XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

INFLUÊNCIA DA CONFIGURAÇÃO DA FACHADA NO CONFORTO TÉRMICO DO USUÁRIO: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SALAS ADMINISTRATIVAS EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS

Elisabeti Barbosa (1); Larissa Grego (2); Letícia Tomé (3); Adriana Petito de Almeida Silva Castro (4); Lucila Chebel Labaki (5)

(1) Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura Tecnologia e Cidade-ATC. UNICAMP, e-mail: elisabeti.barbosa@gmail.com

(2) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, larissasgrego@gmail.com, UNICAMP

(3) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, letomerosa@gmail.com, UNICAMP

(4) Pós-Doutoranda, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Arquitetura e Construção, Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada, Cx. Postal 6143, Campinas/SP, CEP 13083-889, Tel 3521-2064, dripasc@gmail.com

(5) Professora Titular, Professora do Departamento de Arquitetura e Construção. lucila@fec.unicamp.br, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Arquitetura e Construção, Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada, Cx. Postal 6143, Campinas/SP, CEP 13083-889, Tel 3521-2064

RESUMO

O presente artigo investiga os resultados de uma avaliação do conforto térmico e a interferência da configuração de fachada em duas salas administrativas da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM), Universidade Estadual de Campinas. O recorte é feito a partir da tipologia construtiva analisada que se replica no *campus* universitário sem nenhuma reflexão sobre uso e implantação; adaptando-se de acordo com as necessidades pré-existentes. Duas salas foram escolhidas de forma comparativa com as análises de conforto que foram levantadas da edificação. As salas administrativas escolhidas possuem orientações solares opostas, estão localizadas no mesmo pavimento e anexo da edificação. Como método, foram realizadas análises do desenho dos brises existentes, avaliações da incidência solar nas fachadas selecionadas, empregando simulações computacionais e medições in loco. Foram aplicados questionários a fim de investigar as sensações e preferências térmicas de seus ocupantes, além da coleta de informações sobre a envoltória e os dados climáticos fornecidos pelo Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura (CEPAGRI). Os dados levantados foram organizados, tabulados e analisados sob critérios quantitativos e qualitativos. Como parte do processo de análise quantitativa, os dados foram comparados preconizado na norma NBR 15220-2 (2008). Para a determinação da sensação térmica dos usuários, foram utilizados os índices VME - Voto Médio Estimado e PEI - Porcentagem Estimada de Insatisfeitos. As conclusões mostraram a ineficiência da configuração da fachada como articulador de melhoria do conforto e do desempenho térmico dos ambientes analisados. Detectam-se situações de desconforto dos usuários que podem ser remediadas ou alteradas, harmonizando os parâmetros ambientais às necessidades do trabalhador, proporcionando assim, além da satisfação, um melhor desempenho.

Palavras-chave: Desempenho térmico. Insolação. Edificações públicas. Ambientes Administrators.

ABSTRACT

This article investigates the results of a thermal comfort investigation and how the facade configuration impacts on two administrative rooms in the Mechanical Engineering School of State University of Campinas. An analytic view has been created by the repetition of a constructive typology that is replicated in the University campus without any reflection about its implantation and use; adapting according to the pre-existing need. The two rooms were chosen in a comparative manner with the comfort analysis that were drawn from the building. The chosen administrative rooms have opposite solar orientations, are located in the same floor and annex of the building. As a method, analysis of the existing breezes, solar incidence

evaluations in the selected facades, using computational simulations and in loco measurements were performed. Thermal comfort questionnaires were applied in order to investigate the sensations and thermal preferences of its occupants, in addition to a data collection from the built environment around and climate data provided by CEPAGRI - Center for Education and Research in Agriculture. The collected data were organized, tabulated and analyzed under quantitative and qualitative criteria. As part of the quantitative analysis process, the data collected were compared to the standard situations. For the determination of the thermal sensation experienced by the occupants, PMV- Predicted Mean Vote and PPD - Predicted Percentage of Dissatisfied indexes were used. The conclusions showed the inefficiency of the configuration of the facade as articulator of acceptable thermal environmental conditions performance analyzed. Discomfort situations for the occupants can be detected and can be prevented or altered, harmonizing the environmental parameters with the needs of the worker, thus providing, in addition to satisfaction, a better performance.
Keywords: Thermal performance. Insolation. Public buildings. Administrative Environments.

1. INTRODUÇÃO

Evidências empíricas e teóricas indicam que as tecnologias e procedimentos existentes podem melhorar os ambientes internos e aumentar a saúde e a produtividade (FISK, 2000). A termorregulação do ser humano age em resposta ao esforço muscular juntamente com a carga térmica do ambiente em que se está inserido. As sensações de desconforto podem variar desde um leve grau de incômodo até níveis insuportáveis (SILVA, 2001). Pensar no desenvolvimento do projeto desses espaços são também questões intimamente relacionadas com o consumo de energia do edifício. Considerando o alto gasto energético em serviços de aquecimento, ventilação e ar condicionado é essencial avaliar criticamente as condições térmicas dos ocupantes do edifício (LOU *et al*, 2016).

