

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DAS SALAS DE AULA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Ivan Sanchez Malo Rossiti (1); Léa Cristina Lucas de Souza (2)

(1) Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, e-mail: ivanrossiti@hotmail.com

(2) Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, e-mail: leacrist@ufscar.br

Resumo

O trabalho tem como intuito realizar um estudo de caso sobre o conforto térmico de uma sala de aulas da Universidade Federal de São Carlos, Campus de São Carlos - SP. Neste trabalho serão abordadas as variáveis subjetivas e variáveis físicas que influenciam o conforto térmico na sala de aula. Para a atribuição das variáveis subjetivas foram aplicados questionários, a fim de saber a opinião do conforto térmico dos estudantes em seu respectivo local de estudo. Com relação às variáveis físicas, realizou-se medições in loco, para saber a distribuição destas variáveis ao longo da sala de aula. Após realizadas todas as medições de variáveis físicas e subjetivas, procedeu-se a uma análise de desempenho utilizando-se como parâmetros o PMV (voto médio estimado) e IBUTG (índice de bulbo úmido- temperatura de globo). Os resultados revelaram que a área envidraçada da fachada sul apresenta dimensões inadequadas ao conforto térmico do usuário.

Palavras-chave: Conforto térmico, conforto ambiental, desempenho térmico, campus universitário.

Abstract

The proposed paper conducts a case study on thermal comfort in a classroom of the a Federal University of São Carlos, at São Carlos Campus - SP . This paper will discuss the subjective variables and physical variables that influence the thermal comfort in the classroom. For the assignment of subjective variables, questionnaires were applied in order to know the students' opinion of their thermal comfort in their respective study site. Regarding the physical variables, site measurements were performed to determine the distribution of these variables throughout the classroom. After performing all the measurements of physical and subjective variables, a performance analysis was carried out, considering the parameters of PMV (predicted mean vote) and WBGT(wet bulb globe temperature). The results show that the glazed areas of the south façade present dimensions that are not suitable for the thermal comfort of the users.

Keywords: Thermal comfort, environmental comfort, thermal performance, university campus.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil interfere diretamente no ambiente vivenciado pelas pessoas e no grau de satisfação a elas proporcionado. A importância dessa interferência é ainda maior quando se tratam de salas de aula, uma vez que influi diretamente no rendimento do aluno. Dentre os aspectos ambientais influenciados pelas edificações destinadas a salas de aula, o conforto térmico pode ser considerado um dos mais importantes, visto que esse é tido como umas das principais causas da falta de concentração das pessoas.

Segundo ASHRAE (2004), conforto térmico é uma condição física e psicológica que expressa a satisfação do homem com o ambiente, seja ela no ambiente externo ou interno. Vieira (2008) aponta que dependendo do tipo de atividade desenvolvida, há uma variação no

metabolismo dos seres humanos, sendo que essa variação está diretamente ligada ao nível da atividade física. Fanger (1970) comprovou que é improvável que todas as pessoas em um grupo em um mesmo ambiente estejam termicamente satisfeitas ao mesmo tempo, e isso se deve às características individuais.

Considerando que um ambiente construído deve estabelecer o conforto térmico adequado e satisfatório à maioria de seus usuários, o estudo aqui proposto tem como objeto de estudo o prédio de aulas teóricas número sete (AT7) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

2. OBJETIVO

O trabalho tem como intuito estudar e analisar o conforto térmico de algumas salas de aulas da na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), analisando se as características térmicas atuais são coerentes com as condições mínimas estabelecidas pela norma técnica para essa região.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

As salas de aula do prédio denominado Aula Teórica Sete (AT7), da Universidade Federal de São Carlos, estão implantadas no Campus Universitário da cidade de São Carlos, no interior paulista. A cidade possui coordenadas geográficas de 22° 01' de latitude Sul, 47°53' de longitude Oeste e 856,80m de altitude, apresentando características climáticas de verão quente e úmido e inverno seco. Conforme a classificação proposta pela NBR-15.220 (norma relativa aos requisitos mínimos de desempenho térmico em edificações), as características climáticas dessa cidade equivalem à zona bioclimática 4. Nesse caso, os requisitos mínimos de projeto correspondem às seguintes características: aberturas sombreadas e de dimensões médias para ventilação (15 a 25% da área de piso), coberturas leves isoladas e vedações externas do tipo pesada (ou seja, transmitância de vedações inferior a 2,20 (W/m².K), atraso térmico maior que 6,5 horas e fator solar menor que 3,5).

