



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE PEQUENO PORTE ACOPLÁVEIS EM SMARTPHONES PARA AUXILIAR PROJETOS ARQUITETÔNICOS NO INTUITO DE PROMOVER CONFORTO TÉRMICO ¹

SOUZA, Sandra Helena Miranda de (1); UCHÔA, Patrícia Farias (2); SOUZA, Camila Rocha de (3); SANTOS, Carina Macedo dos Santos e (4); LIMA, Luciana Calixto (5); GONÇALVES, Jardel Pereira (6); CARVALHO, Maria Lúcia Araújo Mendes de (7)

(1) UFBA, e-mail: edificiosolarufba@gmail.com; (2) UFBA, e-mail: patimfarias@gmail.com; (3) UFBA, e-mail: camilarochaufba@gmail.com; (4) UFBA, e-mail: macedocarina19@gmail.com; (5) UFBA, e-mail: lrlima@terra.com.br; (6) UFBA, e-mail: jardelpg@gmail.com; (7) UFBA, e-mail: carmarialucia@gmail.com

RESUMO

Sombrear aberturas das edificações compõe uma das diretrizes construtivas recomendadas pela NBR15220 (ABNT, 2005-3) para localidades da Zona Bioclimática-8, com característica climática predominantemente quente. O objetivo deste trabalho é demonstrar a utilidade das lentes olho de peixe (180°) para dispositivos móveis, contribuindo na construção de uma metodologia eficaz de projeto. A referida lente auxilia na elaboração de máscaras de sombreamento de forma satisfatória e com baixo custo. Os resultados aqui apresentados são parciais, pois a técnica continua a ser desenvolvida em projeto de pesquisa. O elemento escolhido foi uma das janelas de uma sala de aula da Faculdade de Arquitetura da UFBA. Com Software AutoDesk-AutoCad®, fez-se o projeto do *brise-soleil* para bloquear 100% a janela no verão a partir das 09:00h (Horário Solar). O horário escolhido foi porque, no verão, a temperatura do ar é próxima a 26°C às 08:00h; às 12:00h próxima a 31°C. Sendo o maior aumento entre 09:00h-10:00h. O vidro da janela apresentou temperaturas de calor emitido: 26°C às 08:00h; 31,3°C às 12:00h, sendo o maior aumento entre 10:30h-11:00h: 42,9°C e 40,5°C, respectivamente. A percepção térmica "muito calor" foi unânime, a partir das 10:00h. Simulações no SketchUp® foram feitas para confirmar a eficácia do *brise-soleil*, o que valorizou a técnica.

Palavras-chave: Técnica. Tecnologia de Pequeno Porte. Máscara de Sombreamento. Projeto.

ABSTRACT

Providing shade for building openings is one of the construction guidelines recommended by standard NBR15220 (ABNT, 2005-3) for locations in the Bioclimatic Zone-8, whose climate is predominantly hot. The goal of this study is to demonstrate the utility of fisheye lenses (180°) for mobile devices, contributing to an effective design methodology. This lens aids in the low cost development of shade structures. The results presented here are not complete, and the method continues to be developed in a research project. The element chosen was one of the classroom windows of Faculty of Architecture of UFBA. Using AutoDesk-AutoCad®

¹ SOUZA, Sandra Helena Miranda de; UCHÔA, Patrícia Farias; SOUZA, Camila Rocha de; SANTOS, Carina Macedo dos Santos e; LIMA, Luciana Calixto; GONÇALVES, Jardel Pereira; CARVALHO, Maria Lúcia Araújo Mendes de. Técnica e Instrumentos de Pequeno Porte Acopláveis em Smartphones para Auxiliar Projetos Arquitetônicos no Intuito de Promover Conforto Térmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

software, a brise-soleil design was done to block the window 100% in the summer as of 9:00a.m.(Solar Time). This time of day was chosen because, in the summer, the air temperature reaches approximately 26°C at 8:00a.m.; at 12:00p.m. it is about 31°C., with the greatest rise between 9:00a.m. and 10:00a.m.. The window glass showed temperatures of: 26°C at 8:00a.m.; 31.3°C at 12:00p.m., with the greatest increase between 10:30a.m-11:00a.m.: 42.9°C and 40.5°C, respectively. The perceived thermal sensation "very hot" was unanimous, beginning at 10:00a.m. Simulations using SketchUp® were done to confirm the effectiveness of the brise-soleil, which proved the value of the method.

