CONFORTO TÉRMICO DE CRIANÇAS EM SALAS DE AULA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Thayane Lodete Bilésimo (1); Diego Antônio Custódio (2); Enedir Ghisi (3)
(1) Mestre em Energia e Sustentabilidade, thayanebilesimo@gmail.com
(2) Mestre em Engenharia Civil, diego.custodio@udesc.br
(3) PhD. em Engenharia Civil, enedir.ghisi@ufsc.br
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Trindade – Florianópolis/SC - Brasil, Caixa Postal 476 – CEP 88040-970, (48) 3721-5184

RESUMO
Os modelos existentes de conforto térmico têm sido úteis na avaliação da percepção térmica de adultos. No entanto, estudos demonstram que estes modelos podem ser inadequados para as crianças. Diante desta problemática, este trabalho apresenta uma revisão da literatura a respeito do conforto térmico de crianças e adolescentes em salas de aula, visando elencar os principais fatores que tornam inadequados os modelos propostos pelos regulamentos. A revisão sistemática dos artigos da última década apontou uma maior quantidade de estudos desenvolvidos em salas de aula naturalmente ventiladas. A maior parte dos artigos indicou divergência entre os modelos de conforto mais conhecidos e o que foi observado em campo. Em geral, as crianças preferiram ambientes mais frios aos propostos como confortáveis pelos regulamentos, indicando a necessidade de ampliar os estudos neste sentido. As lacunas existentes, que dificultam a compreensão do assunto por completo, estão relacionadas principalmente com a falta de estudos voltados para análises fisiológicas e socioeconômicas, bem como das ações adaptativas relacionadas a estes aspectos.

Palavras-chave: conforto térmico, escolas primárias, escolas secundárias, revisão sistemática.

ABSTRACT
The well-known thermal comfort models have been useful to evaluate adults' thermal perception. However, studies show that they are inadequate for children. In this scenario, this paper aims to present a literature review about children's and teenagers' thermal comfort in classrooms to list the main factors that make the actual models unsuitable. A systematic review of papers published in the last decade shows that most studies were carried out in naturally ventilated classrooms. Most of the documents pointed to a divergence between well-known thermal comfort models and field observations. In general, children preferred colder environments than the ideal ones proposed by regulations, indicating the necessity of carrying out new studies. Existing gaps that make it difficult to completely understand the subject are related especially with the lack of studies about physiological and socioeconomic analysis and adaptive actions associated with these aspects.

Keywords: thermal comfort, primary schools, secondary school, systematic review.

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas recentes demonstraram a influência de condições ambientais adequadas na produtividade e bem estar dos usuários de edificações. Tendo em vista que as pessoas passam cerca de 90% do tempo em ambientes internos, é fundamental avaliar se o ambiente interno proporciona aos usuários o conforto necessário para o desenvolvimento satisfatório de suas atividades (LIU et al., 2017). Dentre os fatores mais impactantes está o conforto térmico, que foi responsável por quase 40% da energia consumida nas edificações (IEA, 2019).

Há muitos regulamentos pelo mundo que sugerem modelos para previsão de conforto térmico, tais como ASHRAE 55 e EN 12251. Os modelos existentes, PMV/PPD e adaptativo, reproduzem condições de conforto esperadas para adultos. Estima-se que mudanças no comportamento dos usuários podem reduzir entre 5% e 30% o consumo de energia em edifícios comerciais (ZHANG et al., 2018). As estratégias adaptativas de conforto térmico têm chamado atenção de pesquisadores que as percebem como oportunidade de redução do consumo de energia em edificações (BARBADILLA-MARTÍN et al., 2018; BIENVENIDO-HUERTAS et al., 2020; MARTELL et al., 2019; MING et al., 2020; PAPADOPOULOS et al., 2019; PARK et al., 2020; PRAJONGSAN; SHARPLES, 2012). Entretanto, a literatura científica tem documentado que as previsões destes modelos podem não ser adequadas para crianças (DE DEAR et al., 2014; HADDAD; OSMOND; KING, 2019; MUNONYE; JI, 2021; RODRÍGUEZ; CORONADO; MEDINA, 2021; TELI; JENTSCH; JAMES, 2014; YUN et al., 2014).

