



Avaliação da qualidade ambiental de salas de aula: Uma Revisão Sistemática

Evaluation of the environmental quality in classrooms: A Systematic Review

Evaluación de la calidad ambiental de las clases: Una Revisión Sistemática

Andre Canelada

Mestrando. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru.
andre.canelada@unesp.br

Maria Solange Gurgel de Castro Fontes

Professora Doutora. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru.
solange.fontes@unesp.br

Renata Cardoso Magagnin

Professora Associada. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru.
renata.magagnin@unesp.br

Maximiliano dos Anjos Azambuja

Professor Associado. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru.
m.azambuja@unesp.br



RESUMO

Garantir a qualidade ambiental, seja ela térmica, acústica ou visual, em salas de aula é um fator imprescindível para que haja alta produtividade por aqueles que utilizam desse espaço, principalmente por se tratarem de locais onde os usuários passam a maior parte do dia. A aferição desses parâmetros nos ambientes pode ser feita empregando diferentes metodologias quali-quantitativas, sendo as mais usuais as medições *in loco* de temperatura, luminância e ruídos, bem como a aplicação de questionários para compreender as percepções dos que usufruem do local. Diante desse contexto, o presente artigo objetivou identificar os métodos mais comuns para mensurar a qualidade ambiental das salas de aula na literatura específica da área. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática utilizando as bases de dados ScienceDirect e Scopus, a partir da seleção de 29 artigos, que compuseram o tamanho da amostra. A partir da análise individual dos artigos, denota-se a importância de realizar experimentos de avaliação pós-ocupação em espaços escolares, levando em consideração as variáveis pessoais entre os seres humanos, bem como os diferentes contextos microclimáticos e culturais, pois a percepção dos usuários sobre o ambiente construído pode sofrer interferência de acordo com esses critérios. A análise da bibliografia fornece um panorama geral sobre as pesquisas desenvolvidas ao redor do mundo, e pode servir de subsídio para trabalhos relacionados à temática. Além disso, as referências indicaram uma lacuna sobre a falta de artigos que utilizam metodologias diferentes das convencionais, principalmente com relação às metodologias qualitativas de avaliação de um espaço físico de sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Espaços escolares. Avaliação pós-ocupação. Qualidade ambiental.

SUMMARY

Ensuring environmental quality, such as thermal, acoustic or visual, in classrooms is an essential factor for high productivity among those who use this space, because these are places where users spend most of the day. Measuring these parameters in these environments can be done using different qualitative and quantitative methodologies, being the most common the on-site measurements of temperature, luminance and noise, along with the application of questionnaires to understand the perceptions of those who use the location. In this context, the article aimed to identify the most common methods for measuring the environmental quality of classrooms in the specific literature. To this end, a systematic literature review was carried out using the ScienceDirect and Scopus databases, based on the selection of 29 articles, which made up the sample size. With the individual analysis the articles, the importance of carrying out post-occupancy evaluation experiments in school spaces is highlighted, taking into account personal variables between human beings, as well as different microclimatic and cultural contexts, as users' perception of the built environment may be interfered according to these criteria. The analysis of the bibliography provides a general overview of the researches developed around the world, being able to serve as a basis for work related to the topic. Furthermore, the references indicated a gap regarding the lack of articles that use methodologies other than conventional ones, mainly in relation to qualitative methodologies for evaluating a physical space of the classrooms.

KEYWORDS: School spaces. Post-occupancy evaluation. Environmental quality.

RESUMEN

Garantizar la calidad ambiental, seja ela térmica, acústica o visual, en las salas de aula es un factor imprescindible para que haya alta productividad para quien usa este espacio, principalmente por se tratarem de locais donde los usuarios passam la mayor parte del día. La exploración desses parâmetros em los ambientes puede ser feita empregando diferentes metodologías quali-cuantitativas, siendo las mas habituales mediciones de temperatura, luminância y ruidos, bem como una aplicación de cuestionarios para comprender las percepciones dos que usufruem do local. Diante este contexto, el presente artículo objetivou identificar los métodos más comunes para medir la calidad ambiental de las salas de aula em la literatura específica. Para esto, fue hecha una revisión bibliográfica sistemática utilizando como bases de datos ScienceDirect y Scopus, a partir de la selección de 29 artículos, que compusieron el tamaño de la muestra. A partir de la análise individual de los artículos, denota-se la importancia de realizar experimentos de evaluación post-ocupación en espacios escolares, levando em consideración variáveis personales entre los seres humanos, bien como os diferentes contextos microclimáticos e culturais, pois a percepção dos usuários sobre El ambiente construido puede sufrir más interferencias de acuerdo con esos criterios. A análise da bibliografia fornece um panorama general sobre as pesquisas desenvolvidas ao redor do mundo, y puede servir de subsídio para trabajos relacionados à temática. Además, la búsqueda de referencias indicó una laguna sobre la falta de artículos que utilizan metodologías diferentes de las convencionales, principalmente con relación a metodologías cualitativas de evaluación de un espacio físico de las salas de aula.

PALABRAS CLAVE: Espacios escolares. Evaluación Post-Ocupación. Calidad ambiental.



1 INTRODUÇÃO

Por serem espaços onde crianças e adolescentes passam a maior parte do dia, as salas de aula necessitam ser cuidadosamente projetadas para que os usuários estejam confortáveis em relação às variáveis ambientais (térmicas, acústicas e visuais), principalmente por impactar, positiva ou negativamente, no processo de aprendizado dos alunos (DAMASCENO, 2020; KOWALTOWSKI, 2017). Nesses espaços, os fatores ambientais, juntamente com os pessoais, determinam a qualidade de seu uso. Ambientes com temperaturas adequadas, higienizados e com boa ventilação garantem melhora na saúde dos usuários, bem como auxiliam no aumento da produtividade (HAVERINEN-SHAUGHNESSY *et al.*, 2015).

No entanto, a garantia de conforto em um espaço tende a ser subjetiva por conta das diferenças biológicas entre os seres humanos e, por isso, proporcionar o bem-estar aos usuários pode vir a ser desafiador (LAMBERTS *et al.*, 2016; BLUYSEN *et al.*, 2018). Dessa forma, critérios como a “iluminação, temperatura, qualidade do ar, pertencimento (ao local), flexibilidade, complexidade e cores” são essenciais para assegurar um ambiente eficiente (BARRET *et al.*, 2014, p. 130, *tradução nossa*).

