



ESTUDO DE INSOLAÇÃO EM EDIFÍCIOS INSTITUCIONAIS: CONFORTO TÉRMICO E SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES DA UNICAMP

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - Unicamp
XXVIII Congresso de Iniciação científica da Unicamp.

Área Temática: Tecnologia de arquitetura e urbanismo; Adequação Ambiental; Materiais e Componentes de Construção.

Órgão de financiamento: CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz

(GREGO, Larissa Silva - 156161)¹
(LABAKI, Lucila Chebel - orientadora)
(BARBOSA, Elisabete de Fátima Teixeira - co-orientadora)

RESUMO

A preocupação com o consumo energético é um ponto nevrálgico para a arquitetura contemporânea. No Brasil, o consumo energético de edificações não-residenciais correspondem a 25,1% da demanda total de eletricidade no país. Os gastos energéticos para regulação da qualidade ambiental feitos por condicionadores de ar representam o maior gasto energético nas edificações, entre 35% a 60%. Mesmo com essas tentativas de ajustes, os usuários muitas vezes não atingem um nível de conforto satisfatório. Esta pesquisa, de caráter tecnológico para desenvolvimento sustentável, tem por objetivo a análise da insolação do restaurante universitário saturnino (RS), edifício pertencente ao campus universitário da Universidade Estadual de Campinas; parâmetro importante para o estudo do conforto térmico de edificações e de sua eficiência energética. Essa análise faz parte de um escopo maior de pesquisa realizada dentro do projeto 'Campus Sustentável'; abrangendo um total de cinco edificações institucionais representativas para a comunidade acadêmica haja vista que mais de 50% das edificações destinadas a ensino e pesquisa possuem 30 anos de construção. Dessa forma, se evidencia a necessidade de modernização do campus a fim de atender às atuais demandas termoenergéticas e promover espaços de qualidade para seus usuários. Após os estudos serão feitas análises e proposições de diretrizes para melhoria das condições ambientais.

PALAVRAS-CHAVES: Insolação, Geometria Solar, Parâmetros de eficiência.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento econômico de países em desenvolvimento há um aumento da demanda energética; assim como com o número de construções (IWARO E MWASHA, 2010). Dessa forma, a busca por uma arquitetura mais eficiente se torna uma prerrogativa importante

para o cenário nacional, onde 50,5% do consumo energético advém de edificações, onde 8,2% correspondem a gastos por instituições públicas (BRASIL, 2019). O conceito de eficiência energética na arquitetura está diretamente relacionado com qualidade ambiental das edificações. Se refere ao potencial em apresentar ao seus usuários soluções para os confortos térmico, acústico e visual com baixo gasto energético (LAMBERTS, 2014).

Os gastos energéticos para regulação da qualidade ambiental feitos por condicionadores de ar representam o maior gasto energético nas edificações, entre 35% a 60% (DA SILVA, L. et al., 2018). E mesmo com essas tentativas de ajustes, os usuários muitas vezes não atingem um nível de conforto satisfatório. Os impactos das condicionantes ambientais no desenvolvimento do aprendizado foram mensurados por Barret, 2013. Nesse estudo o autor conclui que os parâmetros ambientais, tais como luz e qualidade do ar, impactam em até 25% no progresso dos alunos. Tendo em conta que mais de 50% das edificações destinadas a ensino e pesquisa possuem 30 anos de construção, se apresenta a necessidade de modernização do campus a fim de atender às atuais demandas termoenergéticas e promover espaços de qualidade para seus usuários (FERNANDES, 2015).

Entendendo o impacto dos gastos energéticos feito por edificações e a importância do conforto ambiental para a qualidade das atividades, se evidencia a importância da identificação das implicações geradas pelas decisões projetuais nas condições termoenergéticas dos edifícios. Esse projeto tem por objetivo a análise das características de insolação do restaurante universitário saturnino, pertencente ao campus Barão Geraldo da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Parâmetro importante para o estudo do conforto térmico de edificações e de sua eficiência energética. Também foram feitas proposições de diretrizes para melhoria das condições ambientais e energéticas.

Os objetivos específicos são:

- Avaliar se o conjunto de soluções arquitetônicas usadas são necessários para o conforto dos usuários e assim prover um desenvolvimento satisfatório das atividades;
- Aprofundar o conhecimento em metodologias de avaliação de edificações construídas;
- Apresentar dados e diretrizes relevantes para a compreensão e melhoria da qualidade ambiental nas edificações

Para a análise, foram utilizados os levantamentos realizados sobre as características climáticas do local onde se inserem e as cartas solares e como ferramenta de estudo a carta solar, uma representação gráfica das rotas solares aparentes de todos os dias e estações do ano. Para a auxiliar o estudo foram utilizadas ferramentas computacionais como o software SOL-AR; que ao parametrizar as informações nos fornece a carta solar para a latitude estudada e os desenhos das sombras que as estruturas de proteção fazem na edificação de acordo com os ângulos alfa, beta e gama. Esses ângulos são obtidos quando observada a relação entre a estrutura de sombreamento projetada e a janela avaliada.

