

RELEVÂNCIA E PERCEÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM SALA DE AULA

RELEVANCE AND PERCEPTION OF THERMAL COMFORT IN THE CLASSROOM LEARNING PROCESS

RELEVANCIA Y PERCEPCIÓN DEL CONFORT TÉRMICO EN EL PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE EN SALA DE CLASE

Viviane Gomes Marçal*

Henor Artur de Souza**

Fernanda Fonseca de Melo Coelho***

Caio Cesar Sousa Marçal****

* Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Ouro Preto (Ufop). Mestre em Engenharia Civil pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet-MG). Especialista em Educação a Distância pela Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes). Especialista em História da Cultura e da Arte pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) – Departamento de Tecnologias I. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. E-mail: gomesvivi@gmail.com

** Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Mecânica pela UFSC. Professor Titular da Ufop no Departamento de Engenharia de Controle e Automação e Técnicas Fundamentais. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. E-mail: henorster@gmail.com

*** Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Especialista em Conforto e Edificações Sustentáveis pela Universidade Gama Filho (UGF). Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no IFMG – Departamento de Tecnologias I. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. E-mail: fernandafmcoelho@gmail.com

**** Especialista em Psicopedagogia pela Universidade Cândido Mendes/UCAM (2017). Pedagogo pela Universidade do Estado de Minas Gerais/UEMG. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. E-mail: caioabu@gmail.com

Recebido para publicação em: 11.9.2017

Aprovado em: 27.7.2018

Resumo

Este estudo tem como objetivo demonstrar a relevância do conforto térmico e seu impacto sobre a aprendizagem segundo a percepção dos estudantes na sala de aula. Como método, realizou-se breve revisão bibliográfica sobre o conforto térmico em edificações escolares. Em seguida, aplicou-se questionário entre alunos de uma instituição de ensino superior de Belo Horizonte nas salas de aula em dias das quatro estações do ano. O desconforto térmico, para 70% dos estudantes, prejudicou a atividade de estudo e a atenção ao conteúdo das aulas, causando impaciência.

Palavras-chave: Aprendizagem. Educação. Conforto térmico. Edificação escolar.

Abstract

This study aims to demonstrate the relevance of thermal comfort and its impact on learning according to students' perception in the classroom. As a method, a brief bibliographical review was carried out on thermal comfort in school buildings. Then, a questionnaire was applied among students of a higher education institution in Belo Horizonte in the classrooms on days of the four seasons. The thermal discomfort, for 70% of the students, impaired study activity and attention to the content of the classes, causing impatience.

Keywords: Learning. Education. Thermal comfort. School building.

Resumen

Este estudio tiene como objetivo demostrar la relevancia del confort térmico y su impacto sobre el aprendizaje según la percepción de los estudiantes en el aula. Como método, se realizó una breve revisión bibliográfica sobre el confort térmico en edificaciones escolares. A continuación, se aplicó cuestionario entre alumnos de una institución de enseñanza superior de Belo Horizonte en las aulas en días de las cuatro estaciones del año. La incomodidad térmica, para el 70% de los estudiantes, perjudicó la actividad de estudio y la atención al contenido de las clases, causando impaciencia.

Palabras clave: Aprendizaje. Educación. Confort térmico. Edificación escolar.

1. Introdução

Na edificação escolar brasileira tem sido comum a adoção de projetos padronizados que não levam em consideração o clima local e, por conseguinte, ampliam os problemas em relação ao conforto térmico, o que demanda a adoção de sistemas de condicionamento artificial (KOWALTOWSKI; FUNARI, 2005). Além disso, ainda é comum a utilização de edifícios concebidos originalmente para outros fins, sem a adequada adaptação para as atividades educacionais, desconsiderando os atributos do ambiente que possam ter impacto no desempenho do aprendizado.

Esta abordagem desconsidera, entre outros fatores, a importância da utilização de estratégias passivas para o conforto térmico, falta que resulta em maior consumo energético, pelo uso de ventiladores e condicionadores de ar, com maiores custos de manutenção e operação das unidades escolares. Entretanto, em muitos casos, mesmo as estratégias ativas de climatização são inviabilizadas devido a restrições de orçamento, o que faz com que os ambientes apresentem condições inadequadas para a realização das atividades pedagógicas.