Em relação ao ambiente escolar destinado às crianças, a tolerância em relação à temperatura do ar tende a ser mais alta e a preferência por ambientes mais gelados (2°C abaixo da temperatura mínima estipulada pelo método de Griffith para estar em conforto) é maior (APARICIO-RUIZ *et al.*, 2021). Essa aceitabilidade, em muitos casos, está relacionada às condições climáticas locais e aos costumes e culturas de cada região (SALTHAMMER *et al.*, 2016).

Além das questões térmicas, os ruídos indesejados, muitas vezes causados pelos próprios alunos através de conversas e brincadeiras em parquinhos próximos, são fatores que mais promovem problemas de concentração dentro de sala, superando questões relacionadas aos valores de temperatura e iluminação (SALLEH *et al.*, 2015; BLUYSEN *et al.*, 2018; BLUYSEN *et al.*, 2020).

De acordo com Ochoa (2010), a relatividade em torno de um critério pode depender, também, do contexto de uso do espaço analisado. Uma sala de aula que apresenta níveis lumínicos abaixo do que a norma permite pode ser considerada agradável aos usuários, caso o espaço seja utilizado para projeção de mídias, por exemplo.

Estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de analisar o efeito que um ambiente desempenha sob o usuário em uma sala de aula (ZHANG; BARRET *et al.*, 2015; TOYINBO *et al.*, 2016; ORTIZ; BLUYSEN, 2019; TOFTUM; CLAUSEN, 2023). Para isso, diversas metodologias de coletas de dados podem ser empregadas de acordo com o objetivo proposto por cada pesquisador e pelos instrumentos disponíveis para a avaliação de cada escola.

Nesse contexto, a revisão sistemática aqui apresentada reúne 29 trabalhos publicados nos últimos dez anos, em duas bases de dados, cujos escopos estão relacionados ao impacto da qualidade ambiental em salas de aula no processo de aprendizagem. No entanto, busca-se aqui ressaltar as principais metodologias utilizadas para a avaliação técnica do conforto ambiental (térmico, lumínico e acústico) e para aferir a satisfação do ponto de vista dos usuários.

2 OBJETIVO



O objetivo do presente trabalho é identificar as principais metodologias qual-quantitativas utilizadas para a avaliação da qualidade ambiental de salas de aula.

3 METODOLOGIA

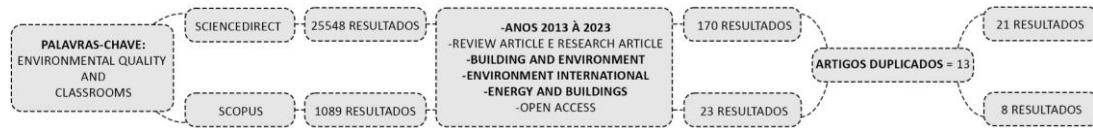
Para responder o objetivo do trabalho, foi utilizada a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), cujo procedimento metodológico possui o intuito de agrupar um número de trabalhos pertencentes a uma determinada área do conhecimento, com o fim de apontar convergências ou divergências em relação aos resultados encontrados (SAMPAIO; MANCINI, 2007). Para isso, é utilizado o *Prisma Flow Diagram*, método responsável por elencar parâmetros a serem seguidos para registrar o fluxo de informações nas pesquisas selecionadas (GALVÃO; PANSANI; HARRAD, 2015).

O procedimento de busca das referências bibliográficas se iniciou pela questão “quais as metodologias podem ser utilizadas para a avaliar a qualidade ambiental em salas de aula e compreender a percepção dos usuários sobre esses espaços?”. Em seguida, houve a seleção dos artigos em duas bases de dados, a “*ScienceDirect*” e a “*Scopus*”, através das palavras-chave “environmental quality” e “classrooms”, unidas pelo operador booleano “and”. Na primeira base de dados (*ScienceDirect*), a pesquisa resultou em 25.548 artigos, enquanto na segunda (*Scopus*), a busca retornou 1.089 artigos.

Para definir o tamanho da amostra, foram aplicados os seguintes filtros: período de 2013 até meados de abril de 2023, quando o trabalho foi desenvolvido; o tipo de artigo (*review article* ou *research article*); os nomes das principais revistas na área da Arquitetura e Urbanismo, seguindo um padrão de periódicos com avaliação *Qualis* da CAPES nível A1, sendo elas a “*Building and Environment*”, “*Environment International*” e a “*Energy and Buildings*”; e, por último, foram selecionados apenas artigos que tivessem acesso aberto. Com isso, a quantidade de referências reduziu para 170 e 23 artigos na “*ScienceDirect*” e “*Scopus*”, respectivamente.

A partir da leitura dos títulos e nomes dos autores de cada pesquisa, foram encontradas 13 duplicidades. Ao final, com as 180 referências, foi aplicado um último filtro, com o fim de selecionar apenas o conteúdo pertinente à revisão, eliminando artigos cuja temática não aderia ao escopo definido a partir da questão de pesquisa. Para isso, mais uma vez, foram considerados os títulos, as palavras-chave e os resumos de cada artigo, o que resultou em 29 trabalhos, todos em língua inglesa, entre os quais 21 na “*ScienceDirect*” e oito na “*Scopus*”, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Caminho realizado para a obtenção dos artigos nas bases de dados



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os artigos selecionados foram elencados e avaliados a partir de 20 parâmetros, sendo eles: base de dados; ano da publicação; país da publicação; universidade; revista; classificação CAPES; palavras-chave; objetivos; metodologia; aferição da qualidade térmica; acústica; visual;

ventilação e qualidade do ar; características microclimáticas; características da construção; testes estatísticos; instrumentos para medição; modelo de questionário; caminho para a revisão bibliográfica; principais resultados. Esses parâmetros foram essenciais para a ordenação dos principais pontos alavancados por cada pesquisa.

