

CONFORTO TÉRMICO NO COLÉGIO DE APLICAÇÃO PEDAGÓGICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ: UM ANTIGO CAIC

Mariana Fortes Goulart⁽¹⁾; Paulo Fernando Soares⁽²⁾; Rosana Caram⁽³⁾

(1) Instituto de Arquitetura e Urbanismo – IAU-USP, e-mail: marigoulart@usp.br

(2) Universidade Estadual de Maringá – UEM, e-mail: pfsoares@uem.br

(3) Instituto de Arquitetura e Urbanismo – IAU-USP, e-mail: rcaram@sc.usp.br.

Resumo

O Colégio de Aplicação Pedagógica da Universidade Estadual de Maringá (CAP/UEM) fazia parte de um projeto de âmbito nacional criado na década de 1990, os Centros de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente – CAIC's. O projeto inicial é de autoria do arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé, reconhecido pela preocupação com o conforto ambiental dos usuários em suas obras. Este trabalho tem como objetivo caracterizar o comportamento térmico do edifício do CAP/UEM e verificar a sensação térmica dos usuários. A metodologia proposta consiste em uma análise projetual, para a identificação e caracterização das soluções passivas de conforto e de medições das variáveis ambientais concomitantemente com aplicação de questionários aos alunos no período de verão. Os resultados indicam que, apesar das estratégias passivas para atenuação do calor, observada no sistema de sombreamento das fachadas e dispositivos para promoção da ventilação cruzada, a falta de manutenção do prédio ocasiona grande ganho térmico e insatisfação dos usuários praticamente o tempo todo, prejudicando as condições de conforto no interior do edifício.

Palavras-chave: Conforto térmico, estratégias passivas, João Filgueiras Lima, CAIC.

Abstract

The Pedagogical Application College of the State University of Maringá (CAP/UEM) was a part of a nationwide project created in the 1990s, the Centers for Integral Attention to Children and Adolescents - CAIC's. The initial design is architected by João Filgueiras Lima, Lelé, recognized by concern for the environmental comfort of the users in his works. This work aims to characterize the thermal behavior of the building of CAP/UEM and verify thermal sensation of occupants. The proposed methodology consists in a projectual analysis for identification and characterization of passive solutions for comfort and environmental variables measurements that were made concurrently with application of questionnaires to students during the summer. The results indicate that, despite the passive strategies for heat attenuation, observed in the shading facades system and cross-ventilation devices, the lack of maintenance of the building cause great heat gain and dissatisfaction of the occupants, damaging the comfort conditions inside the building.

Keywords: Thermal comfort, passive strategies, João Filgueiras Lima, CAIC.

1. INTRODUÇÃO

O Colégio de Aplicação Pedagógica da Universidade Estadual de Maringá (CAP/UEM), fundado em 1974, localiza-se no Campus da universidade e, inicialmente, funcionava em um dos blocos existentes do campus, sendo que, somente em 1995 foi concluída a obra do atual edifício do CAP, um projeto que fazia parte do programa nacional dos Centros de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente – CAIC. O CAIC é um desdobramento do CIAC - Centros Integrados de Atendimento à Criança e ao Adolescente, programa criado em 1990, no governo de Fernando Collor de Melo que tinha como principal característica a construção de

cinco mil escolas de tempo integral as quais previam atendimento em creches, pré-escola e ensino de 1º grau; saúde e cuidados básicos; convivência comunitária e desportiva (FREITAS E GALTER, 2007).

Para atender tal demanda foi necessária a adoção de um sistema construtivo rápido e industrializado para execução das unidades. Assim, o arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé, foi convidado para participar do empreendimento devido ao seu grande conhecimento e experiência prática com sistemas racionalizados de argamassa armada (GUIMARÃES, 2003). Porém, devido às questões políticas, a participação da equipe de Lelé, nessa experiência, limitou-se a execução de dois protótipos e da elaboração dos projetos, posteriormente modificados, descaracterizando a concepção inicial do projeto (LATORRACA, 1999).