Nesse sentido, sob a perspectiva do conforto dos usuários, na edificação escolar, o conforto térmico contribui para a relação harmônica entre o estudante e o ambiente, pois um espaço termicamente confortável contribui para o melhor desempenho dos processos de ensino e de aprendizagem (AZEVEDO, 2002, 2012; BERTOLOTTI, 2007; TORO, 2005). O espaço escolar é um lugar central para a sociedade na produção de conhecimento, não apenas porque a escolarização é obrigatória para todas as crianças e adolescentes brasileiros, mas também por ser um espaço onde professores, estudantes e outros profissionais passam muitas horas de suas vidas.

Assim, o objetivo deste estudo foi realizar uma breve revisão bibliográfica a fim de mostrar a importância do conforto térmico nos ambientes escolares, e identificar com base em pesquisa de campo a percepção de estudantes sobre o conforto térmico em salas de aula de uma instituição de ensino superior na cidade de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais.

Dessa forma, a relevância deste estudo está em torno da compreensão da percepção dos estudantes no ambiente escolar, cuja sensação de desconforto ou de conforto térmico pode influenciar o aprendizado. Busca-se, portanto, contribuir para a identificação das necessidades dos estudantes sobre esse aspecto, e possibilitar a reflexão entre a área da educação e os profissionais que desenvolvem projetos de intervenções arquitetônicas e de configuração dos ambientes escolares.

2. O edifício escolar e o conforto térmico

Em meados do século 19, com base nos trabalhos de Barnard (1851, 1854), foram feitas recomendações para escolas nos Estados Unidos da América (EUA), com destaque para a relação entre os parâmetros ambientais e o desempenho escolar. Os projetos do arquiteto Richard Neutra¹ ressaltam a importância do conforto ambiental na edificação escolar e a sua relação com o ensino e a aprendizagem mais eficazes. Estudos daquela época mostravam a demanda de oxigênio duas ou três vezes maior para as crianças do que para um adulto e a relação com o comportamento dos estudantes em sala de aula (LAMPRECHT, 2000; LOUREIRO; AMORIM, 2002; NEUTRA, 1948).

Configuração espacial, ruído, calor, frio, luz e qualidade do ar interferem na aprendizagem dos alunos

Em 2002, o relatório da National Clearinghouse for Educational Facilities² relaciona o desempenho dos estudantes às categorias de: qualidade de ar interior, temperatura e umidade, ventilação, condições de iluminação, acústica e dimensão da escola e sala de aula (GRAÇA; KOWALTOWSKI; PETRECHE, 2007; SCHNEIDER, 2002). O relatório revela que configuração espacial, ruído, calor, frio, luz e qualidade do ar interferem na aprendizagem dos alunos e na capacidade de professores conduzirem o conteúdo, e evidencia o conhecimento de tecnologias e materiais

como aliados na melhoria desses parâmetros, ressaltando o uso de painéis solares, claraboias e telhado verde.

Outra questão relevante é o número de alunos por sala, um problema que tem sério impacto no planejamento arquitetônico e na configuração espacial de seus ambientes. As turmas maiores necessitam de maior número de salas de aula ou da construção de mais escolas, fato que pode parecer óbvio, mas muitas vezes se perde no debate. Essas decisões são baseadas na tradição, na tecnologia disponível, na experiência com “o que funciona” e na mudança de necessidades dos tempos. Ressaltam-se os estudos empíricos a fim de mostrar os limites aceitáveis dessas condicionantes para os resultados acadêmicos. Dessa maneira, mostra-se a relevância de classificar, por meio dessas várias questões, mesmo que em longo prazo, os efeitos positivos sobre os resultados acadêmicos (SCHNEIDER, 2002).

As exigências ambientais do edifício constituem aspectos especiais que devem ser contemplados na concepção e no projeto da edificação escolar. A ventilação, a ilu-

minação e a acústica são fatores essenciais de conforto ambiental, que qualificam o desempenho do edifício. O posicionamento, as dimensões, os tipos de esquadrias e proteções solares são aspectos fundamentais para o conforto das salas de aula. A definição adequada das aberturas pode contribuir para a melhor circulação do ar e a implementação de ventilação cruzada, por exemplo, muito eficiente para a retirada da grande carga térmica gerada pelos ocupantes, pelos equipamentos e iluminação artificial, como também da carga solar absorvida pela envoltória (AZEVEDO, 1995).