A apresentação dos resultados foi dividida em dois tópicos: a caracterização geral e a específica. Na primeira, foram apresentados dados relativos a compreensão total dos artigos, com informações relacionadas à quantidade de dados extraídos de cada base, palavras-chave que mais apareceram nos resumos das pesquisas, a porcentagem de artigos publicados em determinadas revistas, os autores com maior número de publicações, os anos de maior frequência de publicação e os principais países onde as pesquisas estão sendo desenvolvidas. Na caracterização específica, foram apresentados os dados referentes a parametrização das informações obtidas por meio da leitura dos artigos, possuindo um foco nas metodologias adotadas para a realização dos trabalhos selecionados.

4 RESULTADOS

A partir da análise de 29 pesquisas sobre as metodologias utilizadas para avaliar a qualidade ambiental de salas de aula, algumas palavras-chave se destacaram por aparecerem em grande parte dos trabalhos selecionados. Após a averiguação de todas e a padronização de termos sinônimos, os destaques foram para as palavras “schools” (11 vezes), “thermal comfort” (10 vezes), “indoor environment quality” (10 vezes), “ventilation” (7 vezes), “classrooms” (6 vezes), “indoor air quality” (6 vezes) e “comfort” (5 vezes). Os termos que apareceram apenas uma vez foram eliminados para uma melhor compreensão visual (Figura 2).

Figura 2 - Palavras-chave encontradas nas pesquisas



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Dentre os principais periódicos de publicação estão: “Building and Environment”, com 21 dos artigos coletados (72%), “Energy and Buildings”, com 6 trabalhos (21%) e “Environment International”, com dois trabalhos (7%).

O período de 2020 a 2023 apresenta o maior número de publicações, sendo seis publicações/ano. Em seguida, 2022 com quatro publicações, 2015 com três publicações; os anos de 2016, 2019 e 2021 apresentaram apenas duas publicações em cada e em 2014 e 2018, apenas uma. Isso demonstra que, dentro do recorte temporal realizado, o número de pesquisas relacionadas à temática da qualidade ambiental vem aumentando desde 2021, evidenciando uma tendência de crescimento nos próximos anos.



Em relação ao local de desenvolvimento das pesquisas, o continente Europeu possui a maior incidência de publicações, com a Finlândia em três dos artigos analisados (6%), a Espanha e a Dinamarca com quatro trabalhos cada (9%), a Itália com seis (13%), a Holanda sete (15%) e o Reino Unido com oito (17%). Outros países europeus, como Alemanha, Bélgica, Noruega, Polônia e Portugal foram mencionados apenas uma vez.

Nas Américas, o país que possui mais pesquisas é os Estados Unidos, com três artigos publicados (6%). Outros como Brasil, Canadá e Colômbia, aparecem apenas em um artigo cada. No continente Asiático e na Oceania, como Japão, Malásia, Austrália e Nova Zelândia, aparecem uma vez cada.

A necessidade da caracterização geral dos trabalhos se justifica pela importância de conhecer e entender onde estão os polos de desenvolvimento das pesquisas na área de qualidade ambiental. Além disso, cada pesquisa possui um objetivo e a análise de todas aponta uma tendência, como pode ser visto na Tabela 1, que apresenta uma maior ênfase para a análise da percepção dos usuários nas pesquisas sobre qualidade ambiental em salas de aula.

Tabela 1- Panorama geral dos artigos analisados

Autores	Revista			Título do artigo	Objetivos				
	I	II	III		IV	V	VI	VII	VIII
Bluyssen et al. (2018)				Self-reported health and comfort of school children in 54 classrooms of 21 Dutch school buildings					
Arroyo, Peñabaena-Niebles, Correa (2023)				Influence of environmental conditions on students' learning processes: A systematic review					a
Aparicio-Ruiz et al. (2021)				A field study on adaptative thermal comfort in Spanish primary classrooms during summer season					
Mishra et al. (2017)				Analysing thermal comfort perception of students through the class hour, during heating season, in a university classroom					
Toyinbo et al. (2016)				Building characteristics, indoor environmental quality, and mathematics achievement in Finnish elementary schools					
Bluyssen et al. (2020)				Workshop with 335 primary school children in The Netherlands - What is needed to improve the IEQ in their classrooms?					
Toftum, Clausen (2023)				Classroom airing behavior significantly affects pupil well-being and concentration performance - Results of a large-scale citizen science study in Danish schools					
Zhang, Ortiz, Bluyssen (2019)				Clustering of Dutch school children based on their preferences and needs of the IEQ in classrooms					
Leccese et al. (2021)				Towards a holistic approach to indoor environmental quality assessment - Weighting					a



Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes

Technical and Scientific Journal Green Cities

ISSN 2317-8604 Suporte Online / Online Support

Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 12, N. 37, 2024

Autores	Revista			Título do artigo	Objetivos				
	I	II	III		IV	V	VI	VII	VIII
				schemes to combine effects of multiple environmental factors					
Ding et al (2023)				Ventilation and thermal conditions in secondary schools in the Netherlands - Effects of COVID19 pandemic control and prevention measures					
Kallio et al. (2020)				Assessment of perceived indoor environmental quality, stress and productivity based on environmental sensor data and personality categorization					
Thompson et al. (2022)				Noise pollution and human cognition - An update systematic review and meta-analysis of recent evidence					b
Monge-Barrio et al. (2022)				Encouraging natural ventilation to improve indoor environmental conditions at schools. Case studies in the north of Spain before and during COVID					
Torriani et al. (2023)				Thermal comfort and adaptive capacities-Differences among students at various school stages					
Barret et al. (2015)				The impact of classroom design on pupil's learning: Final results of a holistic, multi-level analysis					
Altomonte et al. (2020)				Ten questions concerning well-being in the built environment					a
Vasquez et al. (2022)				Occupants responses to window views, daylighting and lighting in buildings - A critical review					c
Sokol et al. (2023)				Personas for lighting. Three methods to develop personas for the indoor lighting environment					
Pellegatti et al. (2023)				Indoor soundscape, speech perception, and cognition in classrooms: A systematic review on the effects of ventilation-related sounds on students					f
Alnuaimi, Natarajan, Kershaw (2022)				The comfort and energy impact of overcooled buildings in warm climates					d
Bogerd et al. (2020)				Greening the classroom: Three field experiments on the effects of indoor nature on students' attention, well-being, and perceived environmental quality					
Korsavi, Montazami, Mumovic (2020)				The impact of indoor environment quality (IEQ) on school children's overall comfort in the UK; a regression approach					
Pereira et al. (2014)				Assessment of indoor air quality and thermal comfort in Portuguese secondary classrooms: Methodology and results					



