



## 20º Congresso de Iniciação Científica

### ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO E VISUAL DAS SALAS DE AULA DO BLOCO 01 CAMPUS DA UNIMEP EM SANTA BÁRBARA DOESTE

#### Autor(es)

---

MARIANA BRANCALION SOUZA

#### Orientador(es)

---

ADRIANA PETITO DE ALMEIDA SILVA CASTRO

#### Apoio Financeiro

---

FAPIC/UNIMEP

#### 1. Introdução

---

Cada vez mais se tem buscado a relação entre espaço e meio ambiente para atender o aumento das exigências quanto à qualidade do ambiente construído e conseqüentemente ao bem estar do ser humano durante o desenvolvimento das atividades. Essa questão é ainda mais importante em ambientes escolares, onde a eficiência do processo de aprendizagem pode ser diretamente prejudicada pelo desconforto. Neste trabalho, pelo fato do objeto de estudo estar localizado em uma universidade, é indispensável o conforto térmico e visual para garantir bom desenvolvimento.

No Brasil, o atendimento às exigências de conforto ambiental ganha extrema importância, já que é um país de clima tropical, com temperaturas médias elevadas na maior parte do país. A pesquisa de Krüger, Adriaçola e Michaloski (2001) evidencia que para um projeto atender a todas as especificidades necessárias ao conforto ambiental, deve ser baseado na orientação solar, no dimensionamento adequado das aberturas, na escolha dos materiais e levar sempre em consideração o clima local. Portanto, se essa abertura for mal dimensionada ou mal posicionada, pode resultar em desconforto térmico, reduzindo diretamente a eficiência das atividades desempenhadas. Além disso, para que o ambiente esteja visualmente confortável, é preciso controlar a quantidade e qualidade da iluminação. Um bom projeto faz com que os níveis de iluminação mínimos sejam atingidos, levando em consideração a luz natural do edifício. Geralmente, os sistemas apresentados não levam em conta a diversidade das atividades executadas nestes ambientes e, muitas vezes, desconsidera parâmetros importantes como: a orientação, as dimensões e as atividades visuais desenvolvidas.

Segundo Frota & Schiffer, (2001) o estudo das sensações e preferências das pessoas em um determinado ambiente é tão importante quanto a obtenção das informações referentes às condições físicas do local para se avaliar o conforto térmico de um ambiente. Contudo, o conforto térmico, ou percepção de neutralidade térmica, é influenciado diretamente pela temperatura e umidade nas salas de aula. Essa sensação térmica é relativa, pois cada pessoa reage de forma diferente aos estímulos externos, pois para manter o equilíbrio biológico, o organismo produz diversas reações físicas e psicológicas, adaptando-se às condições térmicas através de várias atitudes práticas como a alteração das vestimentas, abertura e fechamento das portas e janelas, entre outras.

A adoção de projetos padrão para as edificações escolares tem sido causa de problemas de conforto ambiental. A padronização muitas vezes não leva em conta situações locais específicas, resultando em ambientes escolares desfavoráveis. Além disso, as dimensões das salas de aula e da edificação como um todo têm grande influência nas variáveis ambientais, visto que interferem diretamente nos fluxos de ar e na quantidade de luz e calor recebidos. É sob este aspecto que esta pesquisa se concentra, através da avaliação do desempenho térmico e luminoso em três salas de aula, com diferentes orientações, além da medição de variáveis externas, no bloco 1

do campus da UNIMEP em Santa Bárbara D'Oeste/SP. O estudo incluiu pesquisas bibliográficas e a comparação dos resultados obtidos nas medições com a sensação térmica dos usuários, comprovando a estreita relação entre espaço e meio ambiente.

## 2. Objetivos

---

O objetivo deste trabalho consiste no estudo do desempenho térmico e visual no período de verão e inverno, no bloco 1 do campus da UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba, em Santa Bárbara D'Oeste, avaliando três salas de aula com orientações distintas com a finalidade de examinar se possuem as condições adequadas de conforto.