Nos espaços escolares, a manutenção de um clima confortável é essencial para a melhoria do desempenho acadêmico dos estudantes (KROEMER; GRANDJEAN, 2005; WARGOCKI et al., 2005). A alteração acentuada das variáveis climáticas pode gerar, no caso de ambiente bastante quente, cansaço e sonolência, bem como reduzir a prontidão e aumentar a tendência a falhas. Já o ambiente mais frio pode reduzir o estado de alerta e a concentração (KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

Em trabalho realizado por Wargocki et al. (2005) com cerca de 300 crianças de 10 a 12 anos em salas de aula, relacionou-se o conforto térmico ao ensino e à aprendizagem. Evidenciou-se que, com a melhoria das condições da temperatura do ar, o desempenho cognitivo melhorou.

Vilcekova et al. (2017) indicam que dentre as muitas dificuldades que os indivíduos têm para um aprendizado adequado está a falta de concentração, que pode ocorrer por diversos fatores. Estudos apontam que as condições ambientais da sala de aula desempenham papéis cruciais na saúde, desempenho e no comportamento dos alunos (ALMEIDA; RAMOS; FREITAS, 2016; BLUYSSSEN, 2016; LEWINSKI, 2015).

A manutenção de um clima confortável é essencial para a melhoria do desempenho acadêmico dos estudantes

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos para determinar novos critérios de referência, visando à otimização dos fatores ambientais e estruturais, para gerar condições de conforto que permitam aumentar o rendimento acadêmico (BERNARDI; KOWALTOWSKI, 2006; GRAÇA; KOWALTOWSKI; PETRECHE, 2007; SCHNEIDER, 2002; STANSFELD; MATHESON, 2003; WARGOCKI et al., 2005). Do ponto de vista normativo, a norma ISO 7730 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2005) é importante referência quanto aos parâmetros de conforto dos ambientes. A ISO 7730 considera que as salas de aula e os espaços similares devem apresentar a temperatura operativa para o verão de $24,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$ e para o inverno, de $22 \pm 2^\circ\text{C}$. Esses valores de referência levam em consideração o uso de vestuário habitual conforme a estação do ano. Os limites de temperatura de conforto distintos dos estabelecidos pela ISO 7730 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2005) são observados em outras pesquisas para atividades de perfil similar. Kroemer e Grandjean (2005) sugerem que a temperatura em ambientes de salas deve variar entre 20 e 21°C no inverno e 20 e 24°C no verão.

O modelo de conforto adotado na ISO 7730 foi desenvolvido com base em estudo com câmaras climatizadas, no qual o pesquisador tinha total controle das variáveis. Entretanto, este modelo sofre críticas por considerar o usuário como um sujeito passivo (LAMBERTS et al., 2016), ignorando, portanto, a influência de fatores subjetivos e culturais na percepção de conforto térmico (CONCEIÇÃO et al., 2009; CORGNATI; ANSALDI; FILIPPI, 2009). Neste sentido, outra abordagem ganhou espaço, denominada conforto adaptativo, no qual o homem é visto como sujeito ativo, que interfere no ambiente de modo a garantir a adaptação do seu corpo ao ambiente térmico a partir de ajustes comportamentais, psicológicos e fisiológicos. Segundo a abordagem do conforto adaptativo, o desconforto térmico surge da contradição entre os ambientes que as pessoas esperam e o ambiente que elas encontram, de modo que deve haver uma relação entre as temperaturas de conforto e a temperatura externa média mensal. Este modelo é adotado na ASHRAE 55 (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATION AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, 2013). A norma fornece intervalos de temperatura operativa de conforto para um percentual de usuários, que leva em consideração a temperatura média mensal externa.