Um dos fatores principais que influenciam diretamente o conforto térmico do usuário é a envoltória da edificação. Esse elemento construtivo é responsável pelas trocas térmicas com o entorno e pela admissão da luz natural, fatores essenciais para o estudo do desempenho energético da edificação e para o alcance do balanço térmico. Bader (2010) afirma que a radiação solar superaquece os ambientes diretamente afetados e avalia que as estruturas de sombreamento têm a capacidade de promover a redução de no mínimo 32% de incidência direta da radiação solar.

A escolha do estudo dessas condições em edificações públicas surge a partir da constatação de que as construções na Universidade Estadual de Campinas são antigas. Mais de 50% das edificações destinadas a ensino e pesquisa possuem acima de 30 anos de construção. Dessa forma, fica evidente a necessidade de modernização do campus para atender às atuais demandas termoenergéticas (FERNANDES, 2015).

Em atenção a esses fatos, se objetiva com este artigo a caracterização do comportamento térmico de ambientes internos construídos e da influência das envoltórias na avaliação do conforto do usuário, através da observação de características da envoltória como área de janela, tipo de vidro, existência e dimensões de proteções solares, forma e método construtivo e das avaliações do comportamento dos usuários. Essa avaliação do usuário é feita por meio dos parâmetros existentes na norma ISO 7730 (2005) que utiliza os critérios do PMV para inferir a adequação ou não das condições térmicas do ambiente.

Considerando a importância das edificações no consumo energético, assim como a participação ativa dos elementos da envoltória em determinar a sensação de conforto dos usuários é importante indicar as implicações geradas pelas decisões de projeto e especificação de materiais relativos às configurações de fachadas.

Esta pesquisa faz parte de um amplo projeto denominado “Campus Sustentável”, uma parceria entre Unicamp e CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz, que engloba vários subprojetos, inclusive a Etiquetagem de Edifícios (Subprojeto 7), de diferentes tipologias. Aqui se apresenta uma das primeiras abordagens dos dados levantados. A leitura ocorre em diversos prédios de diferentes usos, como por exemplo, da área da saúde, alimentação, salas de aulas, salas administrativas, escritórios de professores, salas de alunos de graduação e pós-graduação e áreas de estudo como bibliotecas. Dentro dessa diversificação de funcionalidades, ambientes representativos destes edifícios são analisados para facilitar a leitura global, sendo assim, ao final desse processo espera-se uma resposta quantitativa de dados e qualitativa de análises.

2. OBJETIVO

Este artigo tem a finalidade de analisar qualitativamente a influência das configurações das fachadas no desempenho térmico de ambientes internos, de acordo com dados de insolação, materialidade, variáveis ambientais e pessoais.

3. MÉTODO

Com base nos preceitos de pesquisa experimental, foram analisados dois ambientes administrativos da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM), aliados à análise da configuração da fachada, com o objetivo de investigar o desempenho dos elementos já construídos como ferramentas de controle solar.

Primeiramente, foram escolhidos os ambientes para posicionamento dos equipamentos de medição das variáveis ambientais e aplicação dos questionários para coleta dos dados pessoais. De posse desta informação, foram selecionados dias consecutivos e horários representativos com temperaturas entre 29ºC e 33ºC para compor o estudo.

A partir do levantamento dessas averiguações, foram instalados os equipamentos e coletadas as seguintes variáveis ambientais: temperatura do ar, temperatura de globo, velocidade do ar e umidade relativa. Simultaneamente à coleta dos dados ambientais foram aplicados questionários sobre a preferência e sensação térmica dos usuários, que ocorreram nos dias 13 e 14 de novembro de 2018, nos horários das 9h00, 11h30, 14h00 e 16h30 horas. Os questionários foram respondidos pelos usuários juntamente com um termo de consentimento livre e esclarecido. Cabe destacar que o projeto foi submetido ao Comitê de Ética da Unicamp, com a emissão do CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética), e a aprovação do processo em junho de 2018. Os dados climáticos da temperatura externa foram gentilmente compartilhados pelo Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura - CEPAGRI. A fim de estabelecer uma relação de causa e efeito, foram calculados os dados de PMV utilizando o programa Conforto 2.03 (RUAS, 2002) para uma comparação dos dados reais dos usuários dos ambientes com as temperaturas externas.

Com o propósito de compreender as informações sobre a insolação do edifício, utilizou-se o *software* SOL-AR para fazer as análises das máscaras de sombra reproduzidas pela volumetria. Na intenção de auxiliar os estudos, foi executada uma maquete volumétrica do objeto de estudo com o prédio do entorno com finalidade de avaliar a sua influência, com o auxílio do *plugin Ladybug,* componente do *software* Grasshopper.