Mesmo com a necessidade de rapidez e baixo custo, o arquiteto Lelé lança mão de diversos dispositivos para proporcionar conforto aos usuários do edifício, porque se sabe que os alunos têm uma melhor qualidade no aprendizado quando os espaços estão bem ventilados, iluminados e silenciosos. Uma maneira simples de se obter o conforto térmico e visual é utilizar estratégias passivas, ou seja, estratégias de projeto que não utilizam energia elétrica e proporciona conforto aos usuários, colaborando para maior eficiência energética do edifício.

Este trabalho tem como objetivo caracterizar o comportamento térmico do edifício do CAP/UEM, analisando as soluções projetuais de estratégias passivas que visam promover o conforto térmico no interior dos ambientes e verificar a sensação térmica dos usuários.

2. METODOLOGIA

A metodologia proposta consiste em uma análise projetual, através da leitura do projeto e de literatura especializada que possibilitassem a identificação, caracterização das soluções passivas de conforto e análise de insolação nas fachadas e da potencialidade da ventilação natural devido à arquitetura do edifício. Além disso, ainda foram feitas medições das variáveis ambientais *in loco* concomitantemente com aplicação de questionários aos alunos no período de verão.

As medições aconteceram nos dias 28 e 29 de novembro e 01 de dezembro de 2011, no período das 07h30 às 11h30 e das 13h30 às 17h30. Foram avaliadas quatro salas de aulas e a biblioteca, além de um ponto externo de referência. As salas foram escolhidas de acordo com a orientação de suas fachadas, sendo que duas são orientadas para nordeste e duas para sudoeste (figura 1). As variáveis medidas foram: temperatura do ar, temperatura de globo (para cálculo da temperatura radiante média), umidade relativa e velocidade do vento. Todas essas variáveis foram medidas para que depois pudesse ser calculado o PMV (Predicted Mean Vote), um índice que avalia a sensação térmica dos ocupantes do espaço. Os equipamentos utilizados foram emprestados do Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada da Universidade Estadual de Campinas e do Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Estadual de Maringá. Foram utilizados os *datta loggers* da marca TESTO modelos 175-T2, 175-H1, 177-H1, 445, além do anemômetro TESTO 405-v1.

Foram aplicados questionários referentes a sensação térmica, preferência térmica e roupa utilizada pelos entrevistados. A roupa também contribuiu para o cálculo do isolamento térmico da mesma, necessário para o cálculo do PMV. Os questionários foram aplicados em no início e fim da manhã e da tarde. Para esta etapa foi utilizado como metodologia os índices PMV, que indica a sensação térmica da maioria das pessoas em uma escala gráfica baseada na escala de 7 pontos da ASHRAE 55 (2010). Baseando-se nessa mesma escala, também foi perguntado qual a sensação térmica que as pessoas gostariam de estar sentindo no ambiente.