Trabalhos acadêmicos têm destacado a importância da adoção de conceitos advindos da psicologia ambiental

No contexto brasileiro, a iniciativa de 2002 liderada pelo Ministério da Educação (MEC), por meio do Fundo de Fortalecimento da Escola (Fundescola), publicou um manual técnico com o objetivo de fornecer subsídios para profissionais de órgãos municipais e estaduais envolvidos com o projeto e a construção de escolas do ciclo fundamental. Os dois volumes do manual contêm uma série de recomendações e parâmetros técnicos mínimos para o projeto e o dimensionamento de ambientes das escolas públicas (BRASIL, 2002).

Esses manuais, entre outros aspectos relacionados às características físicas/construtivas desses edifícios, sintetizam recomendações sobre o conforto térmico a fim de impedir a incidência da radiação solar direta nos espaços escolares. Apresentam uma descrição de cartas solares e quebra-sóis, porém, não sugerem um método de cálculo para a sua concepção nem valores mínimos e máximos de parâmetros para o conforto térmico (BRASIL, 2002; INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL, 1996).

Além do conforto ambiental, trabalhos acadêmicos têm destacado a importância da adoção de conceitos advindos da psicologia ambiental, como a territorialidade e a privacidade, reforçando a importância da relação do usuário com o ambiente. Dessa forma, o espaço físico deixa de ser visto como elemento neutro, sem influência no processo de aprendizado, e assume um papel ativo na relação ensino-aprendizagem. Assim, espera-se que a edificação escolar abrigue confortavelmente seus usuários, forneça condições de segurança e de conforto ambiental e interaja com eles, participando de seus aprendizados (AZEVEDO, 2002).

Na pesquisa sobre conforto ambiental de Trebilcock et al. (2017), no Chile, evidenciou-se que escolas com maior número de alunos pobres encaram frequentemente dificuldades pertinentes ao conforto térmico. Esses pesquisadores indicaram que a má qualidade do ambiente interfere no direito à educação. O impacto da falta de conforto no desempenho dos estudantes em sala de aula não permite para essas crianças um espaço digno para a aprendizagem, sobretudo aquelas que são mais carentes, pois dificulta ainda mais a possibilidade de ascensão social.

É fundamental garantir a participação da comunidade escolar no processo de concepção do espaço da escola

Desse modo, sob o aspecto da edificação escolar, segundo Amboni e Silveira (2011), esta vem atrelada principalmente à função social que a acompanha; seja pública, seja privada. Desse modo, é fundamental a adoção de abordagem multidisciplinar para a concepção de um edifício para fins educacionais. Para tanto, a busca pela qualidade deve nortear o projeto arquitetônico e de design de ambientes, influenciando todas as decisões relativas à concepção da infraestrutura física, como a especificação de materiais, o acompanhamento dos processos construtivos e os instrumentos de financiamento da construção da edificação escolar.

No Brasil, a norma NBR 15.220 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005) sinaliza recomendações e diretrizes de construção para adequação da edificação ao clima local, mas não trata especificamente de edificação escolar. Em síntese, conforme relata Ferreira (2016 p. 35) é “preciso considerar que o emprego de determinados materiais, na envoltória da edificação, com condutividades térmicas elevadas e pequenas espessuras poderá impactar no desempenho térmico da edificação”. Ainda, segundo Ferreira (2016), a seleção apropriada dos materiais que irão compor a envoltória de uma edificação localizada em regiões de climas mais quentes deve apresentar capacidade térmica adequada à amplitude térmica diária. Uma outra propriedade que influencia fortemente o desempenho térmico de edificações e, conseqüentemente o conforto dos usuários, sobretudo nas situações de calor, é a absorvância à radiação solar e neste contexto a cor da envoltória deve ser também adequada.

Dessa maneira, partindo do entendimento de que a qualidade na educação se trata de um conceito polissêmico, a ser construído pelos diversos atores da comunidade escolar (BRASIL, 2015), é fundamental garantir a participação da comunidade escolar no processo de concepção do espaço da escola. Isto inclui a percepção desses atores sobre o ambiente térmico.

Entende-se que a evolução do aprendizado decorre de um conjunto de fatores de ordens políticas e pedagógicas, assim como relativos à infraestrutura física das escolas. Nesses ambientes, os alunos desenvolvem atividades e tarefas e permanecem ali por longos períodos. No caso de professores e funcionários, é lugar do exercício de suas profissões.