Autores	Revista			Título do artigo	Objetivos				
	I	II	III		IV	V	VI	VII	VIII
Haverinen-Shaughnessy et al. (2015)				An assessment of indoor environmental quality in schools and its association with health and performance					
Salleh et al. (2015)				A quantitative evaluation of indoor environmental quality in refurbished kindergarten buildings: A Malaysian case study					
Salthammer et al. (2016)				Children's well-being at schools: Impact of climatic conditions and air pollution					e
Martinez-Molina et al. (2017)				Post-occupancy evaluation of a historic primary school in Spain: Comparing PMV, TSV and PD for teachers' and pupils' thermal comfort					
Korsavi, Montazami (2019)				Developing a valid method to study adaptive behaviours with regard to IEQ in primary schools					
Korsavi, Montazami, Mumovic (2020)				Ventilation rates in naturally ventilated primary schools in the UK; Contextual, Occupant and Building-related (COB) factors		2			
TOTAL:	21	6	2		1	2	6	12	8

Legenda

I: Building and Environment; II: Energy and Buildings; III: Environment International;

IV: Analisar o comportamento das pessoas em salas de aula e em escritórios; V: Entender a influência da ventilação no bem estar dos usuários; VI: Correlacionar os fatores ligados ao conforto térmico à percepção das pessoas; VII: Relacionar a qualidade ambiental e a percepção do ambiente pelos usuários; VIII-a: Revisão de literatura (qualidade ambiental e percepção do usuário sobre o espaço); VIII-b: Revisão de literatura (impacto de ruídos na cognição); VIII-c: Revisão de literatura (efeito da iluminação no comportamento); VIII-d: Revisão de literatura (impacto do excesso de resfriamento nas edificações); VIII-e: Revisão de literatura (qualidade do ar em salas de aula); VIII-f: Revisão de literatura: qualidade do ar e problemas acústicos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Quanto aos métodos empregados, os principais foram: questionários (18 artigos); medições técnicas das variáveis do conforto ambiental (17 artigos); revisão de literatura ou revisão sistemática (oito trabalhos), observação (três artigos) e entrevistas (um artigo).

A metodologia “questionário”, muito utilizada em estudos de Avaliação Pós-Ocupação (APO), permite obter as sensações de conforto ambiental, além de possibilitar a comparação das informações com as medições técnicas, em alguns casos. A maneira como o questionário é aplicado, seja em papel, em site ou aplicativo de celular, é importante e depende muito do público alvo, da situação que a pesquisa se encontra e do resultado que deseja obter (MISHRA et al., 2017).

Dos 18 trabalhos que utilizaram o método “questionário”, nove avaliaram a percepção dos usuários quanto ao conforto térmico (TOYINBO et al., 2016; MARTINEZ-MOLINA et al., 2017; MISHRA et al., 2017; BOGERD et al., 2020; APARICIO-RUIM et al., 2021; DING et al., 2021; MONGE-BARRIO et al., 2022; TOFTUM, CLAUSEN, 2023; TORRIANI et al., 2023); um avaliou o conforto térmico e o acústico (KALLIO et al., 2020); cinco analisaram a união do conforto térmico, acústico e visual (PEREIRA et al., 2014; SALLEH et al., 2015; BLUYSEN et al., 2018;



ZHANG, ORTIZ, BLUYSSEN, 2019; BLUYSSEN *et al.*, 2020); dois analisaram a união do conforto térmico e do visual (KORSAVI, MONTAZAMI, 2019; KORSAVI, MONTAZAMI, MUMOVIC, 2020) e um analisou questões espaciais arquitetônicas (BARRET *et al.*, 2015).

Dessas pesquisas, oito não apresentaram o modelo de questionário utilizado; cinco apresentam o modelo completo das questões e cinco mostram parcialmente, ou seja, elencam algumas questões ou apenas uma indicação da abordagem das perguntas. Contudo, mesmo sendo uma metodologia eficiente e muito utilizada na maioria das pesquisas, o uso de questionários pode levar a respostas subjetivas ou até mesmo sofrer com os efeitos de Hawthorne (BOGERD *et al.*, 2020), ou seja, o indivíduo mudar sua postura ou opinião pelo fato de estar sendo observado por outras pessoas (ZALEZNIK, 1984).

Além de questionários, outra metodologia utilizada para entender a percepção dos usuários sobre o espaço é a entrevista. Sokol *et al.* (2023) aplicaram uma entrevista estruturada, realizada em uma escola primária, duas universidades e um escritório, para compreenderem a percepção das pessoas sobre a condição de iluminação dos espaços.

Outra metodologia empregada nos artigos analisados foi a aferição *in loco*, entre os quais, treze são mensurações apenas térmicas (PEREIRA *et al.*, 2014; HAVERINEN-SHAUGHNESSY *et al.*, 2015; TOYINBO *et al.*, 2016; MARTINEZ-MOLINA *et al.*, 2017; MISHRA *et al.*, 2017; BLUYSSEN *et al.*, 2018; KORSAVI, MONTAZAMI, 2019; KALLIO *et al.*, 2020; KORSAVI, MONTAZAMI, MUMOVIC, 2020; APARICIO-RUIZ *et al.*, 2021; MONGE-BARRIO *et al.*, 2022; DING *et al.*, 2023; TORRIANI *et al.*, 2023); dois fizeram medições térmicas, acústicas e visuais (BARRET *et al.*, 2015; TOFTUM, CLAUSEN, 2023); um fez aferição apenas da qualidade visual do ambiente (SOKOL *et al.*, 2023); e um mediu aspectos térmicos e visuais (KORSAVI, MONTAZAMI, MUMOVIC, 2020).

