



CONFORTO TÉRMICO: AVALIAÇÃO DE ESCOLAS PÚBLICAS DE PRESIDENTE PRUDENTE - SP

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

(1) Arquiteta, Graduada pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Câmpus de Presidente Prudente, mekoyama@hotmail.com

(2) Doutora, Professora do Departamento de Planejamento Urbanismo e Ambiente, carolinalotufo@fct.unesp.br

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Câmpus de Presidente Prudente, Presidente Prudente –SP, 19060-900, Tel.: (18) 3229 5389

RESUMO

A consideração da importância do ambiente escolar construído como elemento influenciador no desenvolvimento infantil implica na necessidade da produção de espaços ambientalmente aptos à realização das atividades comuns ao local. Assim, este trabalho apresenta-se como parte do resultado de um projeto maior (2011-2012), referente somente ao ano de 2012, cujo objetivo foi o de avaliação das condições de conforto térmico de duas novas 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, por tratar-se de um projeto sequencial manteve-se a aplicação da metodologia de Avaliação Pós-Ocupação (APO), cuja composição correspondeu à coleta e análise das variáveis termo-higrométricas, a caracterização dos aspectos qualificadores em escala externa e interna, a observação do comportamento dos usuários e a utilização de questionários específicos e correspondentes às faixas etárias e atividades desempenhadas pelo indivíduo. Em seguida, a tabulação de dados e o emprego do programa **Conforto 2.02** de Ruas (2002) possibilitaram a produção comparativa entre a sensação térmica calculada e a real, de modo que, ao final, elaboraram-se recomendações e adaptações condizentes com a realidade local, de modo a se não solucionar, ao menos, minimizar os problemas referentes às condições térmicas dos ambientes. Ao final, observou-se conforme a literatura que as condições ambientais de conforto térmico apresentavam-se inadequadas às atividades propostas, influenciando, portanto, negativamente no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: simulação computacional, calibração, desempenho térmico.

ABSTRACT

The consideration of the importance of the school environment built as an influencer in child development implies the need of production of environmental spaces suitable to carry out the activities common to that location. Thus, this paper presents the results as part of a larger project (2011-2012), referring only to the year 2012, whose objective was the evaluation of the thermal comfort of building two new public schools in the municipality, user satisfaction regarding the thermal performance of the environment, the classroom, and the influence of the quality of the thermal aspects of the learning process. Thus, because it is a sequential design remained the application of the methodology of Post-Occupancy Evaluation (POE), whose composition corresponded to the collection and analysis of thermo-hygrometric variables, the characterization of aspects qualifiers scale external and internal, observation of user behavior and use of specific questionnaires and corresponding to age groups and activities performed by the individual. Then the data tabulation and employment program **Comfort 2:02 Street (2002)** made possible the production comparison between calculated and actual thermal sensation, so that at the end, drew up recommendations and adjustments consistent with local realities of so as to not solve at least minimize the problems related to thermal conditions of the environment. At the end, it was observed according to the literature that environmental conditions of thermal comfort showed to be inadequate to the proposed activities, influencing thus negatively in the process of teaching and learning.

Keywords: schools, thermal comfort, Predicted Mean Vote (PMV).

1. INTRODUÇÃO

Segundo os dicionários, à palavra conforto aplicam-se outras acepções como alívio, comodidade e consolo. Já ao termo conforto ambiental atribui-se 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 (GEMELLI, 2009), ou ainda, nas palavras de Corbella e Yannas (apud DIAS, 2009, p.55), a sensação de neutralidade com relação ao espaço em que ocupa.

Portanto, a conceptualização de conforto térmico considera como pressuposto que a sensação térmica está conexas ao ritmo das trocas de calor entre o corpo humano e o meio ambiente (ARAUJO & ARAUJO, 1995) e que se define, do ponto de vista pessoal, como quando o indivíduo considera-se confortável com relação à sensação térmica no espaço em que ocupa, ou ainda, “uma condição de mente que expressa satisfação com o ambiente térmico” (FANGER, 1970 apud XAVIER, 1999, p.9). Em outra direção, o ponto de vista ambiental determina que os estudos voltados a essa área devam recomendar o estabelecimento de variáveis físicas que possuam como finalidade a composição do menor número de usuários insatisfeitos.

Deste modo, o conforto ambiental revela-se como elemento fundamental a ser considerado durante o processo projetual de produção dos espaços, uma vez que a desconsideração do mesmo e de suas condicionantes resultam diretamente na configuração de ambientes inadequados às atividades ali propostas, bem como ao uso humano e conseqüentemente em alterações no comportamento dos usuários, pois estes quando em situações adversas tendem a permanecer em estado de estresse, fator que contribui na improdutividade dos mesmos.

Ao considerarmos as edificações escolares, tema desta pesquisa, como ambientes de trabalho e de permanência e, ainda, a importância que exercem como condicionante de influência no desenvolvimento e formação acadêmica e cívica das crianças e adolescentes (DALVITE et al, 2007), entende-se como imprescindível a criação de ambientes aptos ao desenvolvimento das atividades indicadas e a adequação daqueles considerados inapropriados.