Além dos modelos de conforto não estarem adequados às crianças, o melhor entendimento do conforto térmico em salas de aula pode representar oportunidades de redução do consumo de energia (CALAMA-GONZÁLEZ; LEÓN-RODRÍGUEZ; SUÁREZ, 2019; DHALLUIN; LIMAM, 2014). Além disso, o conforto térmico é fundamental para o desempenho cognitivo e processo de aprendizagem em salas de aula (HASSANAIN; IFTIKHAR, 2015; HAVERINEN-SHAUGHNESSY et al., 2015; HAVERINEN-SHAUGHNESSY; SHAUGHNESSY, 2015; JIANG et al., 2018; MENDELL; HEATH, 2005). Diante de todas essas constatações, surge a pergunta: quais fatores tornam os modelos de conforto térmico inadequados para crianças e adolescentes e como os estudos podem superar esta limitação? Faz-se importante revisar os trabalhos sobre conforto térmico em salas de aula, sintetizando as principais conclusões e identificando oportunidades e rumos para pesquisas futuras.

2. OBJETIVO

O objetivo geral do trabalho é revisar artigos sobre conforto térmico em salas de aula de escolas de ensino fundamental e médio publicados na última década para elencar os principais fatores que desqualificam o uso dos modelos atuais para a verificação do conforto térmico de crianças e adolescentes, e identificar potenciais rumos para a pesquisa na área de conforto.

3. MÉTODO

O método consiste na revisão sistemática de literatura, adaptando o método proposto Liguori e Labaki (2019). A primeira etapa consistiu na elaboração de uma pergunta de pesquisa. Na segunda etapa foram definidos os termos de pesquisa e os limites inferior e superior dos anos nos quais os artigos foram publicados. Na terceira etapa realizou-se uma triagem inicial dos artigos de interesse, enquanto na quarta etapa os artigos selecionados foram revisados na íntegra. Por fim, na quinta etapa, os resultados foram sintetizados.

A pesquisa foi realizada na base *Scopus* utilizando-se do seguinte argumento de pesquisa: TITLE-ABS-KEY (thermal AND comfort AND classrooms AND children). Optou-se por incluir o termo “children”, pois, sem ele, diversos estudos realizados em salas de aula de universidade também apareceram como resultados da pesquisa. Os anos de publicação foram limitados à última década (2012 a 2021).

Após a inclusão do argumento de pesquisa descrito na subseção 3.2, os artigos encontrados foram exportados em forma de planilha com as informações mais relevantes: título, autores, ano de

publicação, DOI, periódico ou evento e o resumo. Esta planilha foi utilizada para realizar a triagem inicial. Nesta etapa os artigos foram eliminados pelo título ou pelo conteúdo do resumo, pois muitos deles não eram necessariamente estudos de conforto térmico e, portanto, não refletiam o alvo desta pesquisa.

Nesta etapa os artigos foram revisados na íntegra. As informações dos artigos foram organizadas em uma planilha onde foram transcritas as seguintes informações: título do artigo; periódico ou evento; ano da publicação; autores; país onde o estudo foi realizado; clima típico da região onde o estudo foi realizado; objetivos do estudo; ferramentas utilizadas e descrição do método, tais como: tipo de operação dos edifícios, quais normas foram aplicadas, idade das crianças e período de aplicação do estudo; resultados e conclusões.

Após a leitura integral dos artigos, as conclusões dos estudos e seus procedimentos metodológicos foram comparados para responder à pergunta inicial proposta neste método.

4. RESULTADOS

A busca pelo argumento de pesquisa mencionado na subseção 3.2 retornou 74 artigos, dos quais 40 foram desconsiderados por não fazerem parte do escopo deste trabalho. Muitos artigos foram excluídos da pesquisa por se tratar dos mesmos estudos de caso com enfoques diferentes. Foi comum encontrar estudos de campo desenvolvidos em escolas que foram inicialmente publicados em anais de congressos e, posteriormente, a partir de análises mais detalhadas os artigos foram publicados em periódicos. Nesse sentido, deu-se preferência a revisar os artigos de periódicos, pois apresentavam mais detalhes quanto ao método e conclusões.

4.1. Análise quantitativa

Foram revisados 34 artigos na íntegra. A Figura 1 ilustra a distribuição das publicações ao longo da última década, a partir da qual se observa que não há uma tendência definida no aumento ou queda no número de publicações.

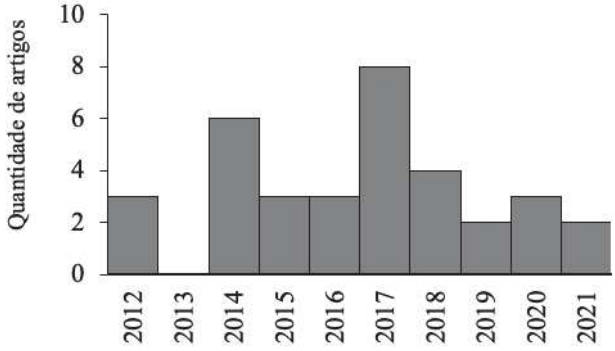

Figura 1 - Quantidade de publicações por ano referentes ao assunto na última década.