A análise dos artigos possibilitou buscar parâmetros para compreender os resultados obtidos. Dois desses parâmetros, condições microclimáticas locais e as características construtivas das edificações, exercem grande influência sobre o resultado da percepção pelos usuários. Em relação às características construtivas, apenas quatro artigos trouxeram detalhes da estrutura do prédio em análise. Aparicio-Ruiz *et al.* (2022) constataram que a estrutura do espaço era metálica, com chapas de gesso duplas, lã de rocha, isolamento térmico de poliuretano e tijolos aparentes; Mishra *et al.* (2017), por sua vez, apontaram que o ambiente não possuía janelas e era pouco afetado pelas condições externas, uma vez que ficava no subsolo; Martinez-Molina *et al.* (2017) ressaltaram que a escola era feita em pedras de 60cm, finalização com gesso e revestimento cerâmico e Bluyssen *et al.* (2018) mencionam apenas o acabamento da sala, com chão em carpete e o teto com placas acústicas brancas.

Dos trabalhos que avaliaram as condições de conforto térmico, através dos microclimas das salas, nove artigos citaram as condições de tempo que influenciaram no resultado final (PEREIRA *et al.*, 2014; HAVERINEN-SHAUGHNESSY *et al.*, 2015; TOYINBO *et al.*, 2016; KORSAVI; MONTAZAMI, 2019; KORSAVI; MONTAZAMI; MUMOVIC, 2020; MONGE-BARRIO *et al.*, 2022; DING *et al.*, 2023; TOFTUM; CLAUSEN, 2023; TORRIANI *et al.*, 2023). Nessas pesquisas, os autores puderam avaliar as questões técnicas e compará-las com os resultados dos questionários, quando aplicados.



Em outros artigos, as condições do tempo durante levantamento de dados, foram informadas apenas como “*heating*” ou “*non-heatin season*”. O termo *heating season* corresponde aos meses de outubro a maio, em que as edificações precisam utilizar sistemas de aquecimento para manter a temperatura interna agradável, tendo em vista as baixas temperaturas externas (NYC HOUSING AUTHORITY, 2023).

Em relação às pesquisas que realizaram medições *in loco*, as especificações dos equipamentos não foram descritas em apenas dos artigos (BARRET *et al.*, 2015; MISHRA *et al.*, 2017), e os autores Mishra *et al.*, (2017) mencionam apenas que foi utilizado um sensor de temperatura. Com relação aos outros autores, os instrumentos citados foram “*Sensirion SHT21*”; termômetro de globo; “*Data Logger*” de algumas marcas distintas; “*Kitagawa 126SF*”; “*Silicon Labs Si7021*”; “*Bosch BMP18*”; “*SENSEAIR K*”; “*EKMB130111*”; “*Hagner Model EC1 lux meter*”; “*PR-650 SpectraScan*”; “*Colorimeter PHOTO RESEARCH spectroradiometer*”; “*SWEMA*”; “*TGE-0011*”; “*TSI QTrak Monitors*”.

Grande parte dos artigos realizaram medições de forma simultânea à aplicação dos questionários junto aos usuários, ou mesmo durante algum outro horário, dias ou até semanas.

Dos 17 artigos que fizeram a aferição de parâmetros *in loco*, cinco realizaram testes estatísticos para auxiliar na leitura dos dados, ou para gerar os resultados esperados da pesquisa. Toyinbo *et al.* (2017) e Korsavi e Montazami (2019) utilizaram o software “*IBM SPSS*”. Sokol *et al.* (2023) usaram do recurso “*SpectraWin2*”. Monge-Barrio *et al.* (2022) utilizaram um software estatístico, porém sem menção ao nome. Além desses, Pereira *et al.* (2014), Martinez-Molina *et al.* (2017); Torriani *et al.* (2023) utilizaram, como parâmetros de comparação, o índice PMV (Voto Médio Preditivo), de Povl Ole Fanger em 1970, para calcular o grau de conforto térmico sentido pelas pessoas em um determinado espaço.

Além dos sete, outros dois artigos (que não utilizaram do recurso de medição *in loco*) fizeram o uso de softwares, sendo eles: Salleh *et al.* (2015), que empregaram o método estatístico ANOVA, e os programas “*IBM SPSS*” e o “*T-Tests*” para auxiliar nos resultados dos questionários e análise *walkthrough*, assim como Zhang, Ortiz e Bluyssen (2019), que utilizaram o software “*IBM SPSS*”.

Três autores utilizaram o método observacional em conjunto a outros: Korsavi e Montazami (2019) fizeram uso de formulários observacionais para checarem os resultados obtidos com os questionários aplicados às crianças. Para eles, as observações são necessárias para identificar fatores difíceis de medir. Korsavi, Montazami e Mumovic (2020) usaram a observação como forma de obter informações relacionadas ao prédio analisado, bem como para a compreensão dos padrões de comportamento dos usuários. Por fim, Salleh *et al.* (2015) utilizam o passeio guiado (*walkthrough*) para observar o prédio o qual estava sendo desenvolvido o trabalho, analisando questões físicas, o entorno e características ambientais.

Quando a metodologia de pesquisa é revisão de literatura, principalmente sistemática, é importante que o pesquisador informe o caminho realizado por ele para a obtenção dos artigos que farão parte do tamanho da amostra. Por isso, um dos parâmetros analisados nas pesquisas foi a presença (ou não) do fluxo de encontro de artigos pelos autores para essa seleção. Entre os oito artigos nesse enfoque, ou seja, que continham uma revisão bibliográfica sistematizada, apenas cinco (LECCSESE *et al.*, 2021; VASQUEZ *et al.*, 2022; THOMPSON *et al.*,



2022; ARROYO, PEÑABAENA-NIEBLES, CORREA, 2023; PELLEGATI *et al.*, 2023) mostraram o caminho realizado para essa seleção.

Por fim, cada pesquisa atingiu resultados diferenciados, que podem ser vistos, de forma sintetizada, no Quadro 1.