Assim, entende-se como primordial o conhecimento da relação espaço-usuário para a contemplação de uma arquitetura correspondente às atividades pedagógicas estabelecidas, contudo, atualmente, nota-se a ausência de integração entre as áreas, arquitetura e educação, e a acuidade de um olhar profissional multidisciplinar (AZEVEDO, 2002). Aliás, Pasquotto et al. (2007) destacam a influência direta no conforto ambiental ante a padronização dos projetos que desconsideram as particularidades de cada sítio e a adaptação precária de usos e espaços.

Destarte, a configuração do espaço, sala de aula, e as condições de adaptação a esse ambiente exercem influência considerável na evolução educacional do aluno, então, a importância da edificação apresentar bom desempenho térmico (BERNARDI & KOWALTOWSKI, 2001).

Logo, para a realização deste trabalho propôs-se o estudo particular de duas instituições públicas, objetos de estudo, cujos níveis de ensino diferissem entre si de modo a atender as diferentes faixas etárias que compõem os usuários desses espaços. Para tanto, definiu-se a Escola Municipal de Ensino Fundamental João Franco de Godoy (NAVIO) e a Escola Estadual Professora Mirella Pesce Desidere.

2. OBJETIVO

O trabalho apresenta como objetivo a realização da avaliação de conforto térmico de duas instituições escolares que compõem a rede educacional pública do município por intermédio da análise dos níveis de satisfação dos usuários quanto ao desempenho energético das edificações, da influência de tais condicionantes no processo de ensino-aprendizagem e da correlação de dados para a comparação entre a sensação térmica calculada e a real.

3. MÉTODO

Este trabalho revelou-se como resultado da aplicação da metodologia denominada com Avaliação Pós-Ocupação (APO), cuja composição correspondeu às seguintes etapas:

1. Monitoramento de duas edificações escolares da rede pública do município de Presidente Prudente – SP, com a realização de medições de variáveis ambientais.

2. Tabulação e análise de dados, produção de gráficos e aplicação do modelo computacional **Conforto 2.02** de Ruas (2002).

3. Análise comparativa entre o conforto térmico real e o calculado.

3.1. Monitoramento de duas edificações escolares

A definição das duas instituições públicas adotou como princípio a questão da distinção do nível escolar oferecido pelos objetos de estudo de modo a atender todas as faixas etárias que compreendem os usuários desses espaços. Em complementação, considerou-se como segunda condicionante a localização das edificações na malha urbana, assim, optou-se pela escolha de uma instituição próxima a área central, Escola Municipal de Ensino Fundamental João Franco de Godoy (1), e uma localizada em um bairro periférico, Escola Estadual Professora Mirella Pesce Desidere (2), conforme figura 01.



Figura 1- Localização das escolas na malha urbana de Presidente Prudente.
Fonte: Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, arquivo digital, 2009.

3.1.1. Caracterização dos aspectos qualificadores externos

As etapas metodológicas de caracterização dos aspectos qualificadores externos e internos basearam-se na ficha técnica desenvolvida no trabalho de Moreno (2006).

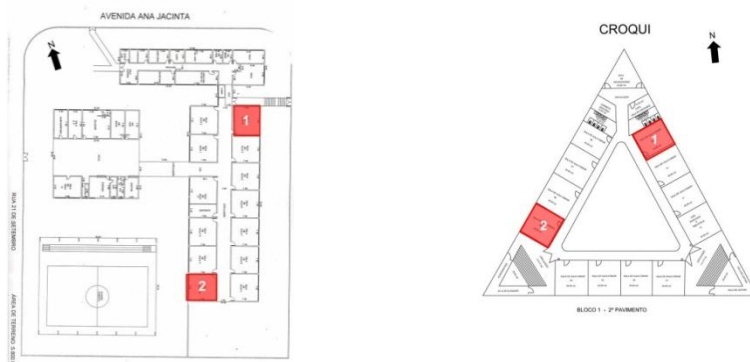
Destarte, a partir da realização de observações iniciais *in loco* pode-se descrever que a Escola Estadual Mirella Pesce Desidere localiza-se no eixo de circulação estruturador do bairro e entorno, aliás, esse se qualifica pela presença pontual de arborização ao longo da via enquanto que a quadra, e mais especificamente o terreno, caracterizam-se por uma massa de vegetação mais consistente. Soma-se a essa descrição, a presença de vias pavimentadas e iluminação pública mais eficiente no eixo principal, além da dificuldade na implantação da composição arquitetônica na topografia local e a existência de modificações e reformas que visaram readequações funcionais e térmicas. Na realidade, a escola encontrava-se em processo de reforma com vista, inclusive, a adaptação de acordo com a NBR 9050 (2004) que trata das questões referentes à acessibilidade.