A Tabela 1 mostra a distribuição dos artigos revisados por periódico. Os periódicos com maior número de publicações foram o *Building and Environment* e o *Energy and Buildings* que juntos somaram 41,2% dos artigos revisados. A maioria dos estudos foi conduzida por meio de levantamentos de campo com medição de variáveis ambientais e respostas subjetivas dos usuários (crianças, adolescentes e professores).

A maior quantidade de estudos foi realizada no continente europeu (13), dos quais quatro foram desenvolvidos no Reino Unido. Na Ásia, dez pesquisas foram realizadas, sendo quatro no Irã. Na África, foram encontrados estudos isolados no Egito (1) e na Nigéria (1). Na América, o Brasil e a Colômbia aparecem com dois trabalhos cada, enquanto Chile e Costa Rica possuem apenas um. Três trabalhos foram desenvolvidos na Austrália. Verifica-se, assim, a necessidade de mais estudos de conforto térmico em escolas do mundo, pois as diferentes realidades climáticas refletem diferentes resultados e conclusões.

Tabela 1 - Distribuição dos artigos revisados por periódicos ou anais.

Nome do periódico (ou anais)	Quantidade de artigos
Building and Environment	11
Energy and Buildings	3
Building Research and Information	2
Indoor and Built Environment	2
Applied Energy	1
Applied Ergonomics	1
Architectural Science Review	1
Building Services Engineering Research and Technology	1
Indoor Air	1
International Journal of Biometeorology	1
Procedia Engineering	1
Thermal Science	1
Anais de eventos internacionais	8

4.2. Análise qualitativa

Dos 34 artigos revisados, percebeu-se que 23 foram desenvolvidos em escolas com operação em ventilação natural. Em algumas situações, mesmo as escolas possuindo ar-condicionado, os estudos foram desenvolvidos com as salas de aula operando com ventilação natural. A Tabela 2 mostra a quantidade de estudos para cada modo de operação dos edifícios.

Tabela 2 – Modo de operação da ventilação analisada nos estudos.

Ventilação	Quantidade de artigos
Natural	23
Natural e ar-condicionado	4
Natural e mecânica	3
Modo misto	2
Outros	2

Na Tabela 3 estão descritos os objetivos encontrados nos artigos revisados. A maior parte dos estudos tinha como um dos objetivos a avaliação do conforto térmico em crianças. Outros objetivos secundários foram encontrados nos estudos.

Tabela 3 - Objetivos descritos nos artigos revisados.

Objetivo	Quantidade de artigos
Avaliar o conforto térmico em salas de aula	24
Comparar modelos existentes de conforto com as respostas subjetivas das crianças	8
Avaliar os fatores que influenciam as percepções das crianças sobre o conforto térmico em salas de aula do ensino fundamental	7
Avaliar o conforto térmico e o efeito no desempenho dos estudantes	3
Definir questionário adequado para estudos de conforto com crianças	3
Determinar a temperatura de conforto para crianças	3
Determinar um modelo de conforto para crianças	3
Avaliar a influência de fatores socioeconômicos no conforto térmico das crianças	3
Comparar desempenho térmico das salas de aula com respostas dos usuários	2
Avaliar o conforto térmico e luminoso em salas de aula	2
Avaliar ferramentas para correção de taxa metabólica em crianças	1

Apesar de apenas três estudos trazerem como objetivo a elaboração de um questionário de conforto térmico adequado para crianças (HADDAD et al., 2012; MARTINEZ-MOLINA et al., 2017; TELI; JENTSCH; JAMES, 2012), as outras pesquisas utilizaram questionários propostos por outros autores para estudos de conforto em crianças. Apenas um estudo utilizou como ferramenta a simulação computacional (CFD) (STEVANOVIC et al., 2016), as demais pesquisas conduziram estudos de campo de conforto térmico clássicos com aplicação de questionários e medição das variáveis ambientais.

Na Tabela 4 são mostradas as principais conclusões obtidas a partir dos estudos publicados. Em todos os estudos que verificaram as preferências térmicas de crianças e adolescentes, a conclusão foi que eles preferem ambientes mais frios. Tanto a comparação com o método analítico (PMV/PPD) quanto com os modelos adaptativos indicaram que a faixa de temperatura de conforto das crianças e adolescentes está abaixo do que é previsto pelas normas vigentes sobre conforto térmico (DE DEAR et al. 2015; KIM; DE DEAR, 2018; LIANG; LIN; HWANG, 2012; NAM et al., 2015; RODRÍGUEZ; CORONADO; MEDINA, 2021; TELI; JENTSCH; JAMES, 2014). Tal conclusão foi verificada nos diversos tipos de clima. Esse efeito pode ser explicado pela diferença da taxa metabólica das crianças em relação aos adultos (ALMEIDA; RAMOS; FREITAS, 2016).