3.1. Caracterização do local

A pesquisa foi realizada no Campus da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, localizada na cidade de Campinas, no distrito de Barão Geraldo. O clima da cidade é o tropical de altitude, com predominância de temperaturas mais elevadas no verão e inverno seco. A temperatura média máxima registrada no verão é de aproximadamente 33ºC e no inverno variam entre a mínima de 6,9°C e máxima de 29,5 (CEPAGRI, 2019). Segundo Chvatal, Labaki e Kowaltowski (1999) na cidade há a predominância do período de calor no decorrer do ano, uma vez que é um período mais quente e mais longo que o inverno.

3.2. Os Prédios da FEM

O conjunto de edificações da Faculdade de Engenharia Mecânica possui, ao todo, 18.913,894m² e suas maiores fachadas longitudinais são orientadas a nordeste e sudoeste enquanto que as maiores fachadas transversais são cegas. Sua tipologia construtiva deriva de um projeto base implantado por todo o campus; recebendo algumas alterações de acordo com o uso destinado.

A estrutura da edificação é de bloco de concreto estrutural. O revestimento da envoltória é composto por partes pintadas com tinta tipo PVA (Poliacetato de Vinila) e outras com bloco cerâmico. As divisões internas das salas são feitas com divisórias tipo 'Duratex' e dos laboratórios tipo *wall amianto*. Os dados de materialidade foram obtidos a partir de entrevista com o gestor responsável pela edificação.

A Figura 1 mostra a imagem aérea da FEM, com destaque para o bloco de estudo. A Figura 2 ilustra a localização dos ambientes estudados no recorte do prédio (espaço de transição entre o bloco H e o bloco I - HI2) dentro do complexo.



Figura 1 - Imagem aérea da FEM adaptada de Google Maps (2019)

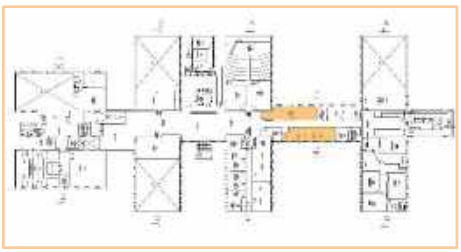


Figura 2 - Localização das salas analisadas adaptada do acervo da UNICAMP (2018)

3.3. Os Ambientes Analisados

Dentro do complexo foram selecionadas as salas administrativas de finanças e a secretaria de extensão, localizadas no segundo andar do espaço de transição entre o bloco H e o bloco I - HI2. A escolha dos ambientes deve-se aos longos períodos em que são usadas durante o dia, por serem locais administrativos e por suas características de insolação.

A sala de finanças possui 39,84m² e a secretaria de extensão 31,22m². Dispõem a mesma orientação que a maioria das salas do complexo, se tornando um caso representativo para o conjunto. A fachada com aberturas da sala de finanças está direcionada para sudoeste e a da secretaria de extensão para nordeste.

3.4. Equipamentos de Medição

Para a coleta das variáveis ambientais recomenda-se o uso da norma ISO 7726 (1998), que especifica o método e as características dos equipamentos. Segundo esta norma, os equipamentos devem permanecer a 1,10 cm do piso para pessoas sentadas. Entretanto, neste caso em que os usuários se encontravam sentados, os equipamentos foram fixados e padronizados a 1,15 cm acima do assoalho, pois no momento de alocar os equipamentos, devido a configuração espacial das salas, houve a necessidade de elevar 5 cm na altura em alguns pontos. Como forma de garantir a coleta dos dados de forma uniforme, optou-se por utilizar os equipamentos um pouco mais alto.

Nesta etapa, foram avaliados os dados ambientais, utilizando-se 3 conjuntos de medidores, com os seguintes equipamentos: termo higrômetros digitais da marca Testo, modelo 175-H1; Termômetro digital da marca Testo, modelo 175-T2 e anemômetro digital da marca Testo, modelo 405V. A Figura 3 indica a localização exata das instalações dos aparelhos para coleta dos dados dentro dos ambientes. A Figura 4 mostra os equipamentos instalados nas salas avaliadas.



