2021; Niza; Da Luz; Broday, 2023).

A ausência de diretrizes iniciais, a desconsideração de dados climáticos, o não uso de simulações e o desconhecimento de normas, como a NBR 15.575, estão associados ao baixo desempenho térmico e custos elevados, embora estratégias passivas de baixo custo, como ventilação natural e envoltórias eficientes, possam contribuir para o conforto, ainda que de forma limitada quando aplicadas isoladamente (Souza *et al.*, 2021; Bonisem *et al.*, 2024).

A orientação das fachadas e o sombreamento exercem influência direta no conforto térmico, destacando-se a eficácia de estratégias passivas adaptadas às condições locais. Entretanto, a padronização dos projetos escolares públicos frequentemente desconsidera as especificidades climáticas regionais, evidenciando a necessidade de abordagens projetuais integradas, baseadas em simulações termoenergéticas, normativas adequadas e nas necessidades dos usuários (Kowalsk *et al.*, 2022; Sartori; Filho; Torres, 2021; Lopes *et al.*, 2023; Azevedo; Amorim; Santamouris, 2024).

3.2. Condições Ambientais

As condições ambientais em instituições de ensino influenciam diretamente o conforto térmico, o bem-estar e o desempenho dos usuários, estando intimamente associadas às decisões de projeto arquitetônico. O conforto térmico configura-se como um dos principais fatores da qualidade ambiental, interferindo na experiência dos ocupantes e na adequação dos espaços à aprendizagem e à saúde. Segundo a ASHRAE (2005) e a ASHRAE 55, o conforto térmico corresponde à satisfação psicofisiológica do indivíduo, alcançada quando o organismo mantém equilíbrio térmico com o ambiente, com temperatura da pele e níveis de transpiração dentro de limites aceitáveis.

Em ambientes educacionais, caracterizados por elevada densidade de ocupação, o desconforto térmico torna-se ainda mais prejudicial, podendo provocar sonolência, alterações nos batimentos cardíacos, aumento da sudorese, apatia e desinteresse, comprometendo o desempenho escolar (Celarino *et al.*, 2023). Ademais, a qualidade do ar interno constitui componente fundamental do conforto ambiental, exigindo o monitoramento de parâmetros como poluentes físicos e biológicos, temperatura, umidade relativa e velocidade do ar para a identificação de riscos à saúde e o aprimoramento da ventilação (Penha *et al.*, 2024). Ambientes com ventilação deficiente e temperaturas inadequadas apresentam maior propensão a problemas de saúde, sendo reconhecida pela Organização Mundial da Saúde a

Síndrome do Edifício Doente, associada à má qualidade do ar em espaços fechados.

3.2.1 Temperatura e Umidade do Ar

A temperatura e a umidade do ar são determinantes para o conforto térmico, sendo sua adequada manutenção essencial para evitar desconforto e prejuízos ao desempenho das atividades educacionais. Penha *et al.* (2024), ao avaliarem a qualidade do ar na UFES (Universidade Federal do Espírito Santo), identificaram temperaturas acima dos limites recomendados em alguns ambientes e níveis elevados de CO₂, indicando ventilação insuficiente, apesar da umidade adequada. De forma complementar, Celarino *et al.* (2023) observaram diferenças térmicas significativas entre salas de aula e de professores no IFPR (Instituto Federal do Paraná), associadas à maior densidade de ocupação, com quase metade dos registros apontando desconforto por calor nas salas de aula. Resultados semelhantes foram encontrados por Ribeiro *et al.* (2022) na Biblioteca da UFS (Universidade Federal de Sergipe), onde cerca de 70% dos usuários relataram calor e umidade excessivos, evidenciando falhas no desempenho térmico e seus impactos no uso e na conservação dos espaços.