2. ANÁLISE E COMENTÁRIO DO CONTEÚDO

2.1 Estudo Solar do Restaurante Saturnino

A fim de proporcionar uma melhor compreensão das características de insolação da edificação, foram feitas análises sobre as possíveis estruturas de proteção solar - utilizadas para bloquear a ação da radiação direta na edificação - e os seus impactos. Para identificar a chegada da radiação direta incidente na edificação é necessário avaliar o entorno da edificação e as possíveis barreiras solares presentes. Na fachada leste do restaurante universitário temos o

talude que propicia essa proteção e na fachada norte temos dois volumes arquitetônicos, sendo um deles a caixa d'água, que bloqueiam a incidência de radiação direta. Por isso, as janelas que estão em parte da fachada norte e as janelas na fachada leste não foram avaliadas.

Para entendermos o impacto solar na edificação foi utilizada a carta solar, que têm a função de descrever a trajetória aparente do sol e através dela podemos avaliar a quantidade de dias em que a fachada das edificações fica exposta a incidência da radiação direta. No restaurante universitário, podemos aferir que as fachadas direcionadas a Oeste são as que sofrem mais com a radiação solar.

No caso do RS, tem-se uma fachada envidraçada direcionada ao poente, onde incide a radiação nos horários com temperatura mais elevadas. Foram estudadas separadamente as janelas em relação a proteção horizontal feita pela marquise na fachada oeste. Percebe-se que a marquise funciona como proteção horizontal para a edificação protegendo das 12h até as 16h no verão e no inverno por uma hora que no verão, até às 15h. Dessa forma, foi identificada uma falha da proteção no segundo período de uso, causando um desconforto térmico e lumínico aos usuários. Apesar da análise ser feita de acordo com cada janela, não há uma alteração dos ângulos que impacte de maneira muito diferenciada as avaliações. Em relação ao brise vertical, foi considerada a influência do pilar da edificação e percebemos que tal hipótese não se comprova como influência.

Na fachada norte foi avaliada a influência da marquise como proteção horizontal. Percebe-se que existe a proteção no período da manhã durante o verão e no outono no período da tarde, até as 15h. A porta de vidro, na fachada sul, se diferencia das outras aberturas presentes na fachada por possuir uma marquise maior, que oferece proteção durante a manhã; das 7h as 8h. Entretanto, esse horário não influencia no uso da edificação.

2.2 Estratégias bioclimáticas de intervenção

Como soluções alternativas para a melhoria da edificação analisada, são propostos um conjunto de estratégias bioclimáticas para que se possa obter um melhor conforto térmico para seus usuários. Dentre as inúmeras possibilidades de proteção contra a incidência da radiação solar direta, podemos elencar três tipos de soluções que surgiram através da análise da arquitetura do restaurante universitário. O uso de proteções solares na fachada oeste, como o cobogó, brise e o uso da vegetação, elementos externos de proteção. Existe uma enorme diversidade de formas e dinâmicas que possibilitam uma melhor eficiência para a sua função. No caso analisado, propomos a instalação de uma estrutura fixa de proteção solar. Estes elementos podem ser fixos ou móveis, onde a proteção solar fixa exige um projeto muito mais criterioso em relação às trajetórias solares para garantir sua eficiência. Das opções estudadas propomos a possível inserção de três modalidades de sombreamento, sendo elas: o cobogó, o brise e o sombreamento ocasionado por vegetação.

O cobogó é um elemento vazado, um bloco utilizado para a composição de estruturas de proteção solar, o diferencial dessa técnica é que somada a proteção solar, ela propicia iluminação difusa e ventilação natural. Já os brises são estruturas projetadas especificamente para a proteção da radiação direta nas edificações. Brises bem projetados além do cumprimento de sua função, propiciam conforto lumínico e térmico. Por fim, a última estratégia relacionada ao sombreamento da edificação, se refere a utilização da vegetação para sombreamento das edificações. Através do sombreamento feito por árvores de copas largas, a fachada oeste se beneficia desse sombreamento e tem a diminuição dos seus ganhos térmicos devido a barreira criada pela vegetação.