Figura 3- Desenhos no formato DWG, com a posição dos pontos de medição nas salas de finanças e da secretaria de extensão. (Fonte: acervo pessoal)

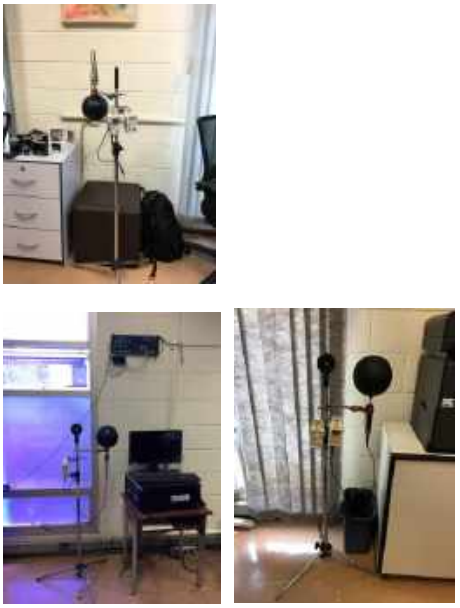


Figura 4- Sequência de fotos que destacam os equipamentos instalados nas salas, respectivamente P1 da secretaria de extensão e P1 e P2 da sala de Finanças. (Fonte: acervo pessoal)

Segundo Lamberts (2008) os equipamentos podem ser influenciados pela presença de radiação de onda longa, podendo apresentar um erro médio de 0,4ºC de diferença nos resultados registrados no sensor. Isso ocorre devido a presença dos medidores em proximidade principalmente às janelas e as paredes. No caso estudado, os equipamentos foram fixados neste local devido a configuração de *layout* da sala, pela proximidade à mesa de trabalho dos usuários e representar a realidade de uso dos ambientes.

3.5. Máscaras de sombra

Com o intuito de evidenciar as relações entre a proteção solar existente, os dados ambientais levantados na etapa anterior e as análises de conforto foi utilizado o *software* SOL-AR. Essa análise possibilita a visualização da quantidade de horas em que a edificação recebe a insolação direta nas fachadas das salas escolhidas através da carta solar gerada pelo *software*.

3.6. Incidência solar na fachada

Para complementar as análises de máscaras de sombra foi utilizado nesta etapa o *plugin Ladybug* no *software Grasshopper* para a análise da trajetória solar, incidência de insolação nas fachadas da edificação e a relação com as possíveis barreiras solares do entorno. Os dados climáticos para a avaliação no *software* foram extraídos do site do *Energyplus*.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Para uma melhor leitura dos resultados a avaliação foi dividida em três etapas: configuração da fachada, dados ambientais e o conforto térmico dos usuários. Para a primeira parte foram analisadas a trajetória solar, a identificação das barreiras solares, a composição geométrica e material da fachada e também seus índices de transmitância. Em seguida, são analisadas as variáveis ambientais de temperatura, velocidade e umidade relativa do ar dos ambientes avaliados juntamente com a temperatura externa do ar. Por fim, foi determinada a avaliação térmica dos ambientes por meio do método VME ou PMV; somadas a essa avaliação foram feitas observações do comportamento do usuário.

4.1 Configuração da fachada

A partir da modelagem das volumetrias e do terreno, aliada ao estudo da trajetória solar, foi possível observar que a edificação próxima do entorno imediato não se configura como uma barreira solar na fachada sudoeste, onde está localizada a sala de finanças, do edifício analisado. Na Figura 5, pode-se observar a insolação incidente na edificação analisada. A edificação à direita no desenho corresponde ao edifício analisado sendo o prédio à esquerda o edifício do entorno.

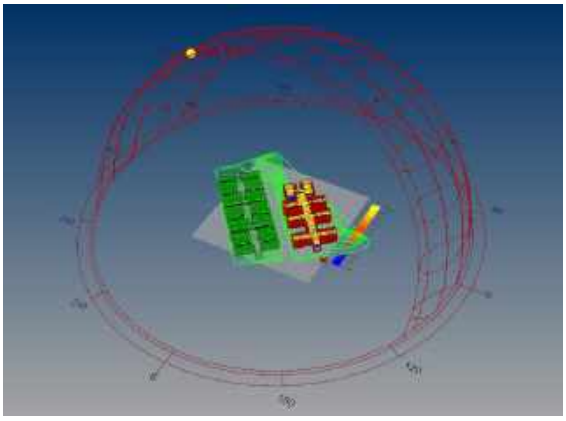


Figura 5- Visualização da trajetória solar e da insolação incidente na edificação.
(Fonte: gerado pelo *software Rhinoceros* com o *plugin Ladybug*)

Como pode ser observado nas figuras 6 e 7, há os desenhos técnicos com as dimensões das proteções verticais e horizontais. A mesma proteção solar é usada nas duas fachadas analisadas. Foi feito o estudo dessa proteção por meio de cartas solares para as orientações sudoeste e nordeste (Figuras 9 e 10). Pode-se inferir que a forma dos brises existentes oferecem proteção solar nos horários das 11h da manhã às 12h30 na fachada nordeste e na fachada sudoeste durante o período das 12h às 13h. Isso comprova que a atual configuração dos brises verticais é incipiente para a quantidade de insolação que ambas as fachadas recebem. A carta demonstra que os brises externos têm um baixo de controle de ganho térmico e controle de luz solar que entram na edificação.