Os modelos adaptativos previstos em normas como a ASHRAE 55 e a EN 12251 são voltados para ambientes de escritório, onde a taxa metabólica é consideravelmente menor, tendo em vista que os estudantes costumam estar em salas com maior ocupação e praticam atividades mais agitadas. Korsavi, Montazami e Zomorodian (2017) afirmaram, ainda, que o PMV superestima a sensação térmica dos adolescentes e a sensação de calor das crianças, e subestima sua sensação de frio. A redução da temperatura pode melhorar o processo de aprendizagem, o que foi confirmado nos três estudos que verificaram o desempenho dos estudantes. Desta forma, verifica-se a necessidade de estudos relacionados à determinação de um modelo de conforto térmico para crianças e adolescentes com correção da taxa metabólica.

Tabela 4 - Principais conclusões dos artigos revisados. (continua)

Clima	Operação	Conclusões	Idade	Referências
Temperado	NV	Crianças e adolescentes preferiam ambientes mais frios	7 a 16 9 a 11	Rodríguez, Coronado e Medina (2021) Korsavi e Montazami (2020)
		Necessidade de ajuste da taxa metabólica	4 a 10	Almeida, Ramos e Freitas (2016)
Temperado	NV + AC	Crianças preferiam ambientes mais frios	8 a 11	Souza et al. (2020)
Temperado e quente	NV	Influência da posição das crianças no conforto térmico	6 a 12	De Giuli et al. (2014)
		Crianças mais sensíveis a temperaturas mais altas	9 a 11 7 a 11	Korsavi e Montazami (2020) Teli, Jentsch e James (2012)
		Os comportamentos adaptativos foram realizados por professores em 80% dos casos	9 a 11	Korsavi e Montazami (2018)
		Comportamento adaptativo afetado pelas condições socioeconômicas (crianças de origem mais privilegiada usam mudanças pessoais para obter conforto térmico)	8 a 11	Montazami et al. (2017a)
	NV + M	Crianças preferiam ambientes mais frios	6 a 12	Montazami et al. (2017b)
	NV + AC	Não houve correlação entre os modelos existentes de conforto térmico e as respostas subjetivas das crianças	4 a 10	De Giuli et al. (2015)

Tabela 4 - Principais conclusões dos artigos revisados. (continuação)

Clima	Operação	Conclusões	Idade (anos)	Referências
Temperado e quente	AC	92% dos professores estavam satisfeitos com o ambiente térmico enquanto 61% das crianças não estavam	6 a 7	Martinez-Molina et al. (2017)
Temperado quente e úmido	NV	O nível de atenção de adolescentes de 12 a 16 anos é altamente sensível às condições de desconforto	12 a 16	Mazon (2014)
Temperado continental	AC	Crianças mais sensíveis a temperaturas mais altas	4 a 6	Yun et al. (2014)
	NV	Crianças preferiam ambientes mais frios	4 a 6	Nam et al. (2015)
Temperado com invernos frios	AC	Redução das temperaturas internas melhorou o desempenho em tarefas de lógica e linguagem	10 a 15	Liu et al. (2017)
Tropical quente e úmido	NV	Crianças toleravam temperaturas mais altas	6 a 10	Munonye e Ji (2021)
		Crianças menos sensíveis às mudanças de temperatura	6 a 10	Munonye e Ji (2021)
	AC	Crianças preferiam ambientes mais frios	9 a 11	Noda et al. (2020)
	NV + AC	Crianças preferiam ambientes mais frios	8 a 11	Souza et al. (2020)
Subtropical	NV + AC	Crianças e adolescentes preferiam ambientes mais frios	10 a 18	De Dear et al. (2015)
Subtropical úmido	NV + M	Crianças e adolescentes preferiam ambientes mais frios	10 a 18	Kim e de Dear (2018)
Subtropical quente e úmido	NV	Crianças e adolescentes preferiam ambientes mais frios	10 a 18	Liang, Lin e Hwang (2012)
Savana tropical	AC	Redução das temperaturas internas melhorou o desempenho em tarefas de lógica e linguagem	11	Porras-Salazar et al. (2018)
Mediterrâneo	NV + M	Crianças preferiam ambientes mais frios	9 a 10	Trebilcock et al (2017)
Semiárido	NV + AC	Crianças e adolescentes preferiam ambientes mais frios	10 a 18	de Dear et al. (2014)
Semiárido quente	NV	Maior capacidade de adaptação do que o previsto no modelo adaptativo	10 a 18	Jindal (2019)
Árido tropical	AC	PMV superestimou a sensação térmica dos alunos	10 a 18	Korsavi, Montazami e Zomorodian. (2017)
	NV	Temperatura de neutralidade foi mais baixa que nos modelos da ASHRAE 55 e EN 15251	6 a 10	Haddad, Osmond e King (2016)
		Maior sensibilidade às variações de temperatura interna	10 a 12	Haddad, Osmond e, King (2019)
Subártico	AQ	Maior capacidade de adaptação das crianças	8 a 10	Yang et al. (2018)