3. Materiais e métodos

A fim de responder ao objetivo deste estudo sobre a relevância do conforto térmico na sala de aula e a percepção dos estudantes a respeito da aprendizagem, delimitou-se o método por meio de uma abordagem quantitativa e qualitativa.

O local em que ocorreu a medição das variáveis climáticas é um edifício de uma instituição de ensino superior que conta com nove andares, em Belo Horizonte (MG), localizado em uma avenida de grande movimento de pedestres e veículos. O edifício foi construído para outros fins que não para a atividade escolar. A fachada principal do edifício está a nordeste na orientação solar. A estrutura física externa da edificação é de alvenaria convencional, as lajes de concreto armado, as aberturas em janelas de vidro com basculantes e as paredes internas são construídas em placas de gesso acartonado – *drywall*. Os ambientes em que ocorreram o levantamento de dados são salas de aulas situadas no quarto e sétimo andares na fachada oeste e estão sujeitos a maior insolação no período da tarde.

Realizou-se a coleta de dados da percepção térmica dos estudantes por meio de uma amostra representativa da população dos universitários (via questionário impresso). Considerou-se E_0 = limite superior provável para o erro amostral de 5% ($E_0 = 0,05$) e o nível de confiança, 95%. Logo, a proporção a ser calculada na amostra não deveria diferir da verdadeira proporção (na população) em mais de E_0 unidades, com 95% de probabilidade. Após os cálculos, considerando o total da população de 679 estudantes, o tamanho da amostra foi de 252 estudantes. No término, totalizaram-se 1.024 respostas. Os questionários foram aplicados no interior das salas em condições reais de uso durante as quatro estações no ano de 2014 – verão, outono, inverno, primavera.

As perguntas contidas no questionário foram organizadas para entender o perfil do público, como a idade e o rendimento das atividades no momento de uso do ambiente térmico, e uma questão-chave a respeito da sensação térmica no ambiente no momento de coleta das variáveis climáticas.

4. Resultados da percepção dos usuários nas salas de aula

A percepção dos estudantes será apresentada segundo a ordem das perguntas contidas no questionário. Assim, com o questionário, foi permitida amostra que deu indícios da caracterização da percepção da população de estudantes. Dessa maneira, os estudantes, na sua maioria, estão na faixa de idade entre 17 e 23 anos e permanecem na faculdade no período de três a quatro horas por dia. Apenas 10% declararam ficar por cerca de seis horas.

Em relação ao local onde se alimentam, a maioria respondeu que é em casa, reforçando que grande parte permanece na instituição apenas durante o período de aulas. Quanto ao tipo de roupas, grande parte sinalizou usar vestimentas leves, apenas no inverno e outono de manhã cerca de 40% dos estudantes informaram o uso

de roupas de frio leves. Sobre a retirada de alguma peça de roupa de última hora, a maior parte disse não ter retirado alguma peça e significativo número informou não ter colocado alguma peça de roupa.

A propósito do controle da incidência solar, parte similar reportou que frequentemente controla a entrada de sol por meio de portas, janelas ou cortinas. Por fim, a maioria sinalizou que no ambiente existem equipamentos ou possibilidades de interferir no conforto térmico por meio dos ventiladores e dos recursos para controle da ventilação natural, porta e janelas, mas que não atendem às expectativas do conforto térmico dos estudantes.

5. Considerações finais

O objetivo deste estudo consistiu em mostrar o âmbito do conforto térmico na edificação escolar e a percepção dos estudantes em sala de aula, sem adentrar aspectos mais técnicos dos projetos construtivos escolares. Dessa maneira, entende-se a relevância de iniciar esta reflexão e fomentar a integração da área da educação e daquelas que envolvem os projetos da edificação escolar.

A proeminência do espaço escola é incontestável

Verificou-se o quanto o ambiente térmico interfere na capacidade de aprender dos estudantes e a importância de se obter melhorias para o conforto térmico em diversas ambiências para o uso humano, mas destacou-se aqui o *locus* desta pesquisa, as instalações escolares, bem como as salas de aula.