Keywords: *Technique. Mobile Device Technologies. Shading Mask. Design.*

1 INTRODUÇÃO

O sombreamento de aberturas das edificações consiste em uma das diretrizes construtivas recomendadas pela NBR 15220 (ABNT, 2005-3) e, constantemente, encontrada na bibliografia da área para a finalidade do conforto térmico. Para tanto, o arquiteto precisa se abastecer de técnica para conhecer o comportamento da geometria da incidência solar no local do projeto, e, conseqüentemente, projetar corretamente. O objetivo deste trabalho é demonstrar a utilidade do uso de lentes do tipo olho de peixe para dispositivos móveis com o intuito de que estes instrumentos auxiliem na elaboração de máscaras de sombreamento reais para o local do projeto, e, possibilitem projetos arquitetônicos eficientes para bloquear a radiação solar direta em partes da edificação, nos dias e horários pretendidos, com praticidade e baixo custo. Trata-se de um estudo experimentado com alunos do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia-FAUFBA.

A relevância do estudo está em colaborar com uma metodologia eficaz a partir do uso de tecnologias de pequeno porte e baixo custo em projetos, a fim de melhorar o desempenho térmico de edificações passivamente, reduzindo o uso de ar condicionado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Argiriou e Santamouris (1995), as soluções passivas para o condicionamento térmico de ambientes internos precisam ser consideradas na fase de projeto, pois são capazes de reduzir o uso de energia elétrica para adaptação ao conforto térmico.

Em climas predominantemente quentes, o sombreamento de aberturas surge como uma das diretrizes construtivas capazes de reduzir os ganhos de calor nos ambientes internos. Essa diretriz, juntamente com a ventilação cruzada constante nos ambientes internos, é mencionada na NBR 15220 (ABNT, 2005-3) e na bibliografia da área; e formam uma condição essencial para o conforto térmico em localidades quentes. O presente estudo parte da premissa que o ganho de calor e a carga de energia elétrica para resfriamento no verão podem ser minimizados através da utilização eficaz do sombreamento interno e externo das janelas (ÇENGEL e GHAJAR, 2012, p. 552).

Segundo Lomanowski e Wright (2009), as captações diretas dos raios solares,

por meio de aberturas envidraçadas, em ambientes internos, representam a maior e mais variável fonte de calor de uma edificação. Para Givoni (1981) o sombreamento externo possibilita eliminar mais de 90% dos ganhos de calor solar. Desta forma, adotar uma arquitetura que proteja suas aberturas envidraçadas representa, significativamente, redução dos ganhos de calor - fundamentais para edificações energeticamente eficientes.

Diversos estudos de simulação publicados na literatura apresentam resultados que indicam forte influência dos ganhos de calor motivados pela incidência direta da radiação solar. Estes resultados fortalecem a importância do sombreamento das aberturas envidraçadas.

Athienitis e Santamouris (2013) trazem o termo “edifício solar passivo” que descreve, qualitativamente, um edifício que utiliza os ganhos solares tanto para reduzir o aquecimento (em épocas frias), como para reduzir o consumo de energia para resfriamento, tendo como base a energia natural dos fluxos por radiação, condução e convecção natural. Porém, no Brasil, os ganhos de calor obtidos pelas superfícies envidraçadas das aberturas são comumente compensados com o resfriamento por condicionadores de ar. As superfícies envidraçadas podem aumentar suas eficiências, se devidamente sombreadas.