3.2.2 Ventilação Natural e Velocidade do Ar

A velocidade do ar, associada à ventilação, é um fator fundamental para o conforto térmico, sobretudo em climas quentes, por favorecer o resfriamento e reduzir a sensação de calor. Vasconcelos *et al.* (2024) demonstraram que, em uma sala de aula em Arapiraca-AL, a ausência de velocidade do ar resultou em 100% de desconforto térmico por calor, enquanto velocidades entre 0,2 e 0,6 m/s proporcionaram conforto em 65% das situações, mantendo condições aceitáveis mesmo em horários críticos. Esses resultados reforçam a relevância da ventilação natural como estratégia passiva em edificações educacionais. Nesse sentido, Duarte *et al.* (2021), ao aplicarem a modelagem BIM (*Building Information Modeling*) em salas de aula na Região Amazônica, evidenciaram que a otimização da ventilação cruzada e da iluminação natural permitiu simulações termoenergéticas mais precisas e reduziu o consumo de energia em até 12%, destacando o papel das decisões projetuais na melhoria do conforto térmico e do bem-estar dos usuários.

3.2.3 Incidência Solar e Sombreamento

A incidência solar é uma das variáveis ambientais mais importantes no conforto térmico. Para alcançar o equilíbrio térmico, especialmente em um país de grande diversidade climática como o Brasil, é fundamental que as decisões arquitetônicas considerem as condições ambientais desde as fases iniciais do projeto (Kowalsk *et al.*, 2022). Isso inclui o sombreamento das superfícies externas, o posicionamento e o tamanho adequado das aberturas. A geometria da edificação, incluindo a orientação das fachadas, exerce influência significativa no conforto térmico dos ambientes. Variações térmicas entre diferentes espaços na mesma fachada ressaltam a importância do sombreamento como fator mitigador. Pontos críticos de temperatura resultam da interação entre a geometria da insolação, o isolamento térmico das coberturas e paredes, a ventilação natural e a vegetação no entorno.

3.3. Sistemas HVAC

Diante da ineficiência térmica de muitas edificações, os sistemas HVAC assumem papel central na promoção do conforto térmico e da qualidade do ar interno em instituições de ensino, onde a alta densidade de ocupação torna seu desempenho determinante para a saúde e o rendimento dos usuários (Araújo, 2023; Barbosa *et al.*, 2024). Contudo, falhas recorrentes de instalação, operação e ausência de diagnósticos técnicos evidenciam a necessidade de abordagens integradas que articulem normatizações, avaliações pós-ocupação e a percepção dos usuários (Velasco *et al.*, 2021; Araújo, 2023; Barbosa *et al.*, 2019).

Estudos de caso apontam deficiências significativas nos sistemas de climatização, como o subdimensionamento identificado em edificações universitárias (Vasconcelos *et al.*, 2024), além de falhas relacionadas à eficiência energética, cuja correção por meio de intervenções técnicas e estratégias de automação resultou em ganhos de desempenho térmico (Castro *et al.*, 2022; Velasco *et al.*, 2021). Avaliações baseadas em simulações computacionais e no índice PMV indicam desempenhos intermediários, com influência do comportamento térmico sazonal e necessidade de ajustes projetuais, sendo normativas como a INI-C relevantes para a padronização dos critérios de avaliação (Garcia *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2023).

Apesar de frequentemente negligenciado em projetos escolares, o conforto ambiental exerce influência direta no engajamento e no desempenho dos estudantes, reforçando a importância de estratégias passivas e da consideração da percepção dos usuários na avaliação do desempenho térmico de edificações educacionais (Pardinho; Có, 2024; Barbosa *et al.*, 2019).

4. Considerações Finais

Este artigo de revisão evidencia que o conforto térmico em instituições de ensino no Brasil depende da integração de estratégias adotadas desde a concepção arquitetônica, alinhadas às condições climáticas locais e às necessidades dos usuários, bem como da formulação de diretrizes e normativas específicas para o setor educacional. Estratégias passivas, como sombreamento, ventilação natural e fachadas verdes, associadas ao uso adequado de ferramentas de simulação, demonstram potencial para promover conforto térmico e eficiência energética, reduzindo a dependência de sistemas ativos. Entretanto, a padronização de projetos escolares dissociada das realidades climáticas regionais, aliada a falhas na ventilação, na qualidade do ar e na operação dos sistemas HVAC, limita a eficácia dessas medidas, evidenciando a necessidade de abordagens integradas que articulem aspectos construtivos, ambientais e tecnológicos, incorporando a percepção dos usuários para a promoção de ambientes educacionais saudáveis e favoráveis ao processo de ensino-aprendizagem.