## 3. Desenvolvimento

---

Foram realizadas medições in loco nos períodos próximos ao solstício de verão e de inverno. Tanto as medições térmicas como visuais foram realizadas em três salas de aula: sala 40 e 28 com orientação sudoeste e sala 45 à nordeste, além do monitoramento da área externa; foram realizadas de 3 em 3 horas, com início as 9:00h até as 21:00h. O monitoramento da iluminância foi feito a partir de uma malha regular com um afastamento de 50 cm das paredes, na qual as salas 40 e 45 foram divididas em 16 pontos e a 28 em 25 pontos, de acordo com o cálculo do IA (índice de ambiente), descrito na norma ABNT – NBR 15215-4 (2004) a partir da fórmula, assim como mostra a figura 1.

Para a avaliação física da iluminação foram utilizados luxímetros, do modelo LX – 102 Light Meter, para estimar o nível de iluminância, tanto para o ambiente interno como externo. As medições foram feitas com as luzes acesas (iluminação composta) e com as mesmas apagadas (iluminação natural). O luxímetro foi posicionado a 80 cm de altura do piso, no centro de cada ponto definido. Para o monitoramento da temperatura, os equipamentos foram colocados no centro das salas, conforme ilustra a figura 2, que demonstra distribuição dos pontos na sala 28, 40 e 45, com indicação (em verde) da localização do equipamento para medição de temperatura.

Os resultados das variáveis climáticas e de iluminância foram comparadas, juntamente com a aplicação de questionários de sensação térmica com 300 usuários, com perguntas relacionadas ao peso, idade, sexo e sensação térmica apresentada no momento. A partir da coleta das variáveis térmicas e obtenção de outros dados como vestimenta e metabolismo dos usuários, foi possível fazer a análise do conforto térmico através do software Ladesys 1.0, desenvolvido pela UFMS baseado na escala proposta por Fanger, em que a sensação térmica é obtida através do Voto Médio Estimado (VME), que deve estar entre -0,5 e +0,5 para que o ambiente seja considerado confortável, e pela Porcentagem Estimada de Insatisfeitos (PEI), que deve ser de no máximo 10%, de acordo com a norma ISO 7730/94.

Para a avaliação térmica utilizou-se dois registradores Data Logger de Umidade 175-H1 da marca Testo e um Data Logger de Umidade e Temperatura 177-H1, também da marca Testo, além de um termômetro de globo digital TGD – 200, da Instrutherm. Esses equipamentos foram utilizados para a obtenção das variáveis de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e temperatura de globo. Para medir a velocidade do ar foi utilizado o anemômetro AM – 4201 da Lutron. Posteriormente, a partir da obtenção dos valores dessas variáveis foi possível calcular a umidade e a temperatura radiante média através do software Conforto 2.0 (RUAS, 2005).

## 4. Resultado e Discussão

---

Para avaliação das medições foram elaborados gráficos de nível de iluminância, compostos por iluminação natural e composta, além de gráficos das diferentes variáveis térmicas como temperatura de bulbo seco, bulbo úmido, temperatura de globo, umidade e temperatura radiante média. Após as análises de temperatura, foi possível concretizar os gráficos de PEI e do VME.

Para a temperatura radiante média e a umidade foram utilizados, para o cálculo do voto médio estimado, os softwares Conforto 2.02 e Ladesys 1.0.

### Medições de iluminância

As médias das medições realizadas durante o período de verão e de inverno, demonstram que apesar da intensidade da luz ser menor no inverno, em ambos os períodos do ano a iluminação é otimizada às 12:00h.

Com recurso da iluminação composta, todas as salas chegaram a pelo menos 200lux, o nível mínimo estabelecido pela ABNT – NBR 5413/04. Tanto no verão como no inverno as salas atingiram 300lux e 500lux todas atingiram no verão e apenas a 28 no inverno. Ao utilizar apenas luz natural algumas deficiências são encontradas, pois o nível mínimo de 200lux foi atingido apenas no verão e nos pontos próximos as janelas, sendo estes os pontos 13 ao 16 nas salas 40 e 45 e os pontos 23 a 25 na sala 28. No inverno, nenhuma das salas atingiu o nível mínimo.

No geral, a melhor iluminância foi registrada na sala 28, a única sala que atingiu 500lux com luz composta no inverno e chegou a 300lux no verão com luz natural às 12:00h e 15:00h no ponto 25. Apesar disso, mesmo nesta sala, durante o inverno a iluminação natural não é adequada, nem mesmo nos pontos próximos à janela.