Já a Escola Municipal de Ensino Fundamental João Franco de Godoy localiza-se próximo à área central do município e caracteriza-se pela presença significativa de vegetação no interior do terreno de implantação, entretanto, tal qualificação não pode ser atribuída às adjacências, visto a pontualidade da arborização das vias e lotes. Assim, esta etapa mostrou-se fundamental para a percepção do espaço em virtude das particularidades do objeto como, por exemplo, sua volumetria triangular que resultou na nomeação popular da instituição como NAVIO, e conseqüentemente na configuração dos ambientes internos, a presença de um pátio central aberto e a organização espacial em dois pavimentos.

3.1.2. Definição das salas de aula

Para a definição das salas de aula empregaram-se os seguintes critérios: localização no interior das escolas, melhor e pior posição na implantação, orientação solar e condições físicas dos espaços. Portanto, elegeram-se as salas de aula a serem trabalhadas a partir da localização dessas nos extremos da planta arquitetônica por assim dizer, considerando fundamentalmente a questão da exposição à radiação solar.

Deste modo, as figuras 02 e 03 ilustram respectivamente as salas de aulas definidas da Escola Estadual Professora Mirella Pesce Desidere e Escola Municipal de Ensino Fundamental João Franco de Godoy.



Figuras 02 e 03 - Salas de aula escolhidas Fonte: Arquivo da escola e Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, arquivo digital, 2011.

3.1.3. Caracterização dos aspectos qualificadores internos

Posterior à definição das salas de aula realizou-se um levantamento qualitativo técnico e particular uma vez que a ação de caracterização compreendeu somente os objetos de estudo. Destarte, para a composição dos dados consideraram-se os seguintes aspectos, conforme o trabalho de Moreno (2006): configuração do mobiliário, manutenção dos ambientes e a presença de outros elementos como, por exemplo, cortinas e persianas.

Assim, a partir da unificação da descrição das duas salas de aula com eventuais comentários acerca das particularidades de cada uma, tem-se que a Escola Estadual Professora Mirella Pesce Desidere apresentou, basicamente, as seguintes características: metragem quadrada próxima ao valor de 49,00m²; presença de alvenaria interna com espessura de aproximadamente 0,20m, aplicação de piso cerâmico de dimensões 0,35m x 0,35m nas quatro paredes até a altura do peitoril da janela, em torno de 1,48m; ou da porta, pintura branca nas paredes e marrom na estrutura, revestimento do piso em granilite vedação horizontal em laje pintada na cor branca e porta de madeira (0,90m x 2,10m), aberturas compostas por duas esquadrias metálicas do tipo basculante com dimensões de 3,41 x 1,38m e peitoril de 1,48m; vidros lisos pintados em uma cor clara e outros sem aplicação de pigmentação, sendo que em uma delas notou-se a presença de grade nas janelas e toldos na cor bege, estes sem manutenção. Em complementação, a configuração espacial do ambiente se constituiu com a presença de quadro negro, carteiras e cadeiras para os alunos, mesa e cadeira para o professor, lixo improvisado por um balde, de três a quatro ventiladores e luminárias.

Igualmente a caracterização da escola estadual, as salas de aula da Escola Municipal de Ensino Fundamental João Franco de Godoy apresentaram semelhanças significativas. Deste modo, os ambientes qualificaram-se da seguinte forma: área total de 49,00m² com tipologia organizacional tradicional, vedação vertical em alvenaria com largura de 0,30m; com pintura na cor azul até a altura correspondente a 1,16m seguida por uma faixa de 0,82m de azulejos brancos (0,20m x 0,20m), com a particularidade de que próximo a 0,67m há uma faixa de madeira com altura equivalente a 0,10m e lousa a 0,75m do piso de granilite com medidas próximas aos valores de 5,40m x 1,40m, com a presença de uma faixa superior constituída por azulejos. Já as aberturas caracterizam-se em: porta azul de madeira e janelas divididas em treze módulos de 0,50m x 1,40m a um peitoril de 2,20m e com funcionamento alternado, uma abre e outra não. Quanto à composição do mobiliário escolar, as salas possuem quadro negro, relógio, carteiras de plástico com tampo azul e estrutura metálica (altura do plano de trabalho correspondente a 0,75m), lixeira, três armários, mesa da professora com tampo em MDF e estrutura metálica, cadeira estofada, cartazes, dois ventiladores de parede (frente e fundo) que ligam conjuntamente, quatro cortinas de trilho na cor azul claro e seis luminárias de duas lâmpadas.

3.1.4. Material pedagógico/ metodológico e metodologia de medição

Por tratar-se de um projeto de estudo que se destinou ao trabalho com usuários de faixas etárias distintas e, portanto, com diferentes níveis de percepção, entendeu-se como fundamental o emprego de uma comunicação mais interativa a partir de uma linguagem compatível com o público alvo. Assim, a divisão dos níveis escolares aconteceu basicamente por meio das duas unidades institucionais, logo, fez-se necessário a determinação de duas tipologias de metodologia pedagógica que incluíram: cartilha ilustrativa para as crianças e folheto explicativo para os professores acerca da definição e importância do conforto ambiental nas escolas, vídeos interativos sobre o tema proposto e de projetos de edificações sustentáveis, apresentação de slides que continham imagens e informações referentes aos equipamentos empregados, desenhos feitos pelas crianças em que estas expressavam sua percepção com relação ao espaço da sala de aula e questionários que se direcionavam em função da qualidade do usuário: diretor, professor e alunos. Aliás, esta

última ferramenta possui como base o trabalho desenvolvido por Bernardi (2001), em que se obtém informações subjetivas como: vestimenta, relação de pertencimento com o ambiente e sensação térmica real.