No edifício do AT7 as salas de aulas correspondem aos padrões mais atuais adotados para a implantação de salas no referido campus, tendo suas maiores fachadas orientadas a norte e sul. A fachada norte é destinada a circulação e possui elementos vazados de concreto que evitam a incidência direta da radiação solar. A fachada sul, é composta por esquadrias que a cobrem quase totalmente. Nesse prédio, a sala selecionada para estudo foi a de número 160, que funciona das 8:00 às 18:00, com intervalos entre aulas e almoço. A sala não utiliza condicionamento artificial em suas instalações e a parede que a separa da área de circulação possui uma abertura alta para ventilação cruzada permanente no ambiente.

2.2 Metodologia

A metodologia aplicada para a realização do estudo de caso adotou etapas de aplicação de questionários aos alunos-usuários daquele edifício, medições microclimáticas e caracterização térmica das vedações.

Os questionários foram destinados à avaliação do grau de satisfação térmica dos alunos-usuários da sala de estudo 160, especificamente em dias quentes. Para essa avaliação considerou-se como parâmetro a escala de sete pontos psicofísicos de ASHRAE, ou escala subjetiva de calor, indicativa do voto médio estimado (PMV – Predicted Mean Vote) em ambientes internos. Essa escala, proposta por Fanger (1970) para determinar a condição

ambiental, corresponde aos seguintes valores: (-3) muito frio, (-2) frio, (-1) levemente frio, (0) neutralidade térmica, (+1) levemente quente, (+2) quente, (+3) muito quente. Após a aplicação dos questionários, pôde-se verificar a porcentagem de pessoas insatisfeitas (PPD – Percentage of Persons Dissatisfied) com o local.

Em paralelo ao questionário aplicado, foram realizadas coletas de dados de temperatura de globo, temperatura do ar interno e externo, umidade relativa do ar interno e externo, ventilação, assim como determinado o índice IBUTG (índice de bulbo úmido-temperatura de globo) para o ambiente interno. O IBUTG é um índice de conforto térmico em ambiente de trabalho, aplicado pela NB-17 e que pode ser determinado diretamente através das medições com termômetro de globo. É um índice que relaciona a carga térmica com o esforço físico ao qual a pessoa está sujeita. Este índice é normalmente utilizado para a avaliação da insalubridade e do conforto térmico em determinados ambientes. Os diversos dados térmicos foram registrados em vários pontos em que os alunos se posicionam em sala de aula.

Por fim, foram determinadas as características térmicas das vedações a fim de calcular a transmitância térmica e verificar o atendimento do requisito mínimo para a zona bioclimática na qual a cidade de São Carlos se insere.

4. RESULTADOS

Os dados térmicos para os dias das medições podem ser observados na figura 1.