Referências

ABNT. **NBR 15220-1:2024**. Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, abr. 2024.

ARAÚJO, Guilherme Fernando de. **Liga O Ventilador Professor..." Uma Análise Pós-Ocupação Sobre Conforto Térmico De Um Laboratório Universitário.** v. 17, n. 1, p. 0–0, 5 set. 2023. DOI: 10.4322/rae.v17e202306

ASHRAE. ASHRAE Handbook: **Fundamentals: SI edition, Chapter 8, Thermal Comfort.** Atlanta, Ga.: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning. Atlanta, Ga.: ASHRAE, 2005.

AZEVEDO, Correia Camila Machado; AMORIM, Cláudia Naves David; SANTA, Mouris Mattheos. Use of passive cooling techniques and super cool materials to minimize cooling energy and improve thermal comfort in Brazilian schools. **Energy and Buildings**, v. 312, p. 114125, 1 jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114125>

BARBOSA, Elisabeti de Fátima Teixeira; ALBERTIN, Camila de Freitas; BORGES, Giani Betelli Antonello; CASTRO, Adriana Petito de Almeida Silva; LABAKI, Lucila Chebel. Análise da eficiência energética e conforto térmico em dois edifícios públicos universitários. In: **Encontro Nacional De Conforto No Ambiente Construído**, 15., 2019. Anais [...]. [S. l.], 2019. p. 941–949. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/3989/3020>. Acesso em: 30 jun. 2025.

BONISEM, Marcela Mazzine; SILVA, Saulo Vieira de Oliveira; CÓ, Marcio Almeida; MUNIZ, Pablo Rodrigues. Avaliação da eficiência energética de um edifício escolar por meio de simulação no método Procel INI-C. **Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído**, [s. l.], v. 20, p. 1–14, 7 out. 2024. DOI: <https://doi.org/10.46421/entac.v20i1.5761>.

CASTRO, Adriana Petito de Almeida Silva; BARROS, Isabella Perez de Souza; ZILLI, Giovanna Louise Krast. **Estudo da eficiência energética em uma biblioteca universitária.** 2022. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2146

CELARINO, André Luiz Souza; CASTELLANO, Marina Sória; GIEBMEYER, Thiago. Análise de conforto térmico em ambiente escolar: estudo de caso em escala microclimática. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 32, p. 250–268, jan. 2023. DOI: 0.55761/abclima.v32i19.15749.

CORDEIRO, José Henrique; CABRAL, Lisiê Kremer; PORTELLA, Adriana; OLIVEIRA, Ana Lúcia Costa de. A percepção do usuário quanto ao projeto padrão adotado na arquitetura escolar brasileira. **Ambiente, Comportamiento y Sociedad**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 43–61, 20 out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.51343/racs.v4i1.817>.

COSTA, Maria Livia; FREIRE, Márcia Rebouças; KIPERSTOK, Asher. Strategies for thermal comfort in university buildings: The case of the faculty of architecture at the Federal University of Bahia, Brazil. **Journal of Environmental Management**, Volume 239, Pages 114–123, ISSN 0301-4797, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.004>

CUSTÓDIO, Diego Antônio; GHISI, Enedir; RUPP, Ricardo Forgiarini; BILÉSIMO, Thayane Lodete. A influência do contexto socioeconômico no conforto térmico de estudantes universitários em um clima subtropical úmido. **Energy and Buildings**, v. 319, art. 114556, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114556>

DUARTE, J.G. Carriço de Lima Montenegro, et al Abordagem de Modelagem da Informação da Construção (BIM) para otimizar a eficiência energética em edifícios educacionais. **Journal of building engineering**, v. 43, p. 102587, 1 nov. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102587>

FELIPPE, Anna Rita Tomich Magalhães; MOREIRA, Fernando Augusto de Campos Pinheiro; FERREIRA, Fabrício Microni de Freitas; SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de; SANTO, Luisa Fiorot Dell'; MONTEIRO, Larissa Arêdes. Análise da envoltória em edificação escolar de ensino superior: aplicação da metodologia INI-C. In: **encontro nacional de conforto no ambiente construído**, 17., 2023. DOI: <https://doi.org/10.46421/encac.v17i1.3896>

