

ESCOLAS PÚBLICAS: AVALIAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO EM PRESIDENTE PRUDENTE – SP

Melina Yumi Koyama (1); Carolina Lotufo Bueno Bartholomei (2)

- (1) Graduanda do curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente (SP), mekoyama@hotmail.com
- (2) Professora Doutora do Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente (SP), carolinalotufo@fct.unesp.br

RESUMO

Este trabalho apresenta-se como resultado da realização da pesquisa intitulada como “Escolas Públicas: Avaliação de conforto térmico em Presidente Prudente – SP”, cujo objetivo estabelecido foi o de avaliação das condições de conforto térmico de duas edificações escolares da rede pública do município, da satisfação dos usuários quanto ao desempenho térmico do ambiente, sala de aula; e da influência da qualidade dos aspectos térmicos no processo de aprendizagem. Destarte, a produção desse processo científico revelou-se como resultado da aplicação da metodologia denominada como Avaliação Pós-Ocupação (APO), cuja composição correspondeu à coleta e análise de variáveis ambientais, a caracterização dos aspectos qualificadores, a observação comportamental dos usuários e a utilização de questionários. Em complementação, a tabulação de dados permitiu a análise dos parâmetros e a realização de comparação entre sensação térmica calculada e real a partir do emprego do programa **Conforto 2.02 de Ruas (2002)**, de modo que, ao final, possibilitou a elaboração de recomendações que visaram, senão a solução, a minimização das condições inadequadas de conforto térmico. Aliás, assim como o observado na literatura acerca do tema, pode-se concluir que as condições ambientais de conforto térmico se apresentavam impróprias à realização das atividades propostas pelo ambiente, influenciando, assim, negativamente no processo de ensino- aprendizagem.

Palavras-chave: conforto térmico; escola; Voto Médio Estimado (PMV); salas de aula

ABSTRACT

This work presents itself as a result of the research titled "Public Schools: Evaluation of thermal comfort in Presidente Prudente - SP", whose stated objective was the evaluation of thermal comfort conditions of two public school buildings of the city, of user satisfaction on the thermal performance of the environment, classroom, and of the influence the quality of the thermal aspects in the learning process. Thus, the production of this scientific process has been revealed as result of application of the methodology called to as Post-Occupancy Evaluation (POE), whose composition corresponded to the collection and analysis of environmental variables characterizing aspects of qualifiers, the behavioral observation of users and the use of questionnaires. On completion, the tabulation of data allowed the analysis of the parameters and the performance comparison between calculated and actual thermal sensation from the use of the program **Conforto 2.2** of Ruas (2002), so that in the end, allowed the elaboration of recommendations aimed , but the solution, minimization of inadequate thermal comfort. Moreover, as observed in the literature on the subject, it can be concluded that the environmental conditions of thermal comfort is presented unfit to carry out the proposed activities for the environment, thus influencing negatively the process of teaching and learning.

Keywords: thermal comfort; school; Predicted Mean Vote (PMV); classrooms

1. INTRODUÇÃO

Ao conforto ambiental pode ser atribuída a definição de estado de harmonia entre o espaço construído e o indivíduo; e a qualificação de condicionante mínima no oferecimento de bem-estar e saúde para com os usuários do espaço, além da possibilidade de ser assegurado por intermédio do desempenho energético das edificações (GEMELLI, 2009). Neste sentido, a conceptualização de conforto térmico considera como pressuposto que, a sensação de satisfação térmica está conexas ao ritmo das trocas de calor entre o corpo humano e o meio ambiente (ARAUJO & ARAUJO, 1995) e, portanto, define-se do ponto de vista pessoal como quando o indivíduo considera-se confortável com relação à sensação térmica no espaço em que ocupa.

Assim, pondera-se como fundamental a inclusão dos aspectos que determinam o conforto térmico como parâmetros condicionantes para o desenvolvimento do projeto arquitetônico, uma vez que a descon sideração dos mesmos pode resultar na produção de ambientes inadequados ao uso e a permanência do indivíduo, e conseqüentemente em alterações comportamentais dos usuários, já que quando em situações adversas tendem a permanecer em estado de estresse, fato que resulta diretamente na improdutividade.

Deste modo, ao se direcionar ao tema do presente trabalho, segundo Dalvite *et al* (2007), as escolas são espaços de relevância indiscutível na formação social e intelectual das crianças, por se tratarem de ambientes em que passam significativa parte do tempo. Logo, considerando-se que os locais de vivência dessas se restringem basicamente a residência e a edificação escolar, pode-se afirmar que o primeiro contato social acontece no núcleo familiar, contudo, são nos ambientes escolares que se tem a noção e o desenvolvimento das relações coletivas, ou seja, a escola não se trata apenas de um espaço educacional e cultural, mas também de sociabilização.