Para garantir maiores êxitos em relação ao dimensionamento de aberturas e de dispositivos de proteção solar é essencial o entendimento da geometria da incidência solar por meio das Cartas Solares nas fases iniciais de projeto. De acordo com Gutierrez e Labaki (2005), as pesquisas com enfoque na geometria da incidência solar são as mais utilizadas, e os métodos gráficos para a determinação de sua eficiência os mais estudados. Definir critérios para o dimensionamento de dispositivos de proteção solar requer, do profissional de arquitetura, técnica e familiaridade com o estudo da geometria da incidência solar.

Kim *et al.* (2012) afirmam que a função básica dos elementos de sombreamento é interceptar os raios solares antes que eles atinjam o interior da edificação. As superfícies externas da edificação são compostas por paredes, aberturas (geralmente envidraçadas) e cobertura; e desempenham um papel fundamental para a definição do comportamento térmico dos ambientes internos. Alguns fatores a serem considerados para qualificar termicamente os ambientes internos, são: os materiais compositivos das superfícies externas, as espessuras dessas superfícies, características físicas dos materiais que as compõem - quanto a absorver calor e, conseqüentemente, transmitir e emitir o calor produzido aos ambientes internos. Por essas razões, intrínsecas aos materiais de construção e às decisões tomadas na etapa de projeto, é que se faz necessário pensar de forma integrada quanto a forma da edificação, orientação dos ambientes e como estes se relacionam com o entorno, e como estes se abastecem de radiação solar de ondas curtas e ondas longas.

3 METODOLOGIA

Todo o empenho deste trabalho está em reduzir os ganhos de calor de ambientes internos por superfícies envidraçadas. Portanto, este trabalho não bloqueia em 100% a radiação solar direta durante todas as manhãs do ano, e sim as horas de sol das manhãs do verão que apresentam taxas de radiação solar elevadas.

A técnica se utiliza de uma fotografia 180° para elaborar a máscara de sombreamento da configuração da abóbada celeste para um ponto do objeto a ser estudado – no caso, uma janela; o que permite conhecer a geometria da incidência solar para o objeto. Essa técnica foi desenvolvida com uma lente do tipo olho de peixe (180°) acoplada a um *smartphone*, o que favoreceu o projeto de um dispositivo arquitetônico adequado para bloquear a radiação solar direta das manhãs do verão, a partir das 09:00h da manhã. Neste caso, o objeto considerado foi uma das janelas de uma sala de aula da FAUFBA; e para testar a técnica, apenas uma janela foi considerada. A fotografia foi elaborada a partir da linha do peitoril da janela, possibilitando obter a configuração da abóbada celeste para a janela.

Com a fotografia inserida no AutoDesk AutoCad®, fez-se a sobreposição da mesma na carta solar equivalente à Cidade de Salvador, conforme orientação da fachada na carta solar. A configuração da abóbada celeste para a janela estudada foi conhecida, o que possibilitou a determinação da região da abóbada celeste a ser bloqueada, ou seja, a própria máscara de sombreamento necessária para bloquear a radiação solar direta nos dias e horários pretendidos. Em seguida, fez-se uma segunda sobreposição: a máscara de sombreamento obtida no transferidor de máscara de sombra, possibilitando o conhecimento dos ângulos verticais e horizontais que nortearam o projeto do dispositivo arquitetônico a ser projetado, um *brise-soleil*. O projeto do *brise-soleil* teve o intuito de bloquear a radiação solar direta em 100% da área da janela nos dias do verão a partir das 09:00h(Horário Solar), por isso as origens dos ângulos nas vistas ortográficas do projeto foram posicionadas nas extremidades da janela - com o intuito de garantir que estes ângulos, em cada plano de projeção (corte, fachada e planta baixa), representem o limite de bloqueio da incidência solar direta para 100% da área da janela.