GABRIEL, Edinayanne Estrela; FARIAS, Marjorie Maria Abreu Gomes de; ABRANTES, Rafael de Carvalho Costa; DE OLIVEIRA, Marina Goldfarb. Análise de adequação da Escola Francisca Ribeiro (Poço José de Moura-PB) a um aprendizado estimulante aos alunos. **Revista interdisciplinar em saúde**, [s. l.], v. 11, n. Unico, p. 535–552, 18 jun. 2024. DOI: [10.35621/23587490.v11.n1.p535-552](https://doi.org/10.35621/23587490.v11.n1.p535-552)

FANGER, P. O. **Thermal Comfort**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970.

GARCIA, Marina da Silva; OLIVEIRA, Isabela Catarina Fernandes; SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de; REIS, Ilka Afonso. Eficiência Energética e Conforto Térmico em edifícios universitários: a importância de uma perspectiva integrada para a adaptação aos novos tempos. **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 28, n. 1, p. 148–179, 2021. DOI: [10.35699/2316-770X.2021.26714](https://doi.org/10.35699/2316-770X.2021.26714)

GOMES, Adriano Pinto; ARAUJO, Raissa Martins da Silva; RIBAS, Rovadavia Aline de Jesus; LAGE, Carmem Miranda. Análise do desempenho térmico da escola municipal do projeto de reassentamento de Bento Rodrigues, Mariana-MG. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 22-44, 2022. DOI: [10.25061/2527-2675/ReBraM/2022.v25i2.1338](https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2022.v25i2.1338).

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **United Nations Convention on the Law of the Sea**. New York: United Nations, 1982. Disponível em: https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf. Acesso em: 30 jun. 2025.

KOWALTOWSKI, Doris C. C K. **Arquitetura Escolar: o Projeto do Ambiente de Ensino**. Porto Alegre: Oficina de Texto, 2011. E-book. pág.1. ISBN 9788579751103. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788579751103/>. Acesso em: 30 jun. 2025.

KOWALSK, Luiz Fernando; ROCHA, Odiléia Karina Monteiro da; AFUSO, Lucas Akmitsu; RÍSPOLI, Ítalo Alberto Gatica Ríspoli Gatica. Mapeamento térmico na análise das condições de conforto em edificações. **Revista Tecnológica**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 145–161, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4025/revtecnol.v30i1.54209>

LAMBERTS, Roberto.; DUTRA, Luciano.; PEREIRA, O. R. Fernando. Eficiência energética na arquitetura. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás, PROCEL, 2014. BARROS, Clarice Mendes Cavalcante; GUEDES, Ítalo C. Montalvão; ANDRADE, Júlia Eduarda Vilela; LIMA, Maysa Mota. Avaliação de desempenho ambiental: o caso da biblioteca - Campus LAR/UFS. In: **Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído**, 20., 2024, [cidade]. DOI:

10.46421/entac.v20i1.6265.

LOPES, Adriano Felipe Oliveira; SILVA, Caio Frederico e; AMORIM, Cláudia Naves David; BATISTA, Juliana Oliveira. Avaliação do desempenho térmico de ambiente escolar padronizado, em contexto climático brasileiro, por meio de simulação termoenergética. **PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 14, n. 00, p. e023030, 2023. DOI: 10.20396/parc.v14i00.8670652.

LUCAS, Lizandra Evylyn Freitas; TORRES, Maria Betânia Ribeiro; SANTOS, Enaira Liany Bezerra dos. Escolas públicas sustentáveis: um estudo de caso em Portalegre (RN). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 18, n. 7, p. 385–402, 2023. DOI: 10.34024/revbea.2023.v18.15505.

NASCIMENTO, Juliana Carla do; GOMES, Anderson Felipe Oliveira; TORRES, Simone Carnaúba. **Arquitetura Escolar: Um Estudo De Caso A Partir Dos Aspectos De Conforto Térmico Da Escola De Ensino Fundamental Loja Maçônica Em Arapiraca-Al**. 476-487. 2024. DOI: 10.5151/eneac2024-831408.