Destarte, a partir dessas considerações iniciais pressupõe-se a garantia da qualificação ambiental de tais espaços de modo que o usuário sinta-se estimulado a realizar as atividades propostas, visto que a configuração do espaço, sala de aula, e as condições de adaptação ao espaço escolar exercem influência significativa na evolução educacional do aluno bem como no desempenho do professor e, conseqüentemente, no processo de ensino-aprendizagem (BERNARDI & KOWALTOWSKI, 2001). Entretanto, há de se considerar, conforme Kowaltowski *et al* (1999) e de Araújo (1999), que as edificações escolares brasileiras apresentam condições térmicas, em sua maioria, inadequadas a realização das atividades propostas pelo ambiente escolar, tal fato pode ser atribuído a ausência de um projeto arquitetônico, a adaptação de ambientes de antigas edificações cujo uso previsto não apresenta-se compatível com o destinado ou, ainda, em função da padronização de projetos arquitetônicos que descon sideram as características particulares de cada sítio.

Aliás, para a realização de estudos acerca do tema conforto térmico compreende-se como fundamental a inclusão do monitoramento de índices termo higrométricos previamente definidos assim como outros fatores mais subjetivos a atividade desenvolvida pelo indivíduo como, por exemplo, o sexo, os hábitos alimentares e a faixa etária (FROTA E SCHIFFER, 2007), ainda que o nível de atividade física e a vestimenta sejam considerados os principais indicadores de interferência (GEMELLI, 2009). Logo, para o desenvolvimento deste trabalho optou-se pela definição de duas instituições públicas que atuassem como objetos de estudo de caso e, cujos níveis de ensino diferissem entre si de modo a atender as diferentes faixas etárias que compõem os usuários. Para tanto, definiu-se a Escola Estadual Fernando Costa – IE e a Escola Municipal de Educação Infantil e Fundamental Domingos Ferreira de Medeiros.

2. OBJETIVO

Este trabalho apresenta como objetivo a avaliação das condições de conforto térmico de duas instituições escolares, a análise dos níveis de satisfação dos usuários quanto ao desempenho energético das edificações, a influência de tais condicionantes no processo de ensino-aprendizagem e a correlação de dados para a comparação entre a sensação térmica calculada e a real.

3. METODOLOGIA

A produção deste trabalho revelou-se como resultado da aplicação de uma metodologia denominada como Avaliação Pós-Ocupação (APO), cuja composição correspondeu ao levantamento e caracterização dos aspectos qualificadores externos e internos, a elaboração de material pedagógico e metodológico como, por exemplo, vídeos interativos; à coleta e análise das variáveis que influenciam as condições de conforto térmico na unidade escolar com a efetuação de pré-testes, a observação do comportamento dos usuários e a utilização de questionários específicos e correspondentes às idades e atividades desempenhadas pelo indivíduo.

Destarte, consideraram-se como relevantes para o monitoramento dos parâmetros ambientais as seguintes variáveis: temperatura do ar, temperatura de globo, umidade relativa e velocidade do ar, essas foram mensuradas em dois períodos e, portanto, em dois horários, das 9:00h às 10:00h e das 15:00h às 16:00h e em duas estações do ano: inverno e verão. Para a realização da atividade de monitoramento empregou-se a utilização dos seguintes equipamentos: anemômetro de fio, em função das baixas velocidades de vento, e o data logger, para o registro dos dados referentes à temperatura do ar, de globo e umidade relativa. Assim, para o primeiro parâmetro definiu-se que a coleta dos dados seria realizada a cada seis minutos num período de quinze segundos que, no final, resultaram em uma média para aquele certo horário enquanto que para os demais parâmetros determinou-se que o registro deveria ocorrer a cada trinta segundos.

Com relação à técnica empregada para a medição, tem-se que a fixação dos equipamentos se fez a partir de um suporte, tripé, e de muflas, que se fixaram a uma altura correspondente a um metro e vinte. Por fim, deve-se destacar que os elementos de avaliação foram alocados no meio da sala, já que a presença desses não atrapalhava a sequência das aulas.