Quadro 1- Resultados sintetizados das pesquisas

AUTORES	RESULTADOS
CONFORTO AMBIENTAL GERAL	
PEREIRA <i>et al.</i> (2014)	A temperatura das salas estava mais alta do que a aceitabilidade dos alunos. A neutralidade térmica não é o estado de conforto preferido.
BARRET <i>et al.</i> (2015)	Elaboração de uma lista de 10 índices que contribuem para melhorar o desempenho acadêmico dos alunos.
SALLEH <i>et al.</i> (2015)	Ruídos na sala eram os fatores que mais atrapalhavam os alunos pela proximidade com o parquinho. A ventilação da sala de aula era prejudicada pela quantidade de pessoas no espaço.
BLUYSEN <i>et al.</i> (2018)	87% das crianças estavam incomodadas com o barulho, 63% com os cheiros, 42% com a luz do sol, 35% com a temperatura.
ZHANG, ORTIZ, BLUYSEN (2019)	Crianças apontaram problemas com o som e cheiros, com a iluminação e com a temperatura. Além disso, dentre as respostas, alguns alunos retrataram problemas com tudo na sala e outros não possuíam nenhum problema.
ALTOMONTE <i>et al.</i> (2020)	Dez perguntas e respostas discorrendo sobre como garantir conforto térmico, acústico e visual nos espaços e o impacto nas pessoas e nas construções.
BLUYSEN <i>et al.</i> (2020)	Salas com 58% de problemas sonoros; 53% de problema com temperatura; 22% com ar; 16% com luz.
LECCESE <i>et al.</i> (2021)	Criou uma escala de valores sobre os fatores mais importantes dentro da sala de aula e percebeu que a importância dos fatores ambientais são maiores na realidade do que na literatura.
ARROYO, PEÑABAENA-NIEBLES, CORREA (2023)	Europa e Ásia são os continentes que mais estudam qualidade ambiental; adaptações a serem feitas nas mudanças de estação, e o conforto térmico foi a variável de maior interesse.
TOFTUM, CLAUSEN (2023)	Boa ventilação da sala contribui para uma melhora da concentração nas crianças e diminui o nível de CO ₂ no ambiente.
CONFORTO TÉRMICO	
HAVERINEN-SHAUGHNESSY <i>et al.</i> (2015)	A performance acadêmica dos estudantes está relacionada a uma boa ventilação e temperaturas adequadas dentro das salas de aula.
SALTHAMMER <i>et al.</i> (2016)	As condições e preferências térmicas variam conforme os climas; as condições térmicas afetam diretamente a quantidade de energia que uma escola gasta para gerar ambientes confortáveis e mantê-los.
TOYINBO <i>et al.</i> (2016)	A boa ventilação e o conforto térmico estão associados ao processo de aprendizado dos alunos e precisam ser ajustados para atender a demanda do número de alunos nas salas de aula.
MARTINEZ-MOLINA <i>et al.</i> (2017)	As sensações de conforto se mostraram diferentes para os professores e alunos. Para os alunos, o conforto é mais difícil de ser atingido.
MISHRA <i>et al.</i> (2017)	As preferências e percepções em relação a temperatura variaram de acordo com a temperatura externa, o gênero e outros fatores.
BOGERD <i>et al.</i> (2020)	Salas de aula que possuem algum elemento da natureza em seu interior contribuíram para um ganho de atenção e foco nas leituras.
KORSAVI, MONTAZAMI, MUMOVIC (2020)	As janelas influenciam na eficiência energética de um edifício, pois dependendo da estação do ano, podem aumentar ou diminuir o consumo de energia.



AUTORES	RESULTADOS
APARICIO-RUIZ <i>et al.</i> (2021)	Termoneutralidade não era sempre um desejo dos alunos; modelo de conforto utilizado para adultos não podem ser empregados em crianças.
ALNUAIMI, NATARAJAN, KERSHAW (2022)	Ajustando a temperatura interna do espaço em 2°C poderia reduzir em até 15% os gastos de energia do edifício.
MONGE-BARRIO <i>et al.</i> (2022)	Ventilação e temperatura são fatores importantes para manter a saúde das crianças.
DING <i>et al.</i> (2023)	Conforto térmico antes e depois da pandemia não atende aos padrões holandeses, nem a qualidade do ar. Quantidade de CO ₂ nos ambientes é alta, e por isso medidas precisam ser tomadas para combater essas questões.
TORRIANI <i>et al.</i> (2023)	As preferências térmicas variam de acordo com a idade das crianças.
TÉRMICO E ACÚSTICO	
KALLIO <i>et al.</i> (2020)	Pessoas mais extrovertidas tendem a ficar mais estressadas em um ambiente sem qualidade ambiental ou mais sensíveis aos fatores ambientais quando estão estressadas.
ACÚSTICO	
THOMPSON <i>et al.</i> (2022)	A concentração de crianças em salas de aula silenciosas é maior. A exposição ao barulho está associada à cognição.
PELLEGATTI <i>et al.</i> (2023)	Barulho de ventiladores pode surtir efeito negativo na qualidade acústica da sala de aula.
VISUAL	
VASQUEZ <i>et al.</i> (2022)	Fatores que mais influenciam no comportamento humano estão relacionados as janelas e a iluminação artificial.
SOKOL <i>et al.</i> (2023)	Criação de um método para captar as preferências com relação a iluminação dos usuários de um espaço.
TÉRMICO E LUMÍNICO	
KORSAVI, MONTAZAMI (2019)	O estudo desenvolveu um método para mensurar a percepção térmica de alunos por meio de um questionário.
KORSAVI, MONTAZAMI, MUMOVIC (2020)	Os aspectos mais importantes para garantir a qualidade ambiental em salas de aula são a qualidade do ar e a temperatura interna.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os autores que fizeram mensuração, por meio de medição técnica ou questionário, da qualidade ambiental das salas de aula, chegaram em resultados semelhantes, reiterando a importância de ambientes pensados para garantirem o bem-estar e conforto dos usuários. Barret *et al.* (2015), Bluyssen *et al.* (2018), Zhang, Ortiz e Bluyssen (2019) e Bluyssen *et al.* (2020) confirmaram, em suas pesquisas, que o fator que mais incomoda as crianças dentro das salas de aula são os barulhos e que, muitas vezes, esses ruídos são causados por eles mesmos. Thompson *et al.* (2022) também afirmam que a concentração das crianças pode ser afetada negativamente por conta de barulhos, e que um dos instrumentos que causa esse problema é o ventilador (PELLEGATTI *et al.*, 2023).

Além das questões acústicas, problemas com a temperatura do espaço e a falta de ventilação também podem acarretar em desconforto, conforme afirmam Haverinen-Shaughnessy *et al.* (2015) e Toyinbo *et al.* (2016), além de problemas na saúde (MONGE-BARRIO *et al.*, 2022).