NV: ventilação natural; AC: ar-condicionado; AQ: aquecimento; M: modo misto.

Em relação à sensibilidade das crianças quanto ao ambiente térmico, houve controvérsias. Nos estudos desenvolvidos na Nigéria (MUNONYE; JI, 2021) e no Vietnã (LE; GILLOTT; RODRIGUES, 2017) os autores concluíram que as crianças eram menos sensíveis às mudanças de

temperatura das salas, enquanto no Irã a conclusão foi de que as crianças eram mais sensíveis às mudanças de temperatura das salas (HADDAD; OSMOND; KING, 2019). Esta diferença pode ser explicada pelas diferenças dos climas das regiões: enquanto Nigéria e Vietnã possuem um clima predominantemente quente e úmido o Irã apresenta um clima mais diversificado. Além disso, o contexto socioeconômico também pode ser um fator que influencia na sensibilidade das crianças como descrito por Montazami et al. (2017b). É importante destacar que ter uma pessoa desconhecida realizando pesquisas e aplicando os questionários pode afetar a resposta das crianças (GIRALDO VÁSQUEZ; RUPP; ARANGO DÍAZ, 2014).

Destaca-se também a sensibilidade das crianças em relação ao ambiente térmico. No clima tropical com ventilação natural, Rodríguez, Coronado e Medina (2021) relataram que as crianças eram menos sensíveis às mudanças de temperatura. No entanto, Haddad, Osmond e King (2019) relataram, em clima árido tropical e salas com ventilação natural, que as crianças eram mais sensíveis à variação de temperatura. Ao avaliar os climas locais percebeu-se semelhança entre eles, e a diferença das sensações térmicas das crianças pode ser explicada por condições culturais, sociais e econômicas. Hassan Abdallah (2017) alerta, ainda, sobre a importância da renovação de ar por ventilação natural ou mecânica para reduzir a concentração de CO_2 nas salas de aula, tornando-a mais agradável.

Divergências na capacidade de adaptação também foram verificadas. Na Espanha e na Inglaterra foi relatado que os comportamentos adaptativos ambientais eram comumente realizados por professores, não necessariamente favorecendo o conforto térmico dos estudantes (KORSAVI; MONTAZAMI, 2020; MARTINEZ-MOLINA et al., 2017). Na Suécia, por outro lado, foi relatada maior capacidade de adaptação das crianças (YANG et al., 2018), fato que pode ser explicado pelo clima subártico da região, que pode fazer com que as crianças se adaptem com mais facilidade. Além disso, o comportamento adaptativo também é influenciado pelo contexto socioeconômico (MONTAZAMI et al., 2017a).

5. CONCLUSÕES

A pesquisa tornou possível avaliar o estado da arte atual sobre o conforto térmico de crianças e adolescentes em salas de aula. Analisando os locais onde os estudos de caso foram desenvolvidos, percebeu-se que na Europa se concentravam a maior parte dos estudos revisados (35,3%). Constatou-se que muitos países não têm estudos de conforto em salas de aula e isso pode explicar o fato de ainda não existir um modelo de conforto normativo específico para crianças e adolescentes. Neste aspecto, a partir desta revisão de literatura destaca-se a importância de mais estudos de conforto térmico em salas de aula para que um modelo de conforto específico para estas condições possa ser determinado.

Dentre as conclusões obtidas a partir dos estudos destaca-se que a previsão das sensações térmicas das crianças e adolescentes não pode ser estimada adequadamente pelos modelos existentes. Enquanto alguns estudos demonstraram que os modelos de conforto subestimaram as sensações térmicas indicadas pelos estudantes, em outros as sensações foram superestimadas. Assim, o conforto térmico de crianças e adolescentes em salas de aula requer mais estudos para sua compreensão.