Para a realização desta pesquisa, ponderou-se como relevante o monitoramento das seguintes variáveis ambientais: 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. Aliás, vale ressaltar que a coleta de dados ocorreu no espaço de tempo que compreendeu os meses de agosto a dezembro de 2012 e que desconsiderou o horário de verão.



Figura 04 - Equipamentos

O monitoramento das variáveis ambientais empregou 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 em um período de quinze segundos que, ao final, resultaram em uma média para aquele certo horário. Já para os demais parâmetros determinou-se que o registro deveria ocorrer a cada trinta segundos.

Com relação à técnica empregada para a medição, teve-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.

3.2. Tabulação e análise de dados, produção de gráficos e aplicação de modelo computacional

Após a coleta dos dados das variáveis ambientais previamente definidas e da aplicação dos questionários, todas as informações foram tabuladas com o intuito de auxiliar na produção dos gráficos em linha (variáveis) e em pizza (questionários), e no desenvolvimento de análises provenientes dos dados físicos (variáveis) e subjetivos (questionários).

Quanto à metodologia de avaliação dos parâmetros calculados de Voto Médio Estimado (PMV) e Percentagem Estimada de Insatisfeitos (PEI), pretende-se empregar o uso do programa de Ruas (2002), denominado como Conforto 2.02 (ver figura 05). Aliás, para o cálculo das taxas referentes à vestimenta e ao metabolismo, utilizaram-se também as tabelas 01 e 02 da tese de Ruas (2007).

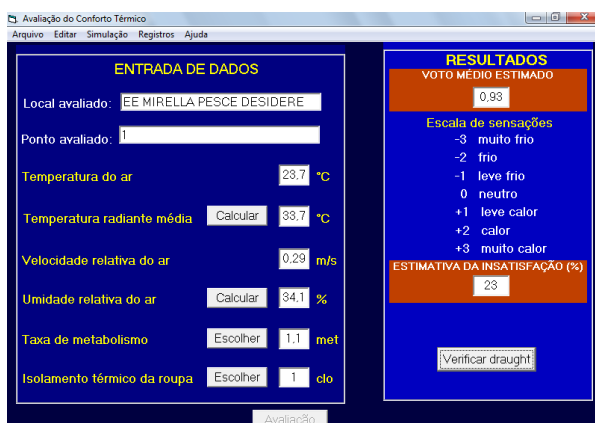


Figura 05 - Programa Conforto 2.02 (RUAS, 2002)

Tabela 1– Isolamento térmico para peças de roupas

Peças de roupa	Isolamento térmico [clo]
Roupas de baixo	
calcinha e sutiã	0,57
Camisas e blusas	
mangas curtas	0,15
leve, mangas longas	0,20
Calça	
normal	0,25
shorts	0,06
Vestido-saia	
saia leve (verão)	0,15
Roupas para ambientes externos	
jaqueta	0,55
Diversas	
meias	0,02
sapatos (sola grossa)	0,04
Botas	0,10

Fonte: Ruas (2007)

Tabela 2 – Metabolismo para atividades diferentes

Atividade	[met]	[W/m ²]
desenhando	1,1 a 1,3	0,44

Fonte: Ruas (2007)

3.3. Análise comparativa entre o conforto térmico real e o calculado

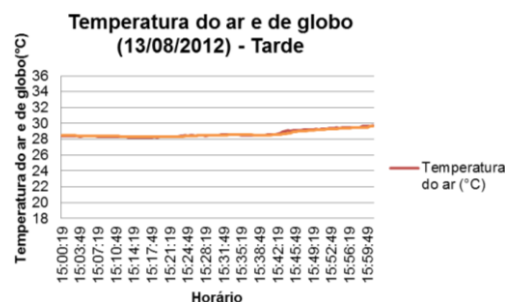
A partir da análise dos dados coletados correspondentes ao conforto térmico real e da aplicação do modelo de Ruas (2002) para a obtenção dos valores referentes ao conforto térmico calculado, fez-se possível à produção de uma análise comparativa entre as respostas da sensação térmica dos usuários do espaço e o resultado fornecido pelo programa considerando-se apenas as informações das variáveis físicas. Portanto, o objetivo dessa análise comparativa foi a de indicar a influência do fator subjetivo na percepção e definição da sensação térmica real do indivíduo.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A aplicação da metodologia descrita anteriormente resultou na constituição de um denso conjunto de informações, portanto, a análise dos dados para este trabalho tornou-se inviável. Assim, para a exposição dos resultados obtidos por intermédio da realização do monitoramento ambiental das variáveis físicas previamente definidas, optou-se pela apresentação de uma amostra da coleta de dados de uma das salas de aula, de cada instituição escolar, durante as estações de inverno e verão em um determinado período, manhã ou tarde. Assim, os gráficos em linha representam os índices enquanto que os em pizza indicam as respostas subjetivas provenientes da aplicação dos questionários.