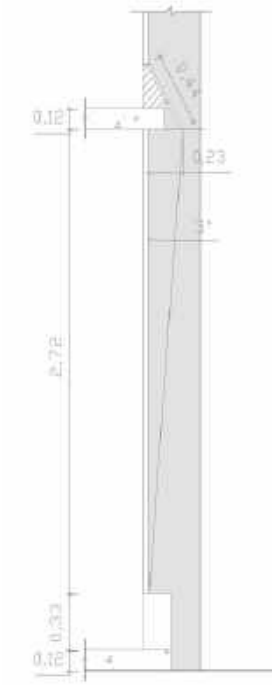


Figura 6 - Corte esquemático em dwg com destaque das dimensões do brise horizontal da FEM e seus ângulos (Fonte: Autoria própria)



Figura 7 - Planta esquemática em dwg com destaque para configuração do brise vertical da FEM e suas dimensões (Fonte: Autoria própria)

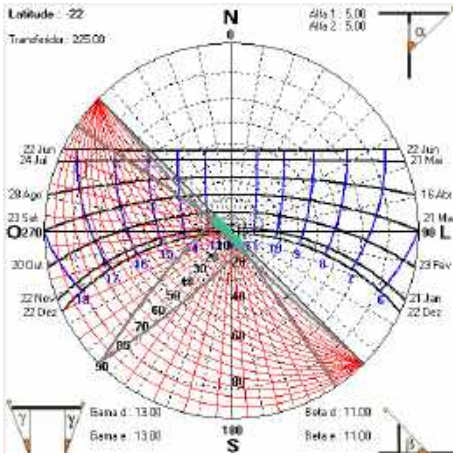


Figura 8 - Carta solar para a orientação sudoeste com máscara de sombreamento para a sala de finanças (Fonte: Gerado pelo *software* Sol-ar)

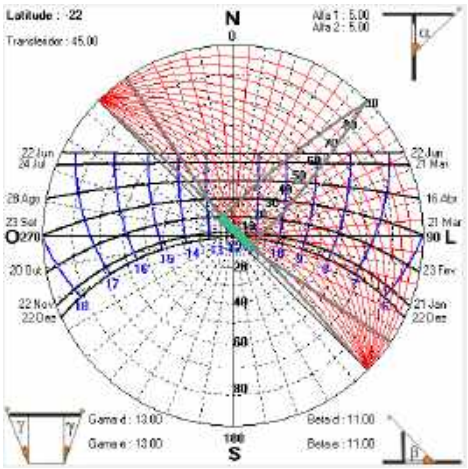


Figura 9 - Carta solar para a orientação nordeste com máscara de sombreamento para a secretaria de extensão (Fonte: Gerado pelo *software* Sol-ar)

Nas figuras 11 e 12 destacam-se a localização das salas de extensão e de finanças, respectivamente, na envoltória do edifício. Percebe-se a interferência da vegetação do entorno na secretaria de extensão (Figura 11) que bloqueia o sol da manhã. Em frente a sala de finanças (Figura 12) se nota que não existe interferência da vegetação sobre as aberturas selecionadas.



Figura 11- Destaque da localização da secretaria de extensão em relação à fachada do edifício. (Fonte: acervo pessoal)

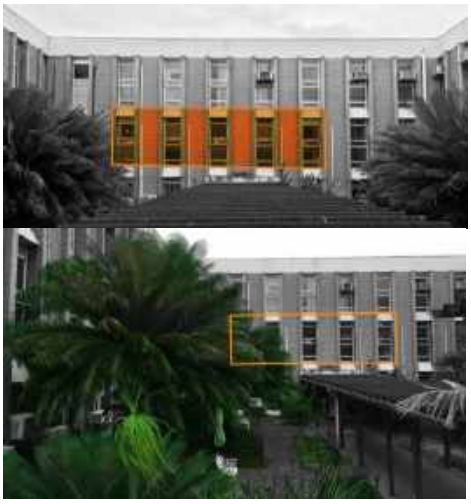


Figura 12 - Destaque da localização da sala de finanças em relação à fachada do edifício. (Fonte: acervo pessoal)

Foram levantadas as áreas superficiais da envoltória de acordo com o tipo de materialidade. A sala de finanças possui 22m² de bloco de concreto, 17,6 m² de bloco de concreto com revestimento cerâmico e 40,5m² de área envidraçada, 3,15m² das áreas envidraçadas sendo estas de modelo de janelas maxim-ar. Já a secretaria de extensão apresenta 17,46m² de bloco de concreto, 14,64m² de bloco de concreto com revestimento cerâmico e 8,10m² de área envidraçada, 1,89m² de área de abertura com o modelo maxim-ar de janelas. Os valores de transmitância térmica dos materiais foram comparados com os dados preconizados pela NBR 15220, que determina que, para a zona bioclimática 3, as paredes externas devem ser leves refletoras, isto é, o valor de transmitância térmica deve ser no máximo 3,6 W/m^{2}K. Assim, as propriedades térmicas das paredes analisadas, com os valores de 2,87 W/m²K para o bloco de concreto e 2,48 W/m²K para o bloco de concreto com revestimento cerâmico, estão de acordo com o preconizado pela norma.