Contudo, por ser subjetivo, o conforto acaba sendo influenciado por variáveis como a idade da pessoa e o ano escolar que ela se encontra (TORRIANI *et al.*, 2023), a temperatura



externa, o gênero (MISHRA *et al.*, 2017) entre outros fatores. Segundo Kallio *et al.* (2020), pessoas mais extrovertidas tendem a ficar mais estressadas em ambientes em que não se sintam confortáveis.

A importância do conforto ambiental não está apenas ligada a comodidade dos usuários no espaço, mas, também, possui relação direta com a eficiência energética do edifício, como relata a pesquisa de Alnuaimi, Natarajan, Kershaw (2022), que indica uma redução de até 15% nos gastos de energia de um prédio se a temperatura interna nas salas for diminuída em 2°C. A necessidade de realizar avaliações pós-ocupação em edifícios escolares está associada aos fatores que determinam a qualidade de um espaço, seja eles térmicos, acústicos, visuais, ou até mesmo desempenho energético de um edifício, possibilitando encontrar problemas e soluções para essas questões (MARTINEZ-MOLINA *et al.*, 2017).

5 CONCLUSÃO

A presente revisão sistemática buscou analisar os artigos presentes na literatura acerca das metodologias mais usuais relacionadas a avaliação da qualidade ambiental de salas de aula. Os resultados obtidos, tanto na *ScienceDirect* quanto na *Scopus*, a partir da busca dos trabalhos por palavras-chave relacionadas à temática, demonstram uma tendência de aumento de pesquisas em relação a esse assunto. Os artigos encontrados após a aplicação dos filtros e dentro do recorte temporal estabelecido, entre 2013 e 2023, evidenciam a utilização de múltiplas metodologias em conjunto, para aferir a qualidade do espaço em relação ao conforto ambiental (térmico, acústico e visual) e o nível de satisfação dos usuários.

Em todos os artigos, as metodologias se mostraram eficazes para cumprir o objetivo proposto por cada autor. Contudo, fica evidente a falta de informações detalhadas sobre aspectos construtivos das edificações avaliadas, características das condições do tempo durante os levantamentos de dados, o modelo de questionário utilizado para a avaliação da percepção das pessoas, que acaba sendo importante para embasar outras pesquisas relacionadas ao tema, entre outros fatores.

Sobre as metodologias empregadas, dentre os 29 trabalhos analisados, nota-se a menor quantidade (12 pesquisas) daqueles que utilizam apenas de métodos qualitativos para avaliar a qualidade das salas de aula. Grande parte dos pesquisadores (17) fazem a união de duas metodologias mais usuais, as medições *in-loco*, para dados quantitativos do conforto ambiental, simultaneamente a aplicação de questionários ou entrevistas. A avaliação pós-ocupação, independente da metodologia utilizada, se torna necessária no ambiente construído, de modo geral, mas principalmente em instituições de ensino, pois a qualidade do espaço influencia, positiva ou negativamente, no aprendizado dos alunos.

Nesse contexto, a principal contribuição desta revisão foi, através dos artigos selecionados, poder contribuir com pesquisas relacionadas à qualidade das salas de aula, ao ressaltar as principais metodologias utilizadas. Contudo, a revisão ainda pode ser atualizada a partir do espaço temporal avaliado. Para futuras pesquisas da área, podem ser exploradas metodologias não convencionais, que utilizam representação gráfica bidimensional (plantas e corte) e maquetes.



6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALNUAIMI, Abdulla; NATARAJAN, Sukumar; KERSHAW, Tristan. The comfort and energy impact of overcooled buildings in warm climates. **Energy & Buildings**, [s.I], v. 260, p. 1-13, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778822001098?via%3Dihub>>. Acesso em: 25 mai. 2023.
- ALTOMONTE, Sergio *et al.* Ten questions concerning well-being in the built environment. **Building And Environment**, [s. I], v. 180, p. 1-13, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132320303085?via%3Dihub>>. Acesso em: 25 mai. 2023.
- APARICIO-RUIZ, Pablo *et al.* A field study on adaptive thermal comfort in Spanish primary classrooms during summer season. **Building And Environment**, [S.I], v. 203, p. 1-14, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132321004911?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 mai. 2023.
- ARROYO, Yesica Paola Villarreal *et al.* Influence of environmental conditions on students' learning processes: a systematic review. **Building And Environment**, [S.I], v. 231, p. 1-14, 2023. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132323000781?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 mai. 2023.
- BARRETT, Peter *et al.* The impact of classroom design on pupils' learning: final results of a holistic, multi-level analysis. **Building And Environment**, [S.I], v. 89, p. 118-133, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132315000700?via%3Dihub>>. Acesso em: 13 jun. 2023.
- BOGERD, Nicole van Den *et al.* Greening the classroom: three field experiments on the effects of indoor nature on students' attention, well-being, and perceived environmental quality. **Building And Environment**, [S.I], v. 171, p. 1-10, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132320300330>>. Acesso em: 17 maio 2023.
- BLUYSEN, Philomena M. *et al.* Self-reported health and comfort of school children in 54 classrooms of 21 Dutch school buildings. **Building And Environment**, [S.I], v. 138, p. 106-123, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132318302439?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 maio 2023.
- BLUYSEN, Philomena M. *et al.* Workshop with 335 primary school children in The Netherlands: what is needed to improve the IEQ in their classrooms?. **Building And Environment**, [S.I], v. 168, p. 1-12, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132319306985?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 maio 2023.
- DAMASCENO, Mônica Maria Siqueira. Relação Sociedade-Natureza, Saúde e Educação: reflexões multidisciplinares. Crato: Quipá, 2020. 192 p. Disponível em: <<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/583436/1/LIVRO%20SOCIEDADE%20NA%20TURA.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- DING, Er *et al.* Ventilation and thermal conditions in secondary schools in the Netherlands: effects of covid-19 pandemic control and prevention measures. **Building And Environment**, [S.I], v. 229, p. 1-14, 2023. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132322011520?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 maio 2023.
- GALVÃO, Tais; PANSANI, Thais de Souza Andrade; HARRAD, David. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: a recomendação prisma. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, [S.L], v. 24, n. 2, p. 335-342, jun. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ress/a/TL99XM6YPx3Z4rxn5WmCNCF/?lang=pt>>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- HAVERINEN-SHAUGHNESSY, Ulla *et al.* An assessment of indoor environmental quality in schools and its association with health and performance. **Building And Environment**, [s. I], v. 93, p. 35-40, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132315001092?via%3Dihub>>. Acesso em: 30 mai. 2023.
- THOMPSON, Rhiannon *et al.* Noise pollution and human cognition: an updated systematic review and meta-analysis of recent evidence. **Environment International**, [S.I], v. 158, p. 1-27, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412021005304?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 mai. 2023.