O horário escolhido para bloquear a incidência solar direta na janela foi norteado pela intensificação do calor para os usuários da sala de aula, portanto a intenção visa evitar os ganhos de calor demasiados nos horários críticos, a partir das 09:00h. Embora a Temperatura radiante média (°C) seja a variável mais indicada para mensurar o desempenho térmico de ambientes, a presente pesquisa se limitou às medições de Temperatura do ar (°C), pela indisponibilidade do termômetro de globo(d=150mm) neste dia do estudo, suficiente para compor, juntamente com o termo-higrômetro (utilizado), o cálculo da Temperatura radiante média –mediante Equação 8 da Norma ISO 7726:1998, devidamente considerada por SOUZA (2010), uma

das autoras deste trabalho, em sua pesquisa de mestrado.

Foram feitas entrevistas com os usuários, medições de temperatura do ar e temperaturas de calor emitido pelo vidro da janela, em um dia típico de verão. Para confirmar a eficácia do projeto do *brise-soleil*, de acordo com as intenções de dias e horários a serem sombreados em 100% da área da janela, foram feitas simulações no *Software SketchUp®*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização do estudo surge da necessidade de reduzir os ganhos térmicos do ambiente através da superfície envidraçada da janela e, também, por se tratar de uma sala de aula, impedindo também o ofuscamento causado pela incidência direta de sol nas carteiras e no piso, segundo Figura 1.

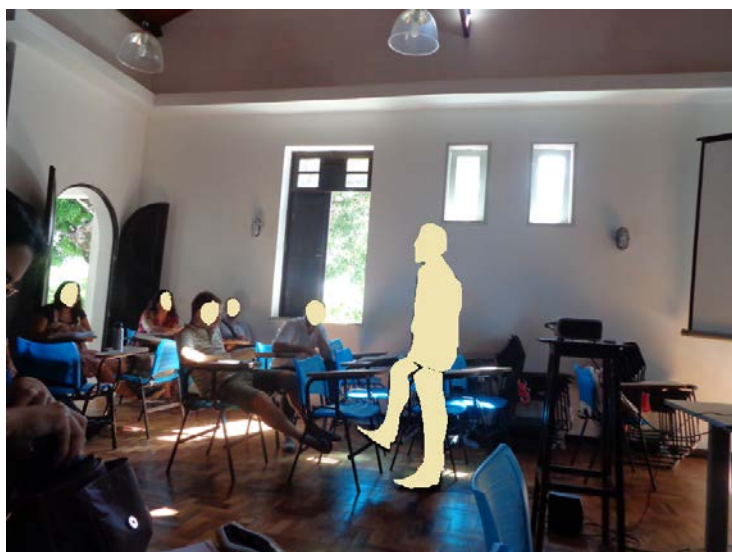
Figura 1 – Radiação solar direta em dia típico de verão



Fonte: Os autores

E também, a radiação solar direta nos alunos, segundo Figura 2.

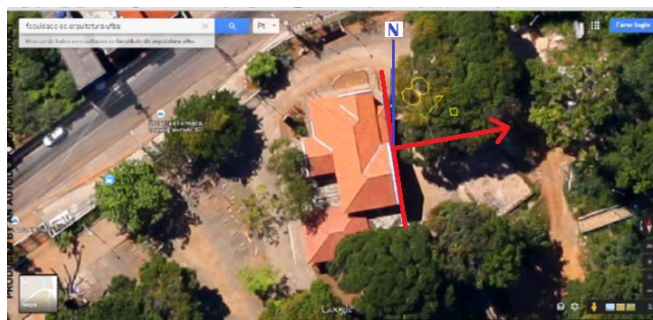
Figura 2 – Radiação solar direta às 10:00h do mesmo dia



Fonte: Os autores

Para os estudos relacionados à geometria da incidência solar em ambientes internos, é preciso identificar a orientação da fachada no qual o ambiente está inserido. Neste caso, foi verificada a orientação da fachada no *Google Earth* [200-]; obtendo 81°azimute, segundo Figura 3.