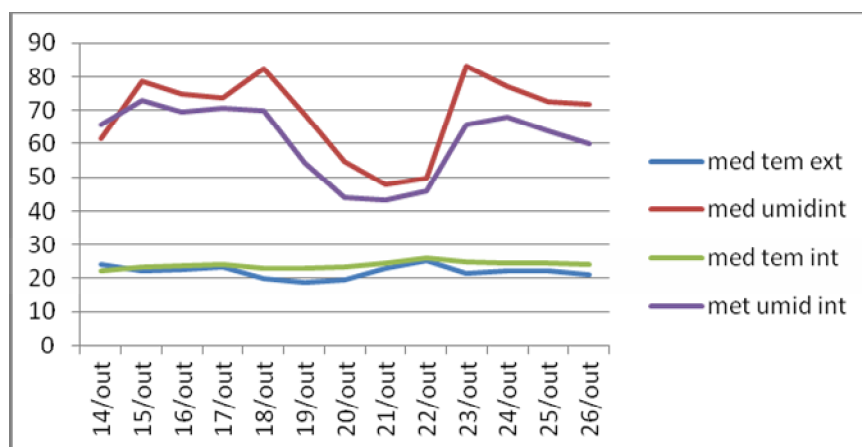


Figura 1 Médias da temperatura externa e interna nos dias de medição

No período de medição, a média mais alta externa e interna foi de 25,2°C e 26,1°C, respectivamente, revelando uma diferença de 0,9°C. A média da temperatura mais baixa externa foi de 18,9°C e a interna de 22,4°C, correspondendo a uma diferença de 3,5°C.

Com relação aos questionários, as respostas representadas graficamente na figura 2, indicam que a maioria dos alunos-usuários (62%) considerou que, no dia de medição específico e naquele horário de medição, a sensação térmica dentro da sala de aula foi de “calor”, tendo 27% respondido estar “levemente com calor” e 11% consideraram a sensação de “muito calor”. Nenhum dos usuários manifestou estar termicamente confortável na sala de aula.

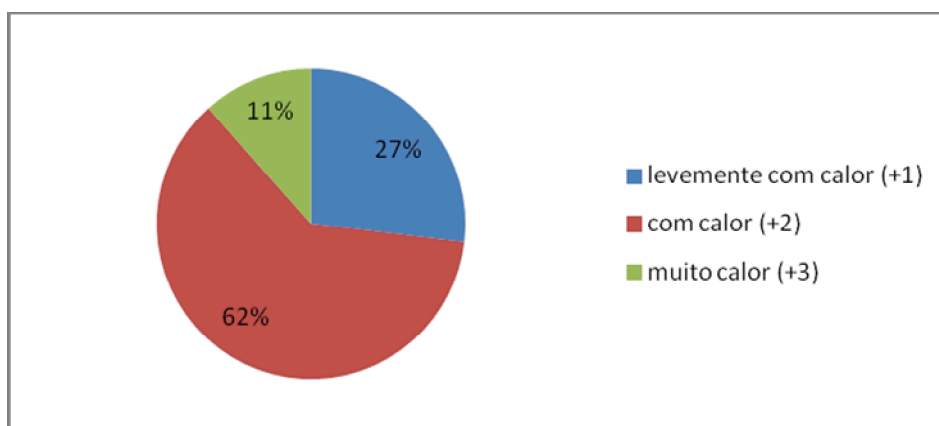


Figura 2 Sensação térmica na sala de estudo no período de medição

Para análise do IBUTG, a figura 3 representa a distribuição de seu valor no espaço da sala. A concentração de temperaturas mais elevadas encontra-se próxima às janelas, na fachada sul (linha A do gráfico), e a concentração de temperatura ligeiramente mais baixa encontra-se na parede norte, que divide a sala do corredor (linha D do gráfico).