Sobre a percepção do conforto térmico dos estudantes, averiguou-se que 70% opinaram que a atividade de estudo fica prejudicada em sala de aula. Relataram dificuldades de prestar atenção no conteúdo das aulas e impaciência devido ao desconforto térmico. Cerca de 80% dos estudantes sinalizaram a necessidade do uso de equipamentos artificiais para melhorar o conforto térmico. Esse resultado desvela que o impacto do conforto térmico na capacidade de aprendizagem é relevante e confirma a relação entre o ambiente e o desempenho escolar.

De maneira mais ampla, faz-se relevante motivar para que pesquisas nos ambientes escolares sejam mais exploradas no Brasil, principalmente sobre a variabilidade climática, assim como em outros diversos espaços, para o entendimento da percepção dos indivíduos no exercício real de suas atividades. Mesmo que muitas pesquisas considerem subjetivas as respostas dos usuários, entendeu-se neste trabalho a importância da percepção de cada um, pois os indivíduos são distintos, mesmo com semelhanças na fisiologia.

Assim, a proeminência do espaço escolar é incontestável, porque configura um lugar de significativa relevância no cenário social, cultural e econômico, principalmente no que diz respeito a um país em desenvolvimento, ainda com grandes desigualdades e dimensões continentais. Dessa forma, é necessário que seu ambiente seja adequado para os fins aos quais se destina, visto que a educação é instrumento de emancipação e ressignificação dos sujeitos.

No contexto brasileiro, o reconhecimento da importância do conforto térmico para os edifícios escolares é um consenso no meio acadêmico. Entretanto, este reconhecimento não repercutiu grandes avanços na forma de se conceber os edifícios escolares. Em síntese, considerando a grande dimensão continental e a diversidade climática brasileira, faz-se importante o uso dos materiais com propriedades adequadas e a inserção de estratégias passivas de climatização, mas verifica-se que esta prática ainda é distante da produção desses edifícios. E, ainda, boa parte dos prédios onde há atividade escolar não foram projetados para as finalidades educacionais, como é o caso do edifício em que foi coletada a percepção dos estudantes sobre a relação do conforto térmico e ambiente. Apesar da maior conscientização por parte dos profissionais, a percepção da importância do conforto ambiental pelos tomadores de decisão, sejam eles do setor público ou privado, é ainda reduzida nos dias de hoje.

Notas

¹ Richard Neutra (1892-1970), arquiteto austríaco que visitou o Brasil na década de 1940. Publicou o livro *Arquitetura social em países de clima quente*, no qual reuniu projetos para o programa de educação e saúde do governo de Porto Rico (NEUTRA, 1948).

² Instituição criada pelo Departamento de Educação do governo dos Estados Unidos, a National Clearinghouse for Educational Facilities tem um endereço na internet que publica informações e documentos sobre planejamento e projetos de escolas (NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES, 2016).

Referências

ALMEIDA, Ricardo M. S. F.; RAMOS, N. M. M.; FREITAS, V. P. de. 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.

AMBONI, J. D.; SILVEIRA, W. J. C. A interferência da administração universitária em projetos de empreendimentos universitários. In: FÓRUM MESTRES E CONSELHEIROS: MUNICIPALIZAÇÃO DO PATRIMÔNIO E EDUCAÇÃO PATRIMONIAL, 3., 2011, Belo Horizonte. **3º Fórum...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas/ Programa de Pós-Graduação em Memória Social e Patrimônio Cultural, 2011.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATION AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **ANSI/ASHRAE 55**: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220-3**: desempenho térmico de edificações, parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

AZEVEDO, G. A. N. **Arquitetura escolar e educação**: um modelo conceitual de abordagem interacionista. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Pós-graduação em Engenharia-COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

AZEVEDO, G. A. N. **As escolas públicas do Rio de Janeiro**: considerações sobre o conforto térmico das edificações. 1995. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

AZEVEDO, G. A. N. Sobre o papel da arquitetura escolar no cotidiano da educação: análise das interações pessoa-ambiente para a transformação qualitativa do lugar pedagógico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: ANTAC, 2012. p. 3494-3504.

BARNARD, H. **Practical illustrations of the principles of school architecture**. Hartford: Press of Case, Tiffany and Company, 1851.

BARNARD, H. **School architecture, or contributions to the improvement of school-houses in the United States**. New York: Charles B. Norton, 1854.