4.1. Escola Estadual Professora Mirella Pesce Desidere

A atividade de monitoramento das variáveis ambientais correspondentes à avaliação de conforto térmico no inverno da sala 02 (ver figura 02) da Escola Estadual Professora Mirella Pesce Desidere, no período da tarde, aconteceu no dia 13 de agosto de 2012, sob a condição de céu ensolarado.



Figuras 06 e 07 – Umidade relativa do ar e Temperatura de ar e de globo

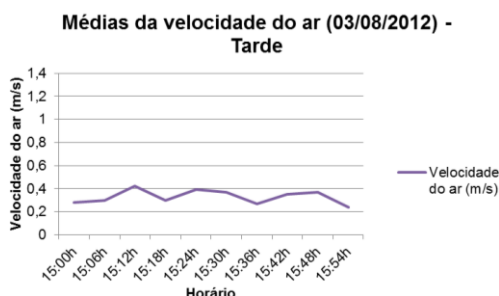


Figura 08 – Média da velocidade do ar

A partir da tabulação de dados das variáveis ambientais, concluiu-se que o índice de umidade relativa do ambiente, apresentado na figura 06, permaneceu consideravelmente baixo, entre os valores de 33% e 35,4%, com média final de 34,1%. Paralelamente, conforme a figura 07, a temperatura do ar (°C), com média de 28,6°C; apresentou-se sempre acima de 28,0°C e conforme a proximidade com o término do período de monitoramento aproximou-se do valor de 30,0°C, ao mesmo tempo em que a temperatura de globo, com média de 28,6°C seguiu o mesmo ritmo do índice anterior. Já as médias finais da velocidade do ar (m/s) na figura 08 apresentaram-se próximas com mínima de 0,24m/s e máxima de 0,42m/s.

Considerando-se a composição do questionário, obtiveram-se as seguintes informações: no que se refere à vestimenta das crianças foi possível definir a tipologia tradicional de camiseta de manga curta, calça e tênis e uma relação de pertencimento com o espaço consolidada. Em sequência, a sensação térmica dos usuários, conforme indica a figura 09, definiu-se na escala como está um pouco quente, entretanto, a diferença com o percentual de neutralidade térmica permaneceu em somente 6%; enquanto que a pergunta

dissertativa acerca das sugestões para melhoramento da sala de aula indicaram respostas relacionadas com a melhoria do conforto térmico como, por exemplo, instalação de climatizadores.

Você acha que está com calor aqui dentro?

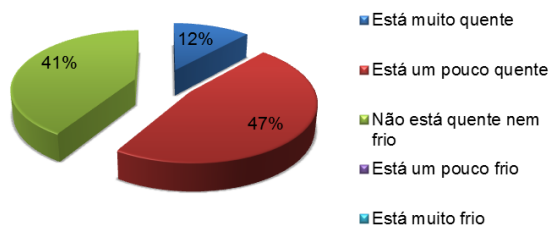
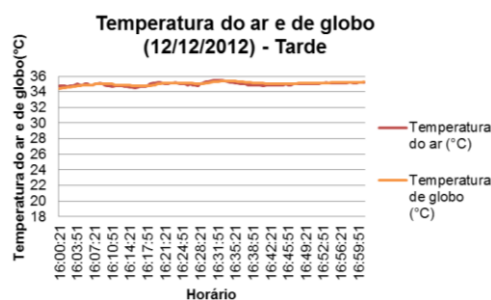


Figura 09 – Sensação térmica

A partir das análises das respostas dos usuários do ambiente escolar, foi possível concluir a discordância entre o Voto Médio Estimado calculado e o real, visto que o primeiro apresentou-se com o valor de 0,60; e, portanto, como neutro e o segundo como está um pouco quente com 47%, logo seguido por não está quente nem frio com 41%. Soma-se a esse contexto a Percentagem Estimada de Insatisfeitos calculada que foi representada pelo percentual de 12%.

Em continuidade ao desenvolvimento das atividades de monitoramento das variáveis ambientais da sala 02, no dia 12 de dezembro de 2012 realizou-se a medição referente à estação de verão.