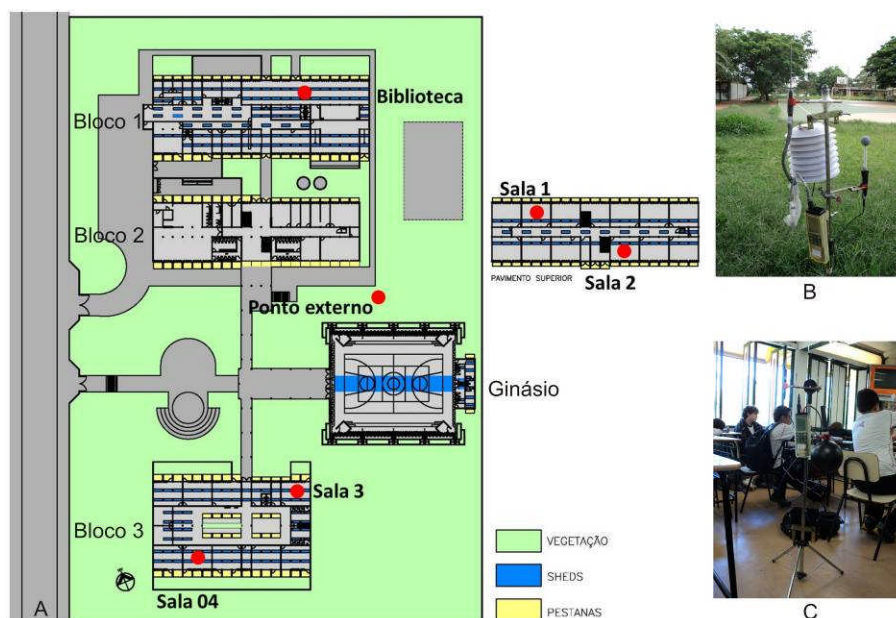


Figura 1 – Estratégias passivas e pontos onde foram realizadas as medições (A); equipamento no ponto externo (B); equipamento na sala de aula (C)

3. ANÁLISE DE RESULTADOS

3.1 Análise projetual

3.1.1 Estratégias passivas

Através das visitas *in loco* e da análise do projeto, identificaram-se algumas estratégias passivas, como o uso de vegetação no entorno (fig. 2B), aproveitamento da iluminação natural com diversos dispositivos para proteção da radiação solar direta e a correta implantação para aproveitamento da ventilação natural cruzada. Toda a edificação conta com sheds, que proporcionam iluminação e ventilação pela cobertura (fig. 2C); e as pestanas, brises horizontais nas janelas. Além disso, o próprio desenho da esquadria das janelas funciona como um brise vertical móvel (fig. 2D).



Figura 2 – Vista geral do conjunto (A); vegetação (B); sheds (C); esquadria (D)

3.1.2 Estudos de insolação

Para os estudos de insolação, foi utilizada a carta solar com a latitude de 24° , mais próxima à latitude de Maringá, que é de $-23,42^\circ$. Foram analisadas as fachadas que possuem aberturas laterais, que é a Nordeste (azimute= $21,6^\circ$), Sudoeste (azimute= $201,6^\circ$) e Noroeste (azimute= $291,6^\circ$). No projeto original existiam aberturas apenas nas fachadas nordeste e sudoeste, porém, há três salas que possuem aberturas na fachada noroeste, feitas em reformas posteriores, e não contam com nenhum tipo de proteção. Na tabela 1, podem-se observar os

períodos que o sol incide nas fachadas sem considerar as pestanas. Nota-se que a fachada nordeste receberia sol da manhã no verão, até às 15 horas nos equinócios, até às 17h15 no inverno. Já a fachada oposta, a sudoeste, receberia o sol da tarde toda no verão, nos equinócios somente depois das 15 horas e no inverno não receberia sol. Já a fachada noroeste, receberá, de fato, sol durante o ano todo, a partir do meio dia no verão, das 11h30 nos equinócios e das 10h45 no inverno, pois essa fachada não possui proteção.

Tabela 1 – Período de insolação das fachadas (sem considerar as proteções horizontais)

Fachada	Solstício de verão	Equinócios	Solstício de inverno
Nordeste (21,6°)	6h00 até as 12h00	6h00 até as 15h00	06h45 até as 17h15
Sudoeste (201,6°)	12h00 até as 18h30	15h00 até as 18h00	----
Noroeste (291,6°)	12h00 até as 18h30	11h30 até as 18h00	10h45 até as 17h15

Existem ainda, dois tipos de pestanas com larguras diferentes, isso porque o peitoril também varia. Quando o peitoril tem 0,45m, a pestana tem 1,80m de largura; já quando o peitoril tem 0,85m, a pestana tem 1,15m de largura. Na tabela 2, tem-se o período de insolação nas fachadas nordeste e sudoeste com as pestanas maiores e o peitoril mais baixo. Comparando a tabela 2 com a tabela 1, percebe-se que se não fosse protegida, as fachadas receberiam sol durante um período muito maior, o que demonstra a eficácia desse tipo de proteção.