No que diz respeito à composição dos questionários direcionados aos alunos, tem-se que as perguntas tinham como intuito obter informações acerca da vestimenta de cada usuário para a aplicação da sensação térmica calculada por intermédio das tabelas expostas no trabalho de Ruas (2002) e do programa de autoria deste autor denominado como **Conforto 2.02**, que também disponibilizou a Porcentagem Estimada de Insatisfeitos (PEI), assim como o nível de pertencimento para com o espaço, a sensação térmica real aplicada em escala (-2 a +2) e uma questão dissertativa sobre o que o usuário gostaria que a sala de aula tivesse.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Com o intuito de facilitar a análise e correlação dos dados obtidos, os valores referentes às variáveis determinadas previamente foram tabuladas para a geração de gráficos que permitiram a compreensão e verificação do comportamento dos índices ambientais ao longo do período de medição e que contribuíram para a produção dos números referentes à sensação térmica calculada por intermédio do programa **Conforto 2.02 de Ruas (2002)**, e que foram colocados em contraposição às informações da sensação real, obtidas por meio da aplicação dos questionários.

Embora a escala de avaliação estabelecida pelo programa apresentasse uma variação entre muito frio (-3) e muito calor (+3), enquanto que o questionário determinasse uma diferença entre está muito frio (-2) e está muito quente (+2), verificou-se equivalência ou semelhança

muito próxima entre as informações adquiridas. Seguem abaixo imagens exemplificadoras do cálculo da sensação térmica e da conversão gráfica dos dados dos índices ambientais, representado apenas pela temperatura do ar e de globo ($^{\circ}\text{C}$), e a sensação térmica real declarada pelos usuários.

Figura 01: Programa Conforto 2.02
Fonte: Ruas (2002)

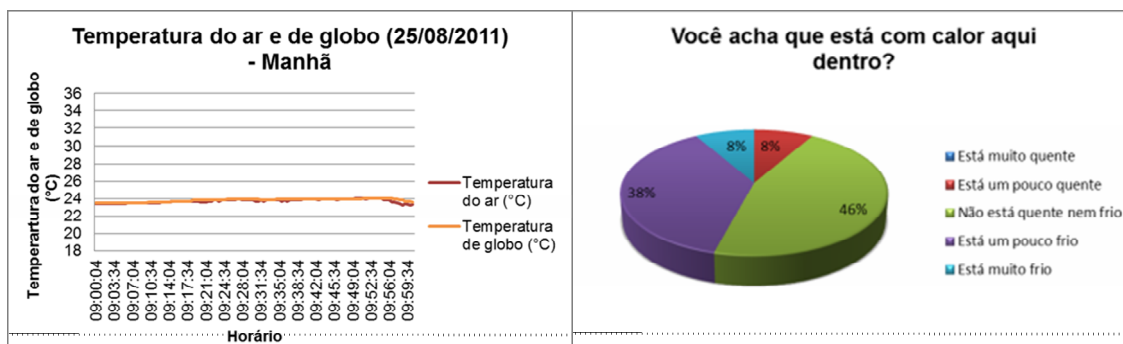


Figura 02: (a) Temperatura do ar e de globo (b) Sensação térmica real dos usuários

Deste modo, em virtude da alta densidade de dados coletados e com o intuito de facilitar e melhor organizar as ponderações acerca dos indicadores verificados, optou-se por dividi-los em: configuração espacial, índices de conforto térmico, questionários e comparação entre o Voto Médio Estimado calculado e o real.

Portanto, quanto à configuração espacial pode-se dizer que não houve alterações significativas do ambiente por meio da ação ou comportamento dos usuários, talvez em virtude da presença da pesquisadora assim como das normas de comportamento estabelecidas pela professora, realidade essa mais presente com as crianças de menor faixa etária, além da ausência de elementos que viessem a melhorar ou amenizar as condições térmicas, quando inadequadas.

No que se refere à realização das medições dos índices de conforto térmico, temperatura do ar e de globo, umidade relativa do ar e velocidade do ar, pode-se concluir que ainda que cada atividade de monitoramento tivesse suas particularidades atinentes à edificação e a cada sala de aula, além das condições do tempo, as temperaturas do ar e de globo mantinham certa escala de oscilação que não apresentaram diferenças exorbitantes; distintamente, a umidade relativa do ar manifestou tendência à diminuição de valores com a proximidade do término das medições, principalmente, da manhã, enquanto que a velocidade do ar se mostrou como a variável mais inconstante, em virtude de suas próprias características, mas também em função de ações que vieram a alterar a composição do ambiente como, por exemplo, a presença de ventiladores ligados.

Em complementação a atividade anterior, aplicaram-se questionários com linguagem condizente a faixa etária dos usuários, com o objetivo de coletar informações necessárias para a realização de outras avaliações, como a vestimenta para o cálculo do Voto Médio Estimado, ou para o conhecimento da relação de apego e pertencimento com o espaço, que se mostrou mais estreita com as crianças mais novas enquanto que com as mais velhas compreendeu-se, de certa forma, mais distante; e a opinião particular de cada um quanto à composição da sala, avaliando assim o nível de percepção de cada aluno.