Figuras 10 e 11 – Umidade do ar e Temperatura de ar e de globo

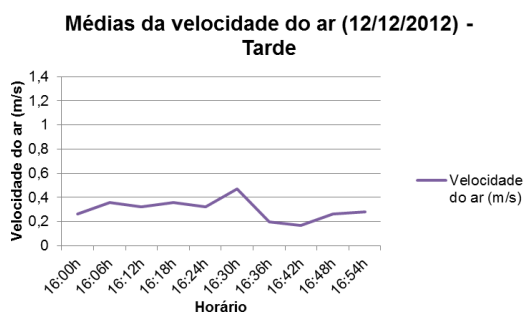


Figura 12 – Médias da velocidade do ar

A figura 10 indica que a umidade relativa do ar do período da manhã caracterizou-se pela oscilação constante entre os valores de 39,6% e 42,1% durante o intervalo de medição, assim, a média final resultante foi de 41,1%. Já a temperatura de ar e de globo apresentaram valores semelhantes que podem ser comprovados por meio da análise da figura 11, tanto que as linhas correspondentes aos índices aparentam estar sobrepostas. Deste modo, os percentuais mínimo e máximo foram de 34,5°C e 34,4°C e 35,4°C, respectivamente, com média final de 35,07°C. Além disso, a partir da figura 12, concluiu-se que as médias da velocidade do ar apresentaram três picos, sendo o mais significativo com diferença de 0,30m/s se comparado ao valor mínimo de 0,17m/s, tendo como média final 0,30 m/s.

Infelizmente, em virtude de dificuldades no agendamento das datas de medição de verão, esta foi realizada sem a presença dos alunos. Destarte, para a definição do Voto Médio Estimado (PMV) optou-se pela simulação de uma composição tipológica da vestimenta tradicional: camiseta de manga curta, bermuda e chinelo/sandália. Sendo assim, estabeleceu-se o PMV = +3 (muito calor) condição essa definida pelo próprio programa como de extremo desconforto devido ao calor, aliás, sugere-se até verificar se não há risco de uma possível sobrecarga térmica.

4.2. Escola Municipal de Ensino Fundamental João Franco de Godoy (NAVIO)

As atividades de monitoramento das variáveis ambientais da sala 02 na Escola Municipal de Ensino Fundamental João Franco de Godoy (NAVIO) referente à estação de inverno aconteceu no dia 12 de setembro de 2012.

Neste período, o índice de umidade relativa do ar manteve-se inicialmente estável, entretanto, houve decréscimos consecutivos dos números da variável que posteriormente se estabilizaram para então retornar a se elevar, deste modo à mínima registrada foi de 36,8% e a máxima de 43,6%. As temperaturas do ar e de globo apresentaram valores próximos entre si, assim, por intermédio do gráfico é possível notar que há a tendência de constância dos valores. Deste modo, o valor mínimo foi de 31,7°C e a máxima de 32,1°C; com

médias de 31,1°C e 31,9°C. Já as médias parciais das velocidades do ar apresentaram baixa oscilação de valores, aliás, o valor mínimo levantado foi de 0,06m/s e o máximo de 0,15m/s

Por fim, em concordância com as informações obtidas por meio dos questionários, avaliou-se que a sensação térmica dos alunos foi definida como está um pouco quente e não está quente nem frio (44%), ainda que houvesse outros percentuais de está muito quente e está um pouco frio (6%), enquanto que, surpreendentemente, o PMV calculado foi de calor (+2) em função do valor de 2,00. Deste modo, o PEI definido deveria ser de 76%.

Em complementação a avaliação anterior, um novo monitoramento das variáveis ambientais realizou-se no dia 26 de novembro de 2012, sob a condição de céu ensolarado com poucas nuvens. Deste modo, teve-se que o índice de umidade relativa do ar indicou uma leve e permanente oscilação dos níveis registrados entre a faixa de 55% e 60%, assim, a mínima foi de 55,8%; a máxima de 59,8% e a média final de 58,3%. Paralelamente, as variáveis de temperatura do ar e de globo apresentaram valores praticamente idênticos de maneira que quando houve diferença entre os números essa se limitou ao máximo de 0,2°C; aliás, as médias finais foram de 32°C e 31,1°C. Já as médias parciais da velocidade do ar indicaram considerável oscilação de dados uma vez que se registraram três picos com diferença do menor para o maior equivalente a 0,50m/s. Portanto, a média final foi de 0,39m/s com mínima e máxima de 0,16m/s e 0,66m/s; respectivamente.

Quanto à ponderação acerca da sensação térmica real obtida por intermédio da aplicação da metodologia de questionários, a escala de respostas variou entre está muito quente e não está quente nem frio, sendo que a opção está muito quente foi a de neutralidade térmica (0) com 56%.

Em relação ao valor calculado do Voto Médio Estimado, teve-se que o índice se estabeleceu na escala de 2,22; ou, no que o programa define como o equivalente a sensação de calor (+2), enquanto que o gráfico referente às respostas obtidas por meio dos questionários indicou que, a maioria dos usuários considerou que estavam sentindo-se confortáveis, ou na escala do gráfico em condições de não está quente nem frio. Em complementação, o PEI foi definido em 85% de insatisfeitos.

4.3. Análise comparativa entre conforto térmico real e calculado

Conforme as informações provenientes do levantamento bibliográfico acerca da temática da presente pesquisa, ainda que os índices de conforto térmico condicionem favoravelmente ou não o ambiente interno para a permanência dos usuários e o desenvolvimento das atividades propostas, tem-se que a sensação térmica caracteriza-se como resultado da conjugação de aspectos físicos, índices e variáveis ambientais, e aspectos subjetivos, sexo, hábitos alimentares, vestimenta, entre outros.