Figura 3 – Vista superior da edificação com a orientação da fachada que contém a janela do ambiente estudado



Fonte: GOOGLE EARTH [200-]. Imagem adaptada pelos autores para composição da figura

A sala de aula possui quatro janelas na fachada estudada(Figura 4).

Figura 4 – Vista da fachada da sala de aula



Fonte: Os autores

Porém, o estudo teve um caráter experimental da técnica com apenas uma das janelas da sala de aula para a realização do experimento, segundo Figura 5.

Figura 5 – Indicação da janela escolhida para a realização do estudo



Fonte: Os autores

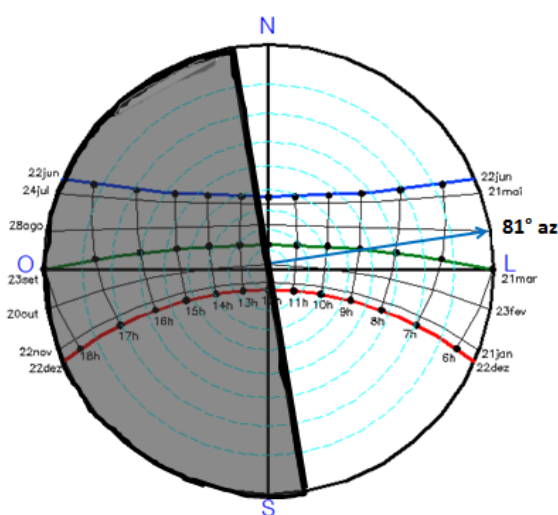
Para a etapa de projeto, o ideal é considerar estudos da geometria da incidência solar em relação às superfícies externas da edificação, avaliando conjuntamente as orientações dos ambientes, a concepção da forma das superfícies externas da edificação, os materiais construtivos e o entorno. A forma da edificação pode funcionar eficientemente para bloquear a incidência solar direta em partes das superfícies externas e, conseqüentemente, promover reduções significativas dos ganhos de calor nos ambientes internos.

Desenvolver estudos de dispositivos arquitetônicos e da própria forma arquitetônica podem modelar a geometria da incidência solar; e isso significa incluir a geometria da incidência solar no projeto, a fim de que seja possível adequar, conscientemente, a arquitetura ao clima.

Neste estudo, entretanto, foi utilizada como fonte de investigação uma sala de aula de edificação pré-existente, para avaliar a eficiência da técnica e da metodologia propostas.

Pela orientação da fachada, foi possível prever os dias e horários de incidência solar direta nesta sala de aula. Este estudo foi realizado a partir da representação gráfica da orientação da fachada na carta solar equivalente a 13° Sul de latitude, cuja incidência solar direta pode ser entendida, para o dia característico de inverno (22/06): de 06:30h às 12:15h, aproximadamente; para os dias característicos de equinócios (21/03 e 23/09): de 06:00h às 12:10h, aproximadamente; e para o dia característico de verão (22/12): de 05:30h às 11:50h, aproximadamente, segundo Figura 6.

Figura 6: Carta solar correspondente a latitude 13°Sul com a representação gráfica da orientação da fachada