4.2 Variáveis ambientais

As Figuras 13 e 14 ilustram o comportamento das variáveis ambientais, nos dois pontos da sala de finanças e do único ponto da sala de extensão.

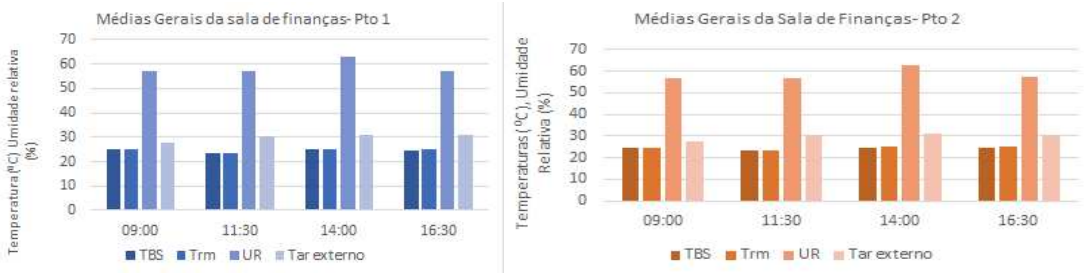


Figura 13- Dados coletados da sala de finanças. Sendo eles de temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura radiante média (TRM), Umidade relativa (UR), temperatura do ambiente externo (Tar). (Fonte: autoria própria)

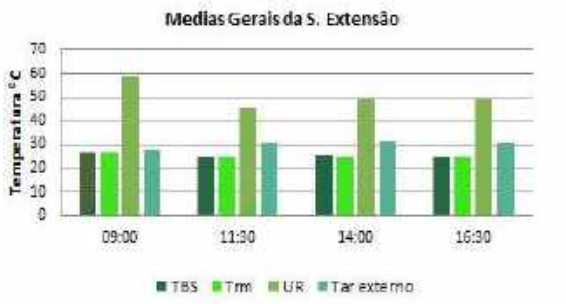


Figura 14- Dados coletados da secretaria de extensão. Sendo eles de temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura radiante média (TRM), Umidade relativa (UR), temperatura do ambiente externo (Tar). (Fonte: autoria própria)

Pode-se observar que as temperaturas do ar externo estiveram, em grande parte dos horários, com valores superiores às temperaturas internas, salientando o uso de condicionamento artificial praticamente durante o dia todo. Apenas no horário das 9h00 às temperaturas externas estavam mais próximas às internas, pois, nesse momento o ar condicionado havia sido ligado há apenas alguns minutos. Além disso, as temperaturas radiantes médias ficaram próximas às temperaturas internas, demonstrando que não existem grandes fontes radiantes.

Em complementação ao parecer de conforto, dados sobre a radiação incidente na fachada foram coletados, sendo no dia 13 de novembro de 2018 o valor de 181,9 kW/m2 e no dia 14, 103,8 kW/m2. Comparando as informações da média de radiação incidente, obtidos pelo CEPAGRI, com os dados de transmitância dos materiais, foi percebido que o fluxo de calor que incide no ambiente é elevado; segundo (Lamberts, 2013), pois nos horários medidos a temperatura do ambiente externo (Tar) é maior que a temperatura de bulbo seco (TBS), logo, essa diferença de temperatura promove o ingresso do calor para dentro do edifício.

4.3 Conforto Térmico

O equilíbrio térmico é uma adaptação do corpo humano para a manutenção da própria sobrevivência ao meio ambiente (SANTOS, 2018). Consoante a ASHRAE Standard 55 (2017), o conforto térmico é determinado como a condição de contentamento térmico em relação ao ambiente e que pode ser aferido por uma avaliação subjetiva. Logo, foram levantadas informações de análise de sensibilidade relevantes sobre o ponto de vista da sensação do usuário e de suas preferências térmicas, que evidenciam o desconforto relacionado ao calor. As análises mensuram as variações de temperatura dos diferentes ambientes, tanto com medições de temperatura interna quanto com medições da temperatura externa. Assim, infere-se que as temperaturas das superfícies da envoltória influenciam nas condições ambientais internas da edificação, e no conforto térmico dos ocupantes (SILVA, 2010).