NIZA, Iasmin Lourenço; DA LUZ, Inaiele Mendes; BRODAY, Evandro Eduardo. Thermal Comfort Assessment in University Classrooms: A Discriminant Analysis for Categorizing Individuals According to Gender and Thermal Preferences. **Atmosphere**. 14. 1325. 2023. DOI: 10.3390/atmos14091325.

PADOVAN, Leonardo Diba Gonçalves; FONTES, Maria Solange Gurgel de Castro; BARBOSA, Murilo Cruciol. Influência térmica da fachada verde no ambiente interno. **PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 13, n. 00, p. e022005, 2022. DOI: 10.20396/parc.v13i00.8661203.

PARDINHO, Rayanne dos Passos; CÓ, Márcio Almeida. **Estudo de caso: diagnóstico energético em uma edificação educacional na Serra-ES = Case study: energy audit in an educational building in Serra-ES**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia) - Instituto Federal do Espírito Santo, Serra, 2024. Disponível em: DOI: <https://repositorio.ifes.edu.br>. Acesso em: 30 jun. 2025.

PENHA, Marília Gueler da; CHAGAS, Millena Garcia; FURIERI, Bruno. **Monitoramento da qualidade do ar em ambiente interno: estudo de caso em uma instituição de ensino superior**, 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2025. Disponível em: https://abes-dn.org.br/anaiseletronicos/33cbesa/163_tema_x.pdf. Acesso em: 30 jun. 2025.

RIBEIRO, Luciana Rocha; SCHERER, Minéia Johann; RODRIGUES, Marcelo Antonio. Uso de jardins verticais em sala de aula: avaliação da percepção ambiental. **PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 13, n. 00, p. e022010, 2022. DOI: 10.20396/parc.v13i00.8661885.

SAMPAIO, Rosana F.; MANCINI, Marisa C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>

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, n. 00, p. e021020, 2021. DOI: 10.20396/parc.v12i00.8661249.

SILVA, Juliana Christiny Mello da; BRASIL, Paula de Castro; ROLA, Sylvia Meimaridou. Indicadores de sustentabilidade da certificação ambiental AQUA-HQE aplicados ao processo de projeto da arquitetura escolar interacionista. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–18. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2025.

SOUZA, Kelly Katharinne da Silva; CORRÊA, Beatriz Castilho; LOPES, Felipe da Silva Duarte. Avaliação de eficiência energética pelo método de simulação da INI-C em edifício educacional em Macapá/AP. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2023. p. 1–10. DOI: 10.46421/encac.v17i1.3809.

OUZA, Larissa Pereira de; BAVARESCO, Mateus Vinícius; VAZ, Carlos Eduardo Verzola; LAMBERTS, Roberto. Inserção de simulações de desempenho térmico no processo de projeto. **PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 12, n. 00, p. e021011, 2021. DOI: 10.20396/parc.v12i00.8657346.

TIEGHI, Camila Piacitelli; PAI, Alexandre Dal. Modelos de estimativa da irradiação solar global em superfície vertical. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 7, pág. e38910716721, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i7.16721

VASCONCELOS, Dayany Barreto; SILVA, Sabrina Lucia de Farias; BATISTA, Juliana Oliveira; CAVALCANTI, Fernando Antônio de Melo Sá. Conforto Térmico em escolas públicas : UM estudo de caso na escola José Quintella Cavalcanti . In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2024. p. 1–13. DOI: 10.46421/entac.v20i1.6263.

ELASCO, D. C. R.; NEVES, M. P. B. das; CARVALHO, A. L. V. de. Estudo de caso de um edifício acadêmico visando o conforto térmico em ambientes voltados a atividades intelectuais/ Case study of an academic building aiming thermal comfort in environments focused on intellectual activities. **Brazilian Applied Science Review**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 1082-1096, 2021. DOI: 10.34115/basrv5n2-034.

ZHANG, Jiuhong; LI, Peiyue; MA, Mingxiao. 2022. Thermal Environment and Thermal Comfort in University Classrooms during the Heating Season. **Buildings**. 12. 912. DOI: 10.3390/buildings12070912.