Tabela 2 – Período de insolação das fachadas com pestanas de larg.: 1.80m e peitoril: 0.45m

Fachada	Solstício de verão	Equinócios	Solstício de inverno
Nordeste (21,6°)	----	6h00 até as 8h20	06h45 até as 12h00
Sudoeste (201,6°)	16h25 até as 18h30	16h50 até as 18h00	----

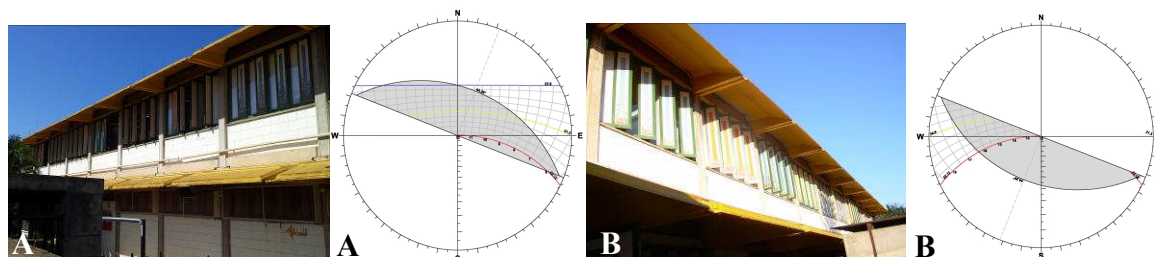


Figura 3 – Fachada nordeste (A), sudoeste (B) e respectivas máscaras de sombra

Na tabela 3, tem-se o período de insolação com as pestanas menores e o peitoril mais alto. A eficiência dessa fachada é muito parecida a das pestanas maiores, com uma diferença de, aproximadamente, 20 minutos a mais de incidência de sol.

Tabela 3 – Período de insolação das fachadas com pestanas de larg.: 1.15m e peitoril: 0.85m

Fachada	Solstício de verão	Equinócios	Solstício de inverno
Nordeste (21,6°)	----	6h00 até as 8h40	06h45 até as 13h15
Sudoeste (201,6°)	16h15 até as 18h30	16h50 até as 18h00	----

3.1.3 Estudos de ventilação

Um estudo feito em Maringá por Galvani et al. (1999), caracteriza a direção nordeste como predominante do vento, assim, pode-se pensar no fenômeno esquematizado na figura 4, onde as fachadas voltadas para nordeste captariam o vento pelas janelas laterais e, por diferença de pressão, esse vento sairia pelos sheds, funcionando como extratores de vento. Já nas fachadas que seriam prejudicadas por não estar na orientação de incidência dos ventos, o ar poderia entrar pelos sheds, que funcionariam como captadores de vento e sairiam pelas janelas laterais. A diferença do peitoril das salas para crianças menores, de 45cm (o bloco 3 originalmente era pré-escola) e maiores, de 85cm (o bloco 2 de ensino fundamental), pode ter

sido uma forma de promover ventilação no nível do corpo dos estudantes. Assim, é evidente a preocupação do arquiteto com o conforto de seus usuários.

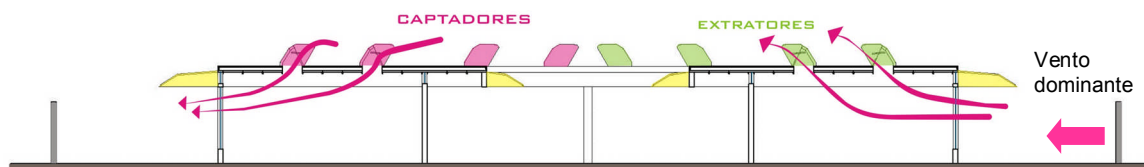


Figura 4 – Corte do bloco 03: possível esquema de ventilação cruzada que se repete nos demais blocos