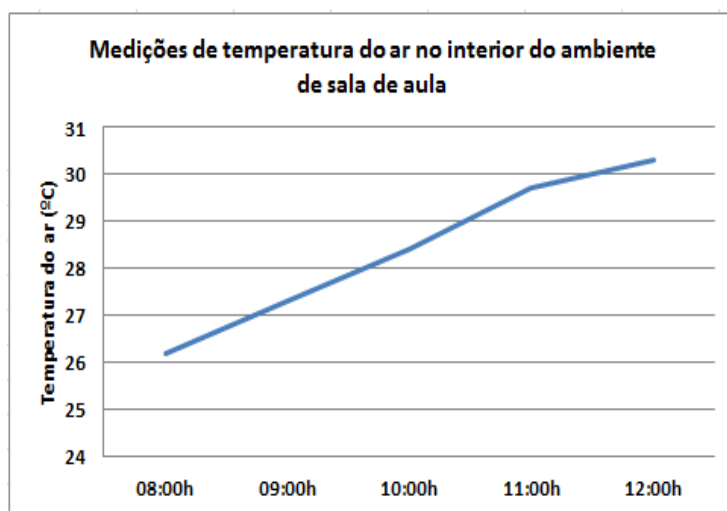


Fonte: Os autores

O ofuscamento e o calor intensos são percebidos pelos alunos nas manhãs dos dias de verão. Para ilustrar o comportamento térmico do ar no interior da sala, mediu-se a temperatura do ar (°C); onde às 08:00h, próxima a 26°C; às

09:00h, próxima a 27°C; às 10:00h, próxima a 28,5°C; às 11:00h, próxima a 30°C; e, às 12:00h, próxima a 30,5°C, segundo Figura 7.

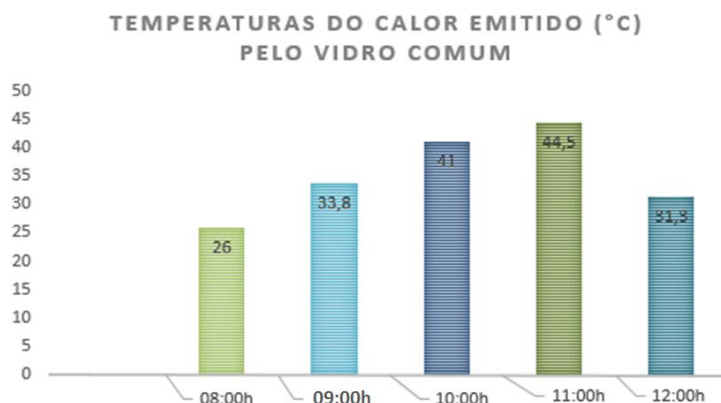
Figura 7: Comportamento da temperatura do ar (°C) na sala de aula



Fonte: Os autores

Com o intuito de iniciar a investigação quanto à correlação entre o comportamento da temperatura do ar no ambiente interno e a temperatura de calor emitido pelo vidro das janelas, foram feitas fotografias termográficas com a câmara Flir One® para o Sistema iOS, onde verificou-se, *a priori*, que: à medida que a temperatura do ar aumentou, a temperatura do calor emitido também aumentou; porém, enquanto a temperatura do ar atingiu a maior medição às 12:00h, aproximadamente 30,5°C; a temperatura de calor emitido pelo vidro atingiu sua maior medição às 11:00h, com cerca de 44,5°C, reduzindo significativamente às 12:00h - o que confirma o efeito estufa na sala de aula, com insuficiência de ventilação cruzada. Segue a Figura 8 com o comportamento da temperatura do calor emitido pelo vidro da abertura.

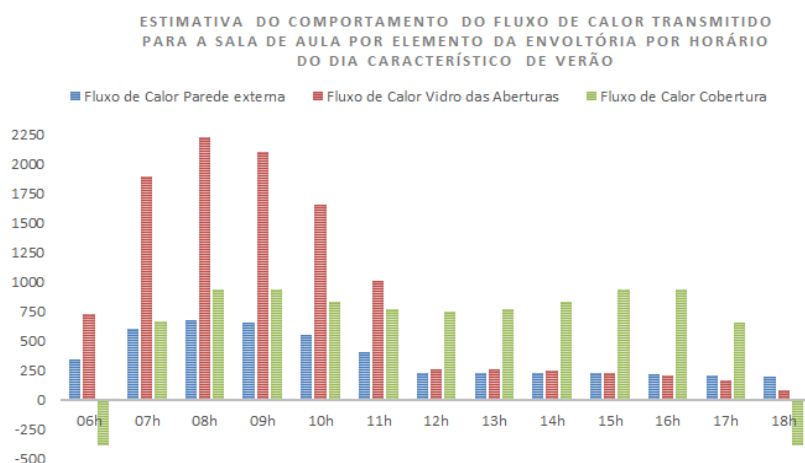
Figura 8: Gráfico com os valores de temperatura do calor emitido (°C) no vidro da janela estudada