Deste modo, considerou-se como adequada à produção de análises comparativas entre a sensação térmica real e a calculada como ferramenta de metodologia para a avaliação das condições de conforto térmico de um ambiente determinado, sala de aula, sob duas ópticas: a das condicionantes físicas e a da percepção dos usuários. Logo, para a composição metodológica deste trabalho optou-se pelo emprego do programa **Conforto 2.02** (RUAS, 2002) para o cálculo do Voto Médio Estimado (PMV) e para a definição da Percentagem Estimada de Insatisfeitos (PEI).

Aliás, a aplicação do programa exige a inserção de informações referentes às variáveis físicas e a composição tipológica da vestimenta dos usuários a partir da definição do valor na unidade de medida correspondente (clo), fato esse que justificou a utilização das tabelas provenientes do trabalho de Ruas (2002). Assim, o aplicativo define a sensação térmica calculada ou Voto Médio Estimado (PMV) a partir de uma escala que varia de +3 (muito calor) até -3 (muito frio) e, de maneira simultânea, estabelece a Percentagem Estimada de Insatisfeitos (PEI).

Distintamente, o voto estimado nos questionários aplicados aos alunos apresenta variação de escala de apenas cinco níveis, e não de sete como o programa. Contudo, mesmo com a diferença entre as escalas foi possível a elaboração de análise comparativa entre a sensação térmica real e a calculada. Aliás, ao final das análises observou-se a existência de um percentual significativo de correspondência entre os votos, no entanto, as maiores disparidades de respostas foram registradas nos questionários aplicados as crianças da escola municipal e, portanto, de menor faixa etária, fator que implica diretamente no nível de percepção do usuário.

4.4. Análise comparativa entre conforto térmico real e calculado

A proposta deste trabalho consistiu na seleção de duas instituições escolares localizadas em pontos distintos da malha urbana, uma próxima a área central e outra na periferia do município. Assim, as duas edificações foram qualificadas como objetos de estudo e de avaliação das condições de conforto térmico, para tanto, determinou-se todo um processo metodológico cuja composição compreendeu desde a caracterização dos

aspectos externos e internos até a coleta dos dados dos índices de conforto térmico durante um determinado período.

Deste modo, considerando-se que a pesquisa desenvolveu-se a partir de estudos de caso e, portanto, com base nas particularidades de cada edifício pode-se afirmar que a produção da análise comparativa qualifica-se por ser um tanto quanto limitada, uma vez que as salas de aula de uma mesma edificação apresentam características totalmente diferentes em função da implantação no edifício. Portanto, analisaram-se aspectos mais sociais e urbanos como, por exemplo, o fato da Escola Estadual Mirella Pesce Desidere identificar-se como uma escola de bairro e a Escola Municipal de Ensino Fundamental João Franco de Godoy como uma escola central que atende a vários outros bairros, inclusive mais periféricos; e a diferença de faixa etária do público alvo, fatores esses que influenciam diretamente na questão da criação da relação de pertencimento e identificação para com o espaço, já que, teoricamente, se por um lado os usuários de menor idade tendem a ter uma relação de pertencimento maior com o ambiente (NAVIO), por outro as escolas de bairro apresentam maior identificação local com os usuários. Entretanto, mesmo com este contexto, os percentuais mais baixos de identificação com o espaço foram provenientes dos questionários aplicados aos alunos de maior faixa etária e, portanto, da Escola Estadual Mirella Pesce Desidere.

Quanto aos resultados obtidos por intermédio do monitoramento das variáveis ambientais teve-se que, em função das particularidades arquitetônicas e espaciais de cada sala de aula e edifício, ponderou-se que todas apresentaram condições inadequadas às atividades ali desenvolvidas sem que houvesse uma diferença significativa entre elas. Contudo, talvez em função das próprias características arquitetônicas como, por exemplo, pé-direito menor; caracterização dos usuários, de maior faixa etária, e em função de apresentar número maior de estudantes por sala de aula, a pesquisadora notou maior desconforto nos ambientes da escola estadual.

Outro fato foi que devido à densidade das informações coletadas e com o intuito de facilitar e organizar as considerações acerca dos indicadores avaliados optou-se, novamente, pela divisão dos dados em: configuração espacial, índices de conforto térmico e questionários.

Destarte, no que se refere à configuração espacial pode-se dizer que não houve alterações significativas e manipulação do mobiliário escolar por meio do comportamento ou da ação dos usuários, fato que pode ser explicado pela presença das pesquisadoras ou pelas normas de conduta estabelecidas pelas professoras, principalmente na escola municipal; além da ausência de elementos que viessem a minimizar as condições de desconforto, realidade mais presente na escola estadual visto os problemas de comportamento dos usuários com objetos como cortinas.