Por fim, ainda que a escala da sensação térmica do questionário aplicado aos alunos diferisse da estabelecida pelo programa de Ruas (2002), o desenvolvimento da análise comparativa entre o Voto Médio Estimado calculado e o real revelou-se fundamental, pois apresentou divergências e concordâncias de resultados conforme sala, escola, período e data de coleta de dados, que se justificaram em função de que o primeiro definiu-se a partir de índices padronizados enquanto que o segundo considerou a particularidade de cada indivíduo.

Deste modo, ao final, percebeu-se que as reclamações mais pertinentes referiam-se, principalmente, a sensação de calor excessivo no período do verão e que se tornam mais incômodos em virtude da insuficiência de ventilação natural e também de equipamentos de ventilação, enquanto que a sensação de frio apresentou-se como uma reclamação mais significativa na Escola Municipal de Educação Infantil e Fundamental Domingos Ferreira de Medeiros, em virtude da configuração espacial interna do ambiente.

Logo, a análise dos dados obtidos, referentes às medições das quatro salas de aula, subsidiou a elaboração de recomendações cujo intuito direcionou-se a promoção da melhoria das condições ambientais dos objetos de estudo. Portanto, propôs-se, basicamente, a manutenção mais efetiva das edificações no que tange, principalmente, as esquadrias e a pintura, ou seja, a conservação do patrimônio escolar. Quanto às salas de aula, recomendou-se a substituição de cortinas e toldos existentes por persianas horizontais e verticais, dependendo da orientação solar, que futuramente podem ser substituídas por *brises* metálicos; a troca ou instalação de novos equipamentos de ventilação em concordância com a área de cada sala de aula e o pé-direito do ambiente, a manutenção da pintura em tom neutro e do mobiliário.

5. CONCLUSÃO

Conforme as informações levantadas na etapa de revisão da literatura temática, as edificações escolares brasileiras apresentam condições inadequadas ao desenvolvimento das atividades propostas pelo ambiente, realidade essa que influencia diretamente no desempenho do professor e na aprendizagem do aluno. Contudo, a ausência do planejamento e de um programa arquitetônico correto não são os únicos fatores que influem na qualidade ambiental do espaço, a falta de manutenção, o mobiliário adequado e a colaboração dos usuários também se mostraram como fatores determinantes na configuração de um espaço mais apropriado e confortável, até mesmo no que tange o aspecto visual e estético. Ao final, a produção deste trabalho visou também à colaboração com as instituições escolares a partir da elaboração de recomendações que viessem a se não solucionar, ao menos, minimizar o desconforto e assim promover a melhoria das condições ambientais do espaço.

6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Eduardo H.S. de, ARAÚJO, Virgínia M.D. de. Definição dos parâmetros de conforto térmico para os usuários adolescentes de edificações escolares. In: Encontro Nacional de Modelos de Simulação de Ambientes, 1995, São Paulo (Brasil): USP. **Anais...** São Paulo, 1995. 373p.
- ARAÚJO, Ana Paula R. de. O conforto ambiental no planejamento da qualidade dos ambientes escolares: estudo de caso do Colégio Sagrado Coração de Maria. In: ENCAC 1999 (V Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído), 1999, Fortaleza (Brasil). **Anais...** Fortaleza, 1999. CD-ROM
- BERNARDI, Núbia, KOWALTOWSKI, Doris C.C.K. Avaliação da interferência comportamental do usuário para a melhoria do conforto ambiental em espaços escolares: estudo de caso em Campinas – SP. In: ENCAC

2001 (VI Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído), 2001, São Pedro (Brasil). **Anais...** São Pedro, 2001. CD-ROM.

FROTA, A. B., SCHIFFER, S, R. **Manual de conforto térmico**. 8. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2009. 244 p

GEMELLI, C. B. **Avaliação de conforto térmico, acústico e lumínico de edificação escolar com estratégias sustentáveis e bioclimáticas**: o caso da escola municipal de ensino fundamental Frei Pacífico. 2009. 175f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KOWALTOWSKI, Doris C.C.K. et al. Melhoria do conforto ambiental em edificações escolares na região de Campinas. In: ENCAC 1999 (V Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído), 1999, Fortaleza (Brasil). **Anais...** Fortaleza, 1999. CD-ROM

RUAS, A. C. **Sistematização da avaliação de conforto térmico em ambientes edificados e sua aplicação num software**. 2002. 196f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

7. AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela viabilização desta pesquisa por intermédio da concessão da Bolsa IC e aos profissionais e alunos das escolas envolvidas.