A análise climática da região de Campinas mostra o predomínio de ventos na direção Sudoeste. A fim de tirar partido dessa vantagem climática, sugere-se que alterações arquitetônicas sejam realizadas favorecendo a ventilação natural como uma estratégia de resfriamento da edificação. A imagem a seguir ilustra a direção dos ventos predominantes. A ventilação cruzada é uma importante estratégia bioclimática passiva que permite o resfriamento interno das edificações, que pode ser realizada com algumas pequenas alterações arquitetônicas da envoltória. Aberturas em diferentes níveis podem gerar um fluxo de ar ascendente retirando o ar mais quente através de lanternins, exaustores eólicos e aberturas zenitais. Assim essa geometria pode oferecer um fluxo de ar que permite que o ar flutue livremente para fora do edifício e o desempenho da saída de ar flua livremente para fora. Dadas essas características, se propõem a troca das peças venezianas removíveis metálicas superiores por telas simples a fim de favorecer a ventilação natural, e assim aos ventos estarem sujeitos à sucção, onde na face voltada para os ventos o meio da cobertura está sujeito a uma menor pressão e conseqüentemente a uma menor sucção.

Outra estratégia considerada foi a ventilação por efeito chaminé, a ventilação que é potencializada com o aumento da distância entre as aberturas inferiores e superiores. Edificações de pé-direito elevado e pavimentos com desníveis são mais favoráveis à ventilação por efeito chaminé. Assim sugere-se a instalação de exaustores de ar, aparelho que ajuda na remoção do ar do ambiente, eles criam uma pressão negativa que suga o ar e o arremessa-o para fora. A eficiência da estratégia bioclimática está diretamente relacionada ao tipo de material que você vai utilizar em sua fachada e cobertura. Com a análise do projeto, verificou-se que o tipo de telhamento utilizado em estrutura metálica de chapa simples, permite uma maior passagem de radiação de calor para dentro do edifício. Portanto, sugere-se uma melhora no desempenho da estrutura a partir da troca do telhamento por uma telha sanduíche. Essa telha utiliza materiais isolantes de baixa condutividade térmica, o que significa que diminui a troca de calor entre o ambiente externo e interno em até 90%. Esse tipo de cobertura é extremamente funcional, e reúne propriedades que isolam a temperatura do ambiente mais confortável termicamente.

Outra sugestão, sem custos adicionais, que pode ser incorporada como uma estratégia de resfriamento, seria a modificação de rotinas de operação do edifício no período da refeição da janta (17:30h-19h). Devido a sua fachada oeste, ter uma alta incidência de raios solares ao longo do dia, recomenda-se que se iniciem as operações de aberturas de janelas e portas em um período de uma hora antes do início de uso do refeitório. Dessa maneira permite-se que o ar interno com calor acumulado seja ejetado do edifício, diminuindo assim a capacidade térmica do volume e diminuindo a sensação térmica interna. Assim recomenda-se que o Campus promova esclarecimentos sobre as vantagens e o funcionamento do sistema.

3. CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS

Com essa pesquisa foi possível aprender a identificar a qualidade ambiental da edificação a fim de entender como a orientação solar pode interferir na qualidade do conforto térmico do usuário. Soma-se ao aprendizado o uso de novas ferramentas de análise, facilitando o entendimento das condições de insolação, e conseqüentemente potencializando a análise. A partir dos diagnósticos foi possível a proposição de estratégias bioclimáticas de retrofit adequadas a edificação, o que possibilitou o aprendizado e aplicação de estratégias adequadas à edificação.

A pesquisa também foi de extrema importância para desenvolvimento profissional científico pessoal.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balço energético nacional 2019: Ano base 2018**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2019. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-494/BEN%202019%20Completo%20WEB.pdf>> . Acesso em: 20 Abr. 2020.

BARRET, P.; ZHANG, Y.; MOFFAT, J. KOBACZY, K. **A holistic, multi-level analysis identifying the impact of classroom design on pupils' learning**. *Building Environment*, v.59, p. 678-689, 2013.

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.

IWARO, J.; MWASHA, A. **A review of building energy regulation and policy for energy conservation in developing countries**. *Energy Policy*, v. 38, n. 12, p. 7744-7755, 2010.

LAMBERTS R.; DUTRA L.; PEREIRA F. O. R., **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3º ed. São Paulo: Editora ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

LOPES, F.S.D. **Simulação de consumo energético e conforto térmico para edifício de escritórios em Teresina/PI com o uso de estratégias bioclimáticas passivas**. 2016. 134 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

DA SILVA, Luiz CP et al. **Sustainable Campus Model at the University of Campinas—Brazil: An Integrated Living Lab for Renewable Generation, Electric Mobility, Energy Efficiency, Monitoring and Energy Demand Management**. In: *Towards Green Campus Operations*. Springer, Cham, 2018. p. 457-472.