3.2 Medições *in loco* e sensação térmica dos usuários

Neste trabalho se apresentaram valores médios, pois como os dias foram muito parecidos, a média é representativa do comportamento do clima no período analisado. As temperaturas das salas de aula se mantiveram acima da temperatura externa, sendo que no período da manhã, observou-se um limite de conforto aceitável para todas as salas. Esse limite é o estabelecido pela ASHRAE 55, que considera o ambiente termicamente confortável e aceitável, aquele em que no mínimo 80% das pessoas expressam satisfação com o ambiente analisado. Isso foi refletido no PMV e PPD calculados (figura 6), pois observou-se uma faixa de conforto até as 10h, em que $-0,5 < PMV < +0,5$ e a porcentagem de insatisfeitos (PPD) é menor que 20%. Com temperaturas externas maiores que 30°C no período da tarde, dificilmente se teria conforto sem utilização de sistemas ativos complementares.

Em relação às salas de aula, as salas voltadas para o nordeste (1 e 3) foram as que apresentaram as maiores temperaturas devido à sua implantação. Embora verificou-se, nas análises anteriores, que as janelas estão bem protegidas pelas pestanas, há grande ganho térmico interno, o que leva a acreditar que o calor entra pela cobertura. A cobertura é de placas de argamassa armada com colchão de ar ventilado, porém, na parte externa, devido à falta de manutenção, está preta, o que leva a absorver praticamente toda radiação incidente.

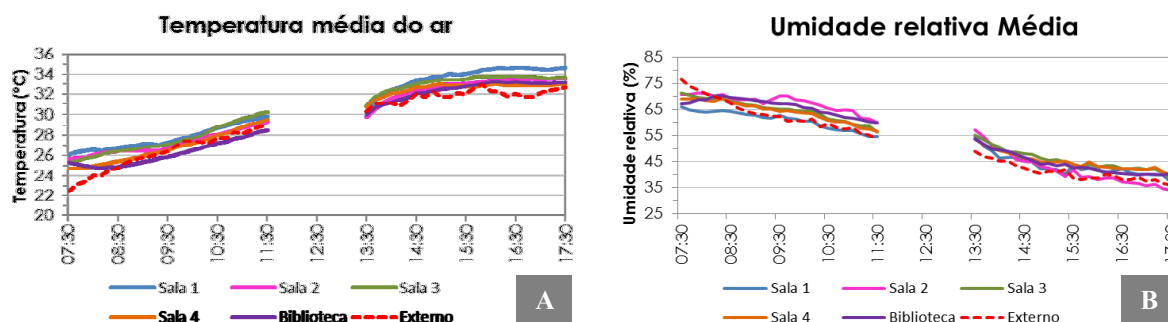


Figura 5 – Gráfico da temperatura média do ar (A) e gráfico da umidade relativa média (B)

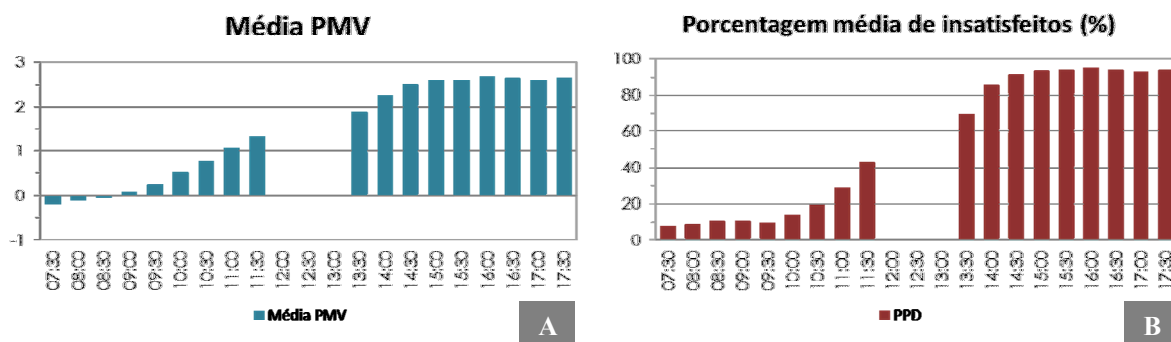


Figura 6 – Gráfico da média do PMV (A) e gráfico da porcentagem média de insatisfeitos - PPD (B)