A partir desta revisão sistemática de literatura constatou-se que os modelos de conforto existentes são inadequados para crianças e adolescentes e que isso pode estar ligado a fatores fisiológicos (taxa metabólica de crianças é maior do que a de adultos), fatores socioeconômicos, fatores adaptativos (falta de liberdade das crianças adaptarem o ambiente às suas sensações térmicas). Apesar de alguns estudos relatarem a influência de fatores socioeconômicos no conforto térmico, constatou-se que esta influência ainda não foi totalmente explicada. Com base nesta análise, sugerem-se rumos para as pesquisas futuras relacionadas ao conforto térmico de crianças:

- A necessidade de correção da taxa metabólica ou os modelos de conforto específicos para esta realidade, pois os modelos existentes não são capazes de prever o conforto térmico das crianças;

- A influência do conforto térmico no desempenho cognitivo ainda precisa ser explorada com relação a outras condições ambientais como: acústicas e visuais. Além disso, aspectos individuais neste tipo de estudo parecem ser relevantes e ainda não foram discutidos;
- Apesar de estudos revisados nesta pesquisa terem investigado contextos socioeconômicos, climáticos e culturais, a relação entre eles requer mais estudos.

O fato destes temas ainda não estarem perfeitamente compreendidos pode estar ligado à falta de acesso a dados socioeconômicos e à influência de outras variáveis como o clima e questões subjetivas ligadas à realidade das crianças. Além disso, há também que se considerar os comportamentos adaptativos tendo em vista que no ambiente escolar as crianças podem não ter liberdade para efetuar ajustes no ambiente. O mesmo acontece em relação ao efeito do conforto térmico no desempenho de tarefas, pois o desempenho pode depender de outras condições ambientais, como a iluminação, e de condições individuais subjetivas. Assim, a integração desses múltiplos fatores em estudos de conforto pode ser a forma de superar tais limitações e melhorar a compreensão da relação das crianças com o ambiente construído.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. M. S. F.; RAMOS, N. M. M.; DE FREITAS, V. P. Thermal comfort models and pupils' perception in free-running school buildings of a mild climate country. **Energy and Buildings**, v. 111, p. 64–75, 2016.

BARBADILLA-MARTÍN, E.; GUADIX MARTÍN, J.; SALMERÓN LISSÉN, J. M.; SÁNCHEZ RAMOS, J.; ÁLVAREZ DOMÍNGUEZ, S. Assessment of thermal comfort and energy savings in a field study on adaptive comfort with application for mixed mode offices. **Energy and Buildings**, v. 167, p. 281–289, 2018.

BIENVENIDO-HUERTAS, D.; RUBIO-BELLIDO, C.; PÉREZ-FARGALLO, A.; PULIDO-ARCAS, J. A. Energy saving potential in current and future world built environments based on the adaptive comfort approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 249, 2020.

CALAMA-GONZÁLEZ, C. M.; LEÓN-RODRÍGUEZ, Á. L.; SUÁREZ, R. Indoor Air Quality Assessment: Comparison of Ventilation Scenarios for Retrofitting Classrooms in a Hot Climate. **Energies**, v. 12, n. 24, p. 4607, 2019.

DE DEAR, R.; KIM, J.; CANDIDO, C.; DEUBLE, M. Summertime thermal comfort in Australian school classrooms. In: Windsor Conference, 2014. Proceedings. Londres (Reino Unido), 2014.

DE DEAR, R.; KIM, J.; CANDIDO, C.; DEUBLE, M. Adaptive thermal comfort in Australian school classrooms. **Building Research and Information**, v. 43, n. 3, p. 383–398, 2015.

DE GIULI, V.; ZECCHIN R.; CORAIN L.; SALMASO L. Measured and perceived environmental comfort: Field monitoring in an Italian school. **Applied Ergonomics**, v. 45, n. 4, p. 1035–1047, 1 jul. 2014.

DE GIULI, V. et al. Measurements of indoor environmental conditions in Italian classrooms and their impact on children's comfort. **Indoor and Built Environment**, v. 24, n. 5, p. 689–712, 24 ago. 2015.

DHALLUIN, A.; LIMAM, K. Comparison of natural and hybrid ventilation strategies used in classrooms in terms of indoor environmental quality, comfort and energy savings. **Indoor and Built Environment**, v. 23, n. 4, p. 527–542, 2014.

HADDAD, S.; OSMOND, P.; KING, S. Application of adaptive thermal comfort methods for Iranian school children. **Building Research and Information**, v. 47, n. 2, p. 173–189, 2019.

HADDAD, S.; OSMOND, P.; KING, S. Relationship between children's comfort temperature and outdoor climate: some methodological issues. 2016. Disponível em: <http://nceub.org.uk>. Acesso em: 22 mar. 2021.

HADDAD, S.; KING S.; OSMOND P.; HEIDARI S. Questionnaire Design to Determine Children's Thermal Sensation, Preference and Acceptability in the Classroom. **Proceedings PLEA**, 2012.

HASSAN ABDALLAH, A. S. Thermal Monitoring and Evaluation of Indoor CO2 Concentration in Classrooms of Two Primary Governmental Schools in New Assiut City, Egypt. **Procedia Engineering.** Elsevier Ltd, 1 jan. 2017

HASSANAIN, M. A.; IFTIKHAR, A. Framework model for post-occupancy evaluation of school facilities. **Structural Survey**, v. 33, n. 4–5, p. 322–336, 2015.

HAVERINEN-SHAUGHNESSY, U.; SHAUGHNESSY, R. J. Effects of classroom ventilation rate and temperature on students' test scores. **PLoS ONE**, v. 10, n. 8, 2015.

HAVERINEN-SHAUGHNESSY, U.; SHAUGHNESSY, R. J.; COLE, E. C.; TOYINBO, O.; MOSCHANDREAS, D. J. An assessment of indoor environmental quality in schools and its association with health and performance. **Building and Environment**, v. 93, n. P1, p. 35–40, 2015.

IEA. **Global Status Report for Buildings and Construction Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector**. 2019. Disponível em: < https://www.worldgbc.org/news-media/2019-global-status-report-buildings-and-construction>. Acesso em: 27 de junho de 2021.

JIANG, J.; WANG, D.; LIU, Y.; XU, Y.; LIU, J. A study on pupils' learning performance and thermal comfort of primary schools in China. **Building and Environment**, v. 134, p. 102–113, 2018.

JINDAL, A. Investigation and analysis of thermal comfort in naturally ventilated secondary school classrooms in the composite climate of India. **Architectural Science Review**, v. 62, n. 6, p. 466–484, 2 nov. 2019.

KIM, J.; DE DEAR, R. Thermal comfort expectations and adaptive behavioural characteristics of primary and secondary school students. **Building and Environment**, v. 127, p. 13–22, 2018.

KORSAVI, S. S.; MONTAZAMI, A. Adaptive Behaviours and Occupancy Patterns in UK Primary Schools: Impacts on Comfort and Indoor Quality. 2018.

KORSAVI, S. S.; MONTAZAMI, A. Children's thermal comfort and adaptive behaviours; UK primary schools during non-heating and heating seasons. **Energy and Buildings**, v. 214, p. 109857, 2020.
KORSAVI, S. S.; MONTAZAMI, A.; ZOMORODIAN, M. Evaluating thermal comfort and indoor air quality in classrooms located in Kashan-Iran. **NCEUB 2017 Network for Comfort and Energy Use in Building,** 2017. Disponível em: <https://pureportal.coventry.ac.uk/en/publications/evaluating-thermal-comfort-and-indoor-air-quality-in-classrooms-l>. Acesso em: 22 mar. 2021.
LE, T. H. V.; GILLOTT, M.; RODRIGUES, L. Children thermal comfort in primary schools in Ho Chi Minh City in Vietnam. In: Passive Low Energy Architecture Design to Thrive (PLEA), 2017. Proceedings. Edimburgo (Reino Unido), 2017.
LIANG, H. H.; LIN, T. P.; HWANG, R. L. Linking occupants' thermal perception and building thermal performance in naturally ventilated school buildings. **Applied Energy**, v. 94, p. 355–363, 2012.
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.
LIU, Y.; JIANG, J.; WANG, D.; LIU, J. The indoor thermal environment of rural school classrooms in Northwestern China. **Indoor and Built Environment**, v. 26, n. 5, p. 662–679, 2017.
MARTELL, M.; RODRÍGUEZ, F.; CASTILLA, M.; BERENGUEL, M. Multiobjective control architecture to estimate optimal set points for user comfort and energy saving in buildings. **ISA Transactions**, 2019.
MARTINEZ-MOLINA, A.; BOARIN, P.; TORT-AUSINA, I.; VIVANCOS, J. L. Post-occupancy evaluation of a historic primary school in Spain: Comparing PMV, TSV and PD for teachers' and pupils' thermal comfort. **Building and Environment**, v. 117, p. 248–259, 2017.
MAZON, J. The influence of thermal discomfort on the attention index of teenagers: An experimental evaluation. International **Journal of Biometeorology**, v. 58, n. 5, p. 717–724, 27 fev. 2014.
MENDELL, M. J.; HEATH, G. A. Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature. **Indoor Air**. v. 15, p. 27-52, 2005.
MING, R.; YU, W.; ZHAO, X.; et al. Assessing energy saving potentials of office buildings based on adaptive thermal comfort using a tracking-based method. **Energy and Buildings**, v. 208, 2020.
MONTAZAMI, A.; GATERELL, M.; NICOL, F.; LUMLEY, M.; THOUA, C. Developing an algorithm to illustrate the likelihood of the dissatisfaction rate with relation to the indoor temperature in naturally ventilated classrooms. **Building and Environment**, v. 111, p. 61–71, 2017a.
MONTAZAMI, A.; GATERELL, M.; NICOL, F.; LUMLEY, M.; THOUA, C. Impact of social background and behaviour on children's thermal comfort. **Building and Environment**, v. 122, p. 422–434, 2017b.
MUNONYE, C.; JI, Y. Evaluating the perception of thermal environment in naturally ventilated schools in a warm and humid climate in Nigeria. **Building Services Engineering Research and Technology**, v. 42(1) p. 5–25, 2021.
NAM, I.; YANG, J.; LEE, D.; PARK, E.; SOHN, J. R. A study on the thermal comfort and clothing insulation characteristics of preschool children in Korea. **Building and Environment**, v. 92, p. 724–733, 2015.
NODA, L. et al. Thermal and visual comfort of schoolchildren in air-conditioned classrooms in hot and humid climates. **Building and Environment**, v. 182, p. 107156, 1 set. 2020.
PAPADOPOULOS, S.; KONTOKOSTA, C. E.; VLACHOKOSTAS, A.; AZAR, E. Rethinking HVAC temperature setpoints in commercial buildings: The potential for zero-cost energy savings and comfort improvement in different climates. **Building and Environment**, v. 155, p. 350–359, 2019.
PARK, J. H.; YUN, B. Y.; CHANG, S. J.; et al. Impact of a passive retrofit shading system on educational building to improve thermal comfort and energy consumption. **Energy and Buildings**, p. 109930, 2020.
PORRAS-SALAZAR, J. A. et al. Reducing classroom temperature in a tropical climate improved the thermal comfort and the performance of elementary school pupils. **Indoor Air**, v. 28, n. 6, p. 892–904, 1 nov. 2018.
PRAJONGSAN, P.; SHARPLES, S. Enhancing natural ventilation, thermal comfort and energy savings in high-rise residential buildings in Bangkok through the use of ventilation shafts. **Building and Environment**, v. 50, p. 104–113, 2012.
RODRÍGUEZ, C. M.; CORONADO, M. C.; MEDINA, J. M. Thermal comfort in educational buildings: The Classroom-Comfort-Data method applied to schools in Bogotá, Colombia. **Building and Environment**, v. 194, p. 107682, 2021.
SOUZA, J. et al. Thermal Comfort Analysis in Both Naturally Ventilated and Air-Conditioned Classrooms in a Warm and Humid Climate. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. **Anais...**Institute of Physics Publishing, 18 jun. 2020. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/503/1/012044>. Acesso em: 22 mar. 2021.
STEVANOVIC, Z. et al. CFD simulations of thermal comfort in naturally ventilated primary school classrooms. **Thermal Science**, v. 20, n. suppl. 1, p. 287–296, 2016.
TELI, D.; JENTSCH, M. F.; JAMES, P. A. B. Naturally ventilated classrooms: An assessment of existing comfort models for predicting the thermal sensation and preference of primary school children. **Energy and Buildings**, v. 53, p. 166–182, 2012.
TELI, D.; JENTSCH, M. F.; JAMES, P. A. B. The role of a building's thermal properties on pupils' thermal comfort in junior school classrooms as determined in field studies. **Building and Environment**, v. 82, p. 640–654, 1 dez. 2014.
TREBILCOCK, M.; SOTO-MUÑOZ, J.; YAÑEZ, M.; FIGUEROA-SAN MARTIN, R. The right to comfort: A field study on adaptive thermal comfort in free-running primary schools in Chile. **Building and Environment**, v. 114, p. 455–469, 2017.
VÁSQUEZ, N. G.; RUPP, R. F.; DÍAZ, L. A. Testing a Method to Assess the Thermal Sensation and Preference of Children in Kindergartens. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272164410>. Acesso em: 22 mar. 2021.
YANG, B.; OLOFSSON, T.; WANG, F.; LU, W. Thermal comfort in primary school classrooms: A case study under subarctic climate area of Sweden. **Building and Environment**, v. 135, p. 237–245, 2018.
YUN, H.; NAM, I.; KIM, J.; et al. A field study of thermal comfort for kindergarten children in Korea: An assessment of existing models and preferences of children. **Building and Environment**, v. 75, p. 182–189, 2014.
ZHANG, Y.; BAI, X.; MILLS, F. P.; PEZZEY, J. C. V. Rethinking the role of occupant behavior in building energy performance: A review. **Energy and Buildings**, v. 172, p. 279-294, 2018.