Fonte: Os autores

Também vale ressaltar que, à medida que o sol atingiu alturas maiores em relação à fachada avaliada, e cessou sua incidência direta nos vidros, houve uma redução significativa da temperatura do calor emitido pelo vidro, o que confirma a capacidade dos materiais transparentes em reduzir a emissividade de calor mediante a intensidade da radiação solar incidente, e, conseqüentemente, alterando sua capacidade de aumentar os ganhos de calor do ambiente. Para conhecer o comportamento de Fluxo de calor (W) da sala de aula no dia característico de verão, foi elaborado um gráfico que demonstra a relação existente entre cada componente externo e os fluxos de calor nas horas do dia, segundo a Figura 9. Esse estudo preditivo foi elaborado segundo as recomendações de Lamberts *et al* (1997), e demonstra, durante toda a manhã, a capacidade elevada que os vidros das aberturas possuem em favorecer fluxos de calor elevados, com valores de 2.230W às 08:00h; e de 2.110W, às 09:00h; mas ainda permanecem superiores aos fluxos de calor favorecidos pela parede externa e pela cobertura.

Figura 9: Comportamento dos fluxos de calor (W) por elemento da envoltória da sala de aula no dia característico de verão

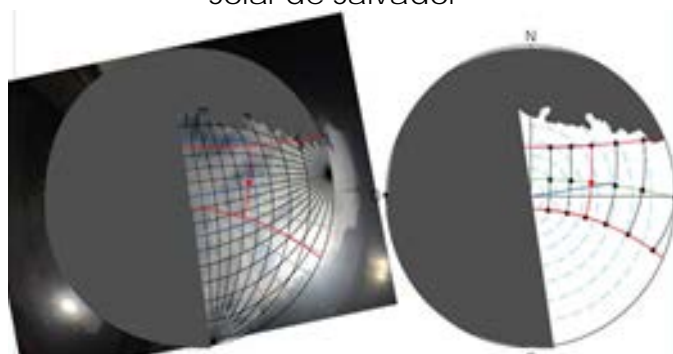


Fonte: Os autores

O efeito estufa na sala de aula foi apontada pelos alunos, com a percepção de “muito calor” no horário crítico das 09:30h; por essa razão, optou-se pelo projeto de um *brise-soleil* horizontal finito para bloquear a radiação solar direta a partir das 09:00h (Horário Solar) durante o verão, pois nas manhãs dos equinócios e inverno não ocorrem desconforto luminoso, nem térmico. A escolha do tipo do *brise-soleil* foi apenas experimental, não significando que este tipo seja o mais indicado para estas orientações. Para conhecer quais elementos do entorno promovem sombreamento na janela estudada, foi feita uma fotografia com a lente olho de peixe (180°) para dispositivos móveis da Marca Ozino, acoplada a um *smartphone*, que possibilitou a configuração da abóbada celeste real para a janela, gerando a máscara de sombreamento atual. Esta máscara foi sobreposta na carta solar para a Cidade de Salvador, possibilitando visualizar elementos do entorno que bloqueiam a região da abóbada celeste; e, no entanto, apenas uma árvore próxima, com uma frondosa copa seria capaz de sombrear a janela, porém

esta não se encontra posicionada a coincidir com os percursos aparentes do sol, segundo a Figura 10. Na imagem à esquerda, a máscara de sombreamento real para a janela sobreposta no transferidor de máscara de sombra; na imagem à direita, a máscara obtida sobreposta na Carta Solar de Salvador, onde se constata que a copa da árvore não bloqueia a região da abóbada celeste onde há percursos aparentes do sol.

Figura 10: Máscara de sombreamento, transferidor de máscara de sombra e Carta Solar de Salvador