No que se refere ao monitoramento das variáveis ambientais, temperatura do ar e de globo, umidade relativa do ar e velocidade do ar, pode-se concluir que ainda que cada medição tivesse suas particularidades atinentes à configuração espacial da sala de aula, as temperaturas do ar e de globo permaneceram com valores próximos e/ou correspondentes e apresentaram baixa oscilação, números consideravelmente altos para um ambiente interno. Diferentemente, a umidade relativa do ar indicou valores mais altos para a estação do inverno e mais baixos para a estação do verão, características climáticas típicas do município de Presidente Prudente, enquanto que a velocidade do ar revelou-se como a variável mais inconstante, em virtude de sua natureza, mas também em função de ventiladores ligados e/ou proximidade do equipamento a esses aparelhos.

Ao final, ponderou-se que a aplicação dos questionários fez-se fundamental para a coleta das informações necessárias ao cálculo e determinação do Voto Médio Estimado (PMV) e para a identificação da relação de apego entre usuário para com o espaço, que se mostrou mais estreita com as crianças de menor faixa etária.

4.5. Análise sob o ponto de vista arquitetônico

Em concordância com a fundamentação teórica do levantamento bibliográfico sobre o tema desta pesquisa e considerando-se o conhecimento proveniente da graduação em Arquitetura e Urbanismo conjuntamente com as informações levantadas a partir da aplicação das ferramentas metodológicas deste trabalho científico, pode-se afirmar que em geral o principal fator que resulta em edificações caracterizadas pelo baixo desempenho energético ou por condições inadequadas de uso e ocupação é a ausência de planejamento destas, desde a etapa de concepção do projeto até a manutenção do mesmo.

Na realidade, no caso dos estudos individuais realizados, considerou-se que se trata de um círculo vicioso que tem início antecedente a concepção do projeto como, por exemplo, a desconsideração dos aspectos físicos do sítio que resultou, provavelmente, em uma implantação equivocada dos edifícios que, por sua vez, não aproveitaram as condicionantes naturais de conforto. Deste modo, pode-se afirmar que um

projeto quando não bem planejado e/ou executado pode ocasionar a sobreposição das vertentes do conforto, ou seja, a solução para a condicionante térmica pode influir negativamente no aspecto acústico.

5. CONCLUSÕES

Do ponto de vista de acadêmico, o desenvolvimento deste trabalho revelou-se interessante no que se refere a sua contribuição na constituição de um conjunto de informações quantitativas, mas principalmente qualitativas acerca da presente temática. Portanto, anda que o princípio desta iniciação científica baseie-se na produção de avaliações específicas e particulares a cada instituição escolar e as duas salas de aula previamente definidas, tem-se que outros aspectos mais gerais que compuseram o processo de pesquisa como: levantamento bibliográfico acerca do tema; definição, composição, aplicação e adaptações da metodologia possam subsidiar estudos futuros de temáticas semelhantes.

Genericamente, e conforme as informações levantadas na etapa de revisão bibliográfica, concluiu-se que de fato a maioria das edificações escolares brasileiras não apresentam condições adequadas a prática das atividades propostas para esses ambientes e, portanto, a realização de readequações arquitetônicas no espaço torna-se fundamental para a garantia do bem-estar dos seus usuários.

Entretanto, a ausência de um planejamento e programa arquitetônico adequado não são os únicos responsáveis na promoção da qualidade ambiental do espaço, assim, a falta de manutenção, o mobiliário adequado e a colaboração dos usuários também se mostraram como fatores determinantes na configuração de um espaço apropriado e confortável, até mesmo no que tange o aspecto visual e estético.

Ao final, quanto à metodologia concluiu-se que a aplicação dos questionários mostrou-se fundamental para a composição dos dados que, posteriormente permitiram a análise das condições ambientais e térmicas da sala de aula e o entendimento da relação entre usuário e espaço, além da possibilidade de comparação entre os valores de Voto Médio Estimado real e calculado, somado a Percentagem Estimada de Insatisfeitos, comparativo esse que indicou semelhanças e divergências que puderam ser compreendidas e explicadas em função de condicionantes subjetivas, como vestimenta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004. 97p.
- 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.
- DALVITE, B. et al. **Análise do conforto acústico, térmico e lumínico em escolas da rede pública de Santa Maria, RS**. Série: Artes, Letras e Comunicação, Santa Maria, v. 8, p. 1-13, 2007.
- DIAS, A. **Avaliação das condições de conforto térmico e acústico de salas de aula em escola de tempo integral** – estudo de caso da escola Padre Josimo em Palmas (TO). 2009. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.
- 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.
- MORENO, M.de M. **Parâmetros para implantação efetiva de áreas verdes em bairros periféricos de baixa densidade**. 2006. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- PASQUOTTO, GeisiBrizotti.; SALCEDO, Rosio F. B.; FONTES, Maria Solange G. de C. Conforto térmico em ambientes escolares nos períodos de verão e inverno: uma análise qualitativa e quantitativa do Centro de Convivência Infantil da UNESP - BAURU. In: ENCAC 2007 (IX Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído), 2007, Ouro Preto (Brasil). **Anais...** Ouro Preto, 2007. 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.
- XAVIER, C. C. **Conforto térmico e iluminação natural no edifício administrativo da escola de engenharia de São Carlos USP** – o bloco EI. 2008. 187f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo São Carlos.

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.