BERNARDI, N.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Environmental comfort in school buildings: a case study of awareness and participation of users. **Environment and Behavior**, Tuscon, v. 38, n. 2, p. 155-172, 2006.

BERTOLOTI, D. **Iluminação natural em projetos de escolas**: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade de São Paulo, 2007.

BLUYSSSEN, P. M. The role of flooring materials in health, comfort and performance of children in classrooms. **Cogent Psychology**, v. 3, n. 1, p. 1-8, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Custo Aluno Qualidade. **Relatório final**: GT CAQ: portaria 459, de 12 de maio de 2015. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://pne.mec.gov.br/images/pdf/publicacoes/RELATORIO_FINAL_GT_CAQ_out_15.pdf>. Acesso em: 4 set. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Fundo de fortalecimento da escola**: espaços educativos: ensino fundamental: subsídios para elaboração de projetos e adequação de edifício escolar. Brasília, DF: Fundescola, 2002. 2 v.

CONCEIÇÃO, E. Z. et al. Development of a temperature control model used in HVAC systems in school spaces in Mediterranean climate. **Building and Environment**, v. 44, p. 871-877, 2009.

CORGNATI, S. P.; ANSALDI, R.; FILIPPI, M. Thermal comfort in Italian classrooms under free running conditions during mid seasons: Assessment through objective and subjective approaches. **Building and Environment**, v. 44, p. 785-792, 2009.

FERREIRA, C. C. **Análise de sensibilidade por meio de experimento fatorial de parâmetros de desempenho térmico de envoltórias de edificações residenciais:** contribuição à revisão das normas brasileiras. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

GRAÇA, V. A. Z.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; PETRECHE, J. R. D. An evaluation method for school building design at the preliminary phase with optimisation of aspects of environmental comfort for the school system of the State São Paulo in Brazil. **Building and Environment**, v. 42, n. 2, p. 984-999, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Manual para elaboração de projetos de edifícios escolares na cidade do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 1996.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7730:** ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Genebra, 2005.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; FUNARI, T. Arquitetura escolar e avaliação pós-ocupação. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 2005, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005. p. 2255-2257.

KROEMER, E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia adaptando o trabalho ao homem.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LAMBERTS, R. **Conforto e stress térmico.** Atualizações: Antonio Augusto Xavier, Solange Goulart, Renata De Vecchi. [Florianópolis]: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, 2016. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Apostila%20Conforto%20T%C3%A9rmico_2016.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.

LAMPRECHT, B. M. **Richard Neutra:** complet works. New York: Taschen, 2000.

LEWINSKI, Peter. Effects of classrooms' architecture on academic performance in view of telic versus paratelic motivation: a review. **Frontiers in Psychology**, Lausanne, v. 6, p. 746, 2015.

LOUREIRO, C.; AMORIM, L. Por uma arquitetura social: a influência de Richard Neutra em prédios escolares no Brasil. **Arquitextos**, São Paulo, v. 20, n. 20, p. 3, 2002.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **National Clearing House for Educational Facilities**. Washington, DC, 2016. Disponível em: <<http://www.ncef.org/>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

NEUTRA, R. **Arquitetura social em países de clima quente**. São Paulo: G. Todtmann, 1948.

SCHNEIDER, M. **Do school facilities affect academic outcomes?** Washington, DC: National Clearinghouse for Educational Facilities, 2002. Disponível em: <<http://www.ncef.org/pubs/outcomes.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

STANSFELD, S. A.; MATHESON, M. P. Noise pollution: non-auditory effects on health. **British Medical Bulletin**, v. 68, n. 1, p. 243-257, 2003.

TORO, M. G. U. **Avaliação acústica de salas de aula em escolas públicas na cidade de Belém-PA**: uma proposição de projeto acústico. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

TREBILCOCK, M. et al. 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.

VILCEKOVA, S. et al. Indoor environmental quality of classrooms and occupants' comfort in a special education school in Slovak Republic. **Building and Environment**, v. 120, p. 29-40, 2017.

WARGOCKI, P. et al. The effects of classroom air temperature and outdoor air supply rate on the performance of school work by children. **Proceedings of Indoor Air I**, v. 1, p. 368-372, 2005.