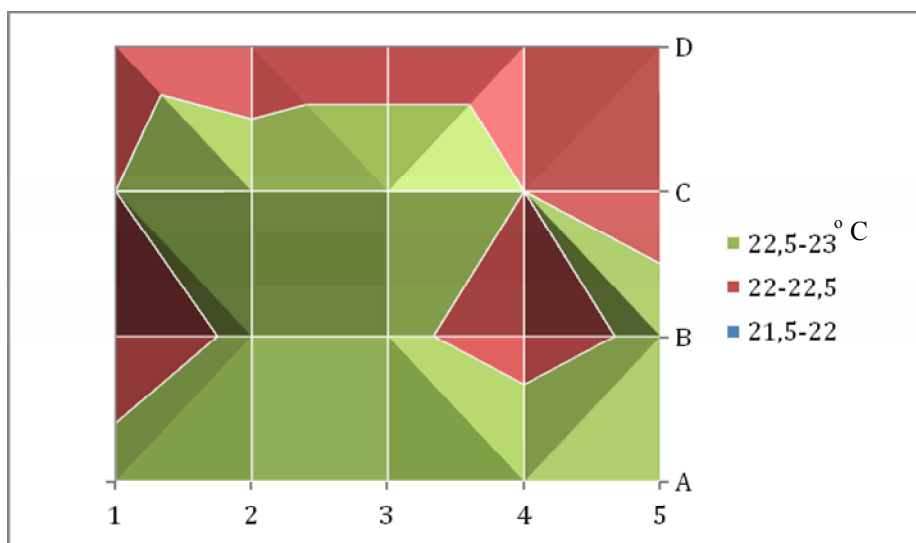


Figura 3 Distribuição do IBUTG no espaço da sala de aulas

As faixas de IBUTG encontram-se entre 21,5 e 23°C, ou seja, não está na faixa de insalubridade, que seria acima de 30°C. Entretanto está na faixa de calor, como pode ser constatado com a percentagem de pessoas insatisfeitas (PPD) apontadas na figura 2.

Na análise da transmitância térmica, para a seção das paredes em alvenaria, foram encontrados valores dentro dos limites recomendados pela norma. Porém como a área envidraçada da parede sul corresponde a mais do que 25% da área de piso, essa assume valores de transmitância significativos para o desempenho térmico da sala de aula. Para os resultados da transmitância térmica da área envidraçada, a tabela 1 apresenta os valores encontrados.

Tabela 01 Características da área envidraçada na parede sul.

Área	0,657 m ²
Espessura	0,023 m
Capacidade	13 KJ/(m ² .K)
Transmitância	5,68 W/(m ² .K)
Resistência	0,176(m ² .K)/W
Fator solar	3,4
Atraso térmico	0,2 horas

A análise da transmitância e dimensão das vedações envidraçadas revelou valores fora dos limites recomendados por norma para a zona bioclimática 4.

5. CONCLUSÕES

Com o cruzamento dos dados obtidos pelas medições, bem como pela pesquisa realizada com os alunos, nota-se que a sala em estudo em dias quentes, período para o qual foram realizadas as medições e questionários, encontram-se fora dos padrões estabelecidos por norma. Tanto as variáveis subjetivas como as variáveis físicas indicaram que são necessárias medidas para a adequação térmica da sala 160 do edifício do AT7.

Para o período de estudo a sensação térmica foi de muito calor para a maioria dos usuários e houve concentração de maiores temperaturas nas regiões próximas a área envidraçada.

Um dos principais problemas encontrados foram as características térmicas da área envidraçada em relação às suas dimensões. Como a área de vidro das aberturas é muito grande em relação à área de piso, permitem a entrada excessiva de radiação solar refletida. Assim, mesmo que a radiação solar direta não seja um problema para a fachada sul nessa latitude para a época de análise, a reflexão da mesma no entorno e na própria abóbada celeste resulta em desconforto interno, devido a grande área envidraçada, sua alta transmitância térmica e seu baixo atraso térmico.

Como sugestões para trabalhos futuros relacionados à avaliação do conforto térmico nas salas de aula, podem ser apontadas:

- Consideração da variável clo, para que se possa verificar a influência da vestimenta no conforto térmico.
- Consideração da influência da vegetação do entorno, possibilitando um melhor controle do microclima.

6. REFERÊNCIAS

ASHRAE Handbook: Fundamentals. (2004). Atlanta: ASHRA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3/2005**: Desempenho Térmico de Edificações – Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de interesse social, 2005, 30p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2/2005**: Desempenho Térmico de Edificações – Parte 2: Métodos de Cálculo da Transmitância Térmica, da Capacidade Térmica, do Atraso

Térmico e do Fator Solar de Elementos e Componentes de Edificações, 2005, 21p.

FANGER, P. O. **thermal comfort analysis and application in environment engineering**. New York . McGraw-Hill, 1970.

VIEIRA, C. C. **Conforto térmico e iluminação natural no edifício administrativo na escola de engenharia de São Carlos/ USP Bloco E**. 2008. 187 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo e Área de Concentração em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia), Escola de Engenharia de São Carlos da universidade de São Paulo, São Carlos, 2008