Os resultados da avaliação de conforto térmico (VME) podem ser analisados na Figura 16, e apresentam a leitura de 16 questionários de duas pessoas presentes na secretaria de extensão e na Figura 15, 32 questionários de quatro pessoas presentes na sala de finanças. Percebe-se que nos dois ambientes há a existência de sensação de desconforto para o calor, e a porcentagem estimada de insatisfeitos chega a quase 25% na sala de finanças e a 27% na sala de extensão. A ASHRAE 55 (2017) estabelece que um ambiente pode ser considerável confortável quando se tem até 20% de insatisfeitos. Dessa forma, as duas salas analisadas podem ser consideradas desconfortáveis termicamente.

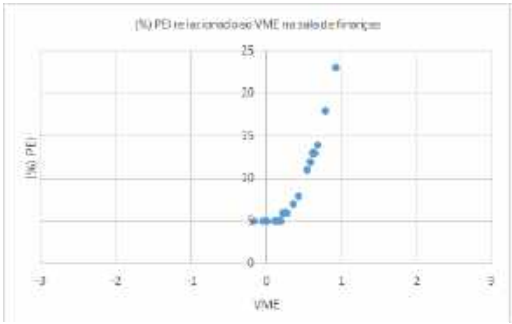


Figura 15- Análise das condições térmicas preferidas pela maioria das pessoas (VME) da sala de finanças
(Fonte: autoria própria)

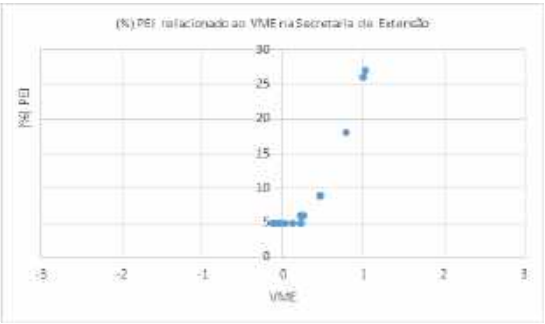


Figura 16- Análises das condições térmicas preferidas pela maioria das pessoas (VME) da secretaria de extensão
(Fonte: autoria própria)

Em relação a confiabilidade dos resultados, foi considerada a distribuição normal e calculado o intervalo de confiança para os ambientes analisados. Na sala de extensão, o intervalo de confiança da média de VME e PEI foi de 95%, enquanto que a sala de finanças apresentou o VME com distribuição mais homogênea, ou seja, apresentou uma menor dispersão quanto aos limites do intervalo de confiança (tabela 01).

Tabela 01- Intervalo de confiabilidade

Sala de Finanças	VME	PEI	Sala de Extensão	VME	PEI
Média	0,35	8,82	Média	0,32	9,85
Desvio Padrão	0,28	4,86	Desvio Padrão	0,38	7,9
Intervalo de confiança	1,31	7,84	Intervalo de confiança	1,00	6,9
Limite inferior da média	0,24	6,79	Limite inferior da média	-0,69	2,95
Limite superior da média	0,47	10,85	Limite superior da média	1,07	4,95

4.4 Discussão dos Resultados

De acordo com os as análises realizadas, entende-se que a configuração da fachada interfere diretamente na condição de conforto do usuário. As possíveis barreiras solares do entorno próximo não se configuram como interferência direta e efetiva nas duas orientações estudadas. Os principais de interferência no conforto são a materialidade e o desenho dos brises. A análise das máscaras de sombra evidencia que o brise existente não protege efetivamente os usuários da exposição à radiação solar direta. Como uma tentativa de solução a esse problema, parte da fachada possui sombreamento por meio de venezianas retráteis internas e colocação de *insulfilm* em alguns vidros nas duas fachadas analisadas.

Em relação às porcentagens dos insatisfeitos foi identificado na sala de finanças, direcionada a sudoeste, um índice de 25%. Na secretaria de extensão, a nordeste, obteve-se o percentual de 27%. Analisando os índices em relação a orientações de suas fachadas entende-se que a insolação direta durante período vespertino na fachada sudeste, sendo o período com temperaturas mais elevadas apresentadas nos levantamentos é um dos fatores que comprovam que as altas temperaturas externas são responsáveis pelo aumento do índice de insatisfeitos.

Complementando as avaliações *in loco*, foram considerados alguns hábitos dos usuários em relação ao uso do ar condicionado. Percebeu-se uma interação questionável de deixar o ar condicionado ligado com uma temperatura amena - aproximadamente 18ºC - e ao mesmo tempo a cultura de acondicionar com algumas janelas abertas, para 'equilibrar' a temperatura média do ambiente. O uso de maneira incorreta dos condicionadores de ar, pode ocasionar o desgaste de alguns componentes internos; o alto consumo energético e comprometer a qualidade da refrigeração. Percebe-se assim que a informação e instrução dos usuários é parte fundamental para as boas condições de uso e consequentemente conforto do espaço; mesmo que parte do uso inadequado dos equipamentos de ar condicionado seja devido à dificuldade de acesso aos controles, uma vez que são equipamentos antigos, de janela, e necessitam de acesso manual.