Analisando as respostas obtidas pelos questionários, percebeu-se que apontaram para o desconforto por calor (figura 7A). No entanto, no período M1, ou seja, no início da manhã, a porcentagem de pessoas em conforto foi maior que no restante do dia, em que predominou o desconforto por calor. Isso se confirmou com a faixa de conforto da temperatura do ar, PMV e PPD até, aproximadamente às 10h30. Com relação à preferência térmica, a maioria respondeu que preferiria um ambiente mais frio (votos em -3 a -1), como pode ser visto na figura 7B. Novamente, no início da manhã (M1) houve maior preferência para que o ambiente não se alterasse, ou seja, estavam em conforto.

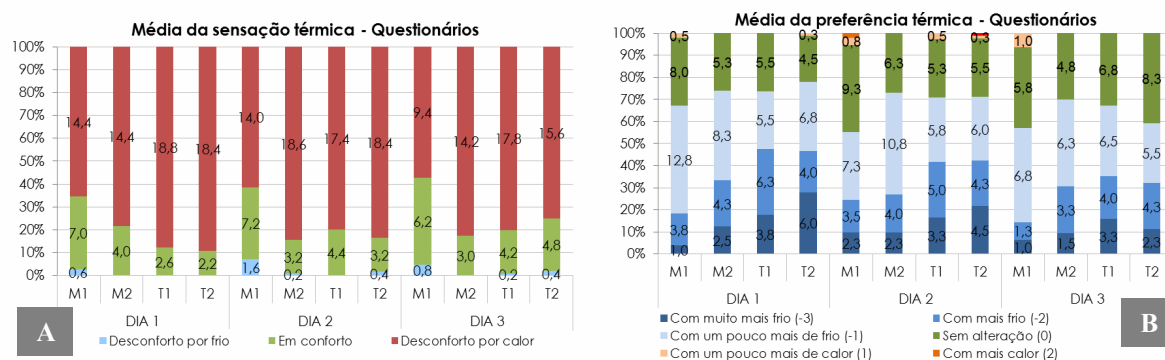


Figura 7 – Média da sensação térmica – Questionários (A) e Média da preferência térmica - Questionários (B)

4. CONCLUSÃO

As análises das soluções projetuais mostraram que o edifício foi bem concebido para permitir ventilação natural cruzada, protege bem suas fachadas, prevê um colchão de ar ventilado na sua cobertura, demonstrando o cuidado do arquiteto com o conforto ambiental. Porém, as medições *in loco* indicaram grande ganho térmico interno, observado por meio das altas temperaturas das salas de aula, maiores do que a externa e a insatisfação dos usuários em praticamente todo o tempo. Esse alto grau de desconforto pode ser explicado pela falta de manutenção, que acarretou o escurecimento da superfície externa da cobertura, absorvendo grande quantidade de calor, prejudicando as condições de conforto no interior e, consequentemente, o processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, **ASHRAE 55**: Thermal Environmental Conditions for Human occupancy. Atlanta, 2010.
- FREITAS, C. R.; GALTER, M. I. Reflexões sobre a educação em tempo integral no decorrer do século. **Educere et Educare**, v. 2, n.3, p. 123-138, 2007.
- GALVANI et al. **Caracterização da direção predominante do vento em Maringá – PR**. In Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.7, n.1, 1999, Santa Maria – RS, 1999.
- GUIMARÃES, A. G. **João Filgueiras Lima: O último dos modernistas**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.
- LATORRACA, G. (Org). **João Filgueiras Lima, Lelé**. São Paulo: Instituto Lina BO e P.M. Bardi, 1999.

AGRADECIMENTOS

À agência CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.