### **Temperatura e sensação térmica**

Em todos os períodos de verão a temperatura foi maior e a sensação dos usuários e a porcentagem de insatisfeitos foram proporcionais. No inverno, a quantidade de pessoas termicamente confortáveis é significativamente maior do que no verão, pois a média do voto médio estimado ficou mais próxima da neutralidade térmica.

No período de inverno a sensação de conforto predomina em todos os períodos e dias, com médias variando de 18,2°C a 25,8°C e porcentagem de insatisfeitos variando de 6% a 16%, índice considerado próximo ao máximo ideal de 10%. Já no verão, não houve sensação de conforto na maioria das medições, com médias variando de 25,2°C a 32,8°C e a porcentagem de insatisfeitos chegou a 64%.

Na medição de verão, a precipitação ocorrida após às 18:00h no primeiro e segundo dia influenciou as médias, fazendo com que a temperatura após este horário caísse. A temperatura mais alta foi registrada às 15:00h na área externa, registrando 32,8°C. Já as medições de inverno registraram que a maior temperatura foi de 25,8°C no ambiente externo, assim como na medição de verão, às 15:00h.

## **5. Considerações Finais**

---

Um edifício que leva em consideração o conforto ambiental adotando estratégias que valorizem a iluminação e ventilação natural no seu projeto pode diminuir o consumo de energia e, além disso, influenciar diretamente as atividades em edifícios que exigem esforços intelectuais, tornando-se adequado para aprendizagem. A produtividade de um indivíduo começa a abaixar perto dos 20 a 22°C enquanto que, acima dos 26°C decresce significativamente, portanto, a temperatura adequada para se garantir uma boa produtividade, com sensação de conforto, seria entre os 20°C e 26°C.

No entanto, este conforto é relativo, pois a sensação térmica dos usuários varia de acordo com diversos parâmetros, como por exemplo, a vestimenta, velocidade dos ventos e atividade exercida durante um determinado período de tempo. Os resultados de VME e PEI são proporcionais, pois quanto maior a sensação de calor dos usuários, maior é a porcentagem de usuários insatisfeitos.

Os resultados mostraram que no período de inverno a sensação de conforto predomina, com médias variando de 18,2°C a 25,8°C, sendo o período mais confortável às 9:00h, e sensação térmica variando de - 0,07 a 0,64 e porcentagem de insatisfeitos variando de 6% a 16%, índice considerado próximo ao ideal. Já no verão, não houve sensação de conforto na maioria das medições, predominando a sensação de calor, as médias variaram de 25,2°C a 32,8°C, sensação térmica variando de 0,52 a 1,73 e porcentagem de insatisfeitos variando de 13% a 64%.

Observou-se que os resultados de iluminância nas salas estão diretamente relacionados com a condição do céu. Durante o verão, as salas 40 e 28, recebem a incidência dos raios solares diretamente dentro das salas e, por isso, são as de melhores níveis de iluminância.

O nível ideal de iluminação varia de 300 lux a 500 lux e o nível mínimo para uma sala de aula é de 200lux. Conclui-se que durante todo o período do dia as luzes devem permanecer acesas em todo o período de aula no inverno e no verão, pois somente alguns pontos atingem o mínimo e em determinados horários. Ainda assim, o período do verão foi mais eficaz, sendo a sala 28 a que mais se adequa as normas de conforto visual, assim como mostra a figura 3, que demonstra, através de plantas, a variação de intensidade no ambiente interno durante os dois períodos avaliados.

Futuramente pretende-se avaliar os resultados obtidos neste trabalho, a partir do uso de softwares específicos que envolvem dados de temperatura e iluminação, comparando as variáveis obtidas in loco com os parâmetros digitais.

## **Referências Bibliográficas**

---

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 15215-4: Iluminação natural – parte 4: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – método de medição. ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5413: Iluminação natural – parte 4: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – método de medição. ABNT, 2004.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. Exigências humanas quanto ao conforto térmico. In: \_\_\_\_\_. Manual de conforto térmico. 5. Ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. Cap. 1, p. 19-29.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, ISO 7730: Moderate thermal environments-determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions of thermal comfort. Genebra, 1994.

KRÜGER, E.; ADRIAZOLA, M. K. O.; MICHALOSKI, A. O. Desempenho térmico de salas de aula do CEFET-PR. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO (ENCAC) E III ENCONTRO

Anexos

$$IA = \frac{A.B}{Hm (A+B)}$$