5. CONCLUSÕES

Este artigo teve como objetivo avaliar e comparar os condicionantes térmicos de salas administrativas em um edifício público institucional, de acordo com parâmetros estabelecidos pela Norma ISO 7730 (2005). Através da análise dos dados levantados, aliado às tecnologias computacionais e as medições dos parâmetros ambientais, compreende-se que a composição da envoltória se apresenta como imprescindível para o entendimento de conforto térmico do usuário.

Os resultados mostraram que a configuração atual da fachada se faz ineficiente como articulador de melhorias ao conforto e desempenho térmico dos ambientes. Um melhor desempenho pode ser alcançado através da instrução dos usuários sobre o uso eficiente dos condicionadores de ar e da adoção de estratégia passivas, como por exemplo a ventilação noturna; evidenciada como estratégia viável de resfriamento passivo da edificação em estudo realizado por Fernandes (2015) em um edifício de mesma tipologia construtiva. Dessa forma, seria possível uma maior satisfação dos usuários, uma vez que a porcentagem estimada de insatisfeitos ultrapassou, em alguns momentos, o valor de 20%, recomendado pela ASHRAE 55 (2017).

Por fim, se reitera a importância das decisões projetuais em direção à uma qualidade maior ao conforto do usuário. Análises sobre as condições ambientais das edificações podem preveem erros recorrentes que o arquiteto não observaria. Assim, é essencial o estudo das condições bioclimáticas para o estabelecimento de uma relação mais saudável entre o usuário e o edifício.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **ASHRAE Standard 55-2017:** thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 2017. 58 f.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2:** Desempenho térmico de edificações Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2008.

BADER, S. **High-performance façades for commercial buildings**. Austin, Texas: The University of Texas at Austin - School of Architecture, 2010.

BARBOSA, Miriam Jerônimo; LAMBERTS, Roberto; GUTHS, Saulo. **Uso de barreiras de radiação para minimizar o erro no registro das temperaturas do ar em edificações**. Ambiente Construído, v. 8, n. 4, p. 117-136, 2008.

CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. Clima de Campinas. Disponível em: 03/04/2019 - https://www.cpa.unicamp.br/graficos.

CHVATAL, K. M. S.; LABAKI, L. C.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Caracterização de Climas Compostos e Proposição de Diretrizes para o Projeto Bioclimático:** O Caso de Campinas. In: ENCAC 1999 V Encontro nacional de conforto no

ambiente construído e II Encontro latino Americano de conforto no ambiente construído, Fortaleza, PE. 1999.FANGER, P.O. **Thermal Comfort**. Copenhagen: Danish Technical Press, 1970. 244p.

FERNANDES, L. O. **Procedimento para retrofit do desempenho termoenergético dos edifícios de ensino através da aplicação de estratégias passivas de condicionamento.** 2015. Dissertação (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, SP.

FISK, W; **Health and productivity gains from better indoor environments and their relationship with building energy efficiency.** Annu. Rev. Energy Environ. 25 (2000)

ISO7730: **Ergonomics of the thermal environment–Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria**. Última publicação: 2005.

LAMBERTS, Roberto. **Aula de desempenho térmico de paredes e coberturas**. 2013. 64. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula-Desempenho%20termico%20paredes%20e%20coberturas.pdf.

LUO, M.; CAO, B.; DAMIENS, J.; LIN, B.; ZHU, Y. **The dynamics of thermal comfort expectations: the problem, challenge and implication**. Building and Environment. Amsterdã, v. 95, p. 322-329, 2016.

RUAS, A. C.; **Sistematização da avaliação de conforto térmico em ambientes edificados e sua aplicação num software**. Tese de Doutorado, Campinas, SP. 2002. 182p. Faculdade de Engenharia Civil - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

SANTOS, Juliana Barros dos et al. **Uso do PMV para avaliação do conforto térmico em edifício de escritório tipo plano aberto e sua viabilidade de aplicação em clima quente e úmido**. 2018.

SILVA, L. B; **Análise da relação entre produtividade e conforto térmico: o caso dos digitadores do centro de processamento de dados e cobrança da caixa econômica federal do estado de Pernambuco.** Tese de Doutorado, Florianópolis, SC. 2001. 8p. - Universidade Federal de Santa Catarina.

AGRADECIMENTOS

À CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz do Estado de São Paulo e à ANEEL, pela concessão de bolsas para a pesquisas e apoio ao Projeto “Campus Sustentável”.

Ao CEPAGRI, pelo compartilhamento de informações climáticas.

À Faculdade de Engenharia Mecânica, por permitir a realização das pesquisas em suas dependências.

Ao NIPE, pelo apoio organizacional.

Ao PIBIC/CNPq, pela concessão de bolsa para realização da pesquisa.