KALLIO, Johanna et al. Assessment of perceived indoor environmental quality, stress and productivity based on environmental sensor data and personality categorization. **Building And Environment**, [S.I], v. 175, p. 1-14, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132320301451?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 mai. 2023.

KORSAVI, Sepideh Sadat; MONTAZAMI, Azadeh. Developing a valid method to study adaptive behaviours with regard to IEQ in primary schools. **Building And Environment**, [s. l], v. 153, p. 1-16, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132319301131?via%3Dihub>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

KORSAVI, Sepideh Sadat; MONTAZAMI, Azadeh; MUMOVIC, Dejan. The impact of indoor environment quality (IEQ) on school children's overall comfort in the UK: a regression approach. **Building And Environment**, [S.I], v. 185, p. 1-14, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132320306806?via%3Dihub>>. Acesso em: 29 mai. 2023.

KORSAVI, Sepideh Sadat; MONTAZAMI, Azadeh; MUMOVIC, Dejan. Ventilation rates in naturally ventilated primary schools in the UK; Contextual, Occupant and Building-related (COB) factors. **Building And Environment**, [S.I], v. 181, p. 1-16, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132319301131?via%3Dihub>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

KOWALTOWSKI, Doris Catherine Cornelie Knatz. **Arquitetura Escolar e o Projeto do Ambiente de Ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. 272 p.

LECCESI, Francesco et al. Towards a holistic approach to indoor environmental quality assessment: weighting schemes to combine effects of multiple environmental factors. **Energy & Buildings**, [S.I], v. 241, p. 1-15, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778821003406?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 mai. 2023.

MARTINEZ-MOLINA, Antonio et al. Post-occupancy evaluation of a historic primary school in Spain: comparing PMV, TSV and PD for teachers' and pupils' thermal comfort. **Building And Environment**, [s. l], v. 117, p. 248-259, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132317300963?via%3Dihub>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

MISHRA, A.K. et al. Analysing thermal comfort perception of students through the class hour, during heating season, in a university classroom. **Building And Environment**, [s. l], v. 125, p. 467-474, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132317304304?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 mai. 2023.

MONGE-BARRIO, Aurora et al. Encouraging natural ventilation to improve indoor environmental conditions at schools: case studies in the north of Spain before and during COVID. **Energy & Buildings**, [S.I], v. 254, p. 1-12, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778821008513?via%3Dihub>>. Acesso em: 24 maio 2023.

NYC Housing Authority. **Heating Season (OCT 1 - MAY 31)**. 2023. Disponível em: <<https://www.nyc.gov/site/nycha/residents/heating.page>>. Acesso em: 23 ago. 2023.

OCHOA, Juliana Herleemann. **ANÁLISE DO CONFORTO AMBIENTAL EM SALAS DE AULA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Construção Civil e Mecânica das Estruturas da Universidade Federal de Goiás, 2010.

PELEGATTI, Matteo et al. Indoor soundscape, speech perception, and cognition in classrooms: a systematic review on the effects of ventilation-related sounds on students. **Building And Environment**, [s. l], v. 236, p. 1-17, 2023. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132323002214?via%3Dihub>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

PEREIRA, Luísa Dias et al. Assessment of indoor air quality and thermal comfort in Portuguese secondary classrooms: methodology and results. **Building And Environment**, [s. l], v. 81, p. 69-80, 2014. Disponível em:



<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132314001942?via%3Dihub>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

SALLEH, Naziah Muhamad *et al.* A quantitative evaluation of indoor environmental quality in refurbished kindergarten buildings: a malaysian case study. **Building And Environment**, [s. l], v. 94, p. 723-733, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132315301657?via%3Dihub>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

SALTHAMMER, Tunga *et al.* Children's well-being at schools: impact of climatic conditions and air pollution. **Environment International**, [s. l], v. 94, p. 196-210, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0160412016301829?via%3Dihub>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. 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, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbfis/a/79nG9Vk3syHhnSgY7VsB6jG/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 25 mai. 2023.

SOKOL, Natalia *et al.* 'Personas for lighting': three methods to develop personas for the indoor lighting environment. **Energy & Buildings**, [s. l], v. 278, p. 1-21, 2023. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778822007514?via%3Dihub>>. Acesso em: 25 mai. 2023.

TOFTUM, Jørn; CLAUSEN, Geo. Classroom airing behaviour significantly affects pupil well-being and concentration performance: results of a large-scale citizen science study in danish schools. **Energy & Buildings**, [S.I], v. 286, p. 1-13, 2023. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778823001810?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 mai. 2023.

TORRIANI, Giulia *et al.* Thermal comfort and adaptive capacities: differences among students at various school stages. **Building And Environment**, [S.I], v. 237, p. 1-13, 2023. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132323003670?via%3Dihub>>. Acesso em: 24 mai. 2023.

TOYINBO, Oluyemi *et al.* Building characteristics, indoor environmental quality, and mathematics achievement in Finnish elementary schools. **Building And Environment**, [S.I], v. 104, p. 114-121, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132316301512?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 mai. 2023.

VASQUEZ, Natalia Giraldo *et al.* Occupants' responses to window views, daylighting and lighting in buildings: a critical review. **Building And Environment**, [S.I], v. 219, p. 1-25, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132322004097?via%3Dihub>>. Acesso em: 25 mai. 2023.

ZALEZNIK, Abraham. **The "Hawthorne Effect"**. 1984. Disponível em: <<https://www.library.hbs.edu/hc/hawthorne/09.html>>. Acesso em: 23 ago. 2023.

ZHANG, Dadi; ORTIZ, Marco A.; BLUYSEN, Philomena M. Clustering of Dutch school children based on their preferences and needs of the IEQ in classrooms. **Building And Environment**, [S.I], v. 147, p. 258-266, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132318306322?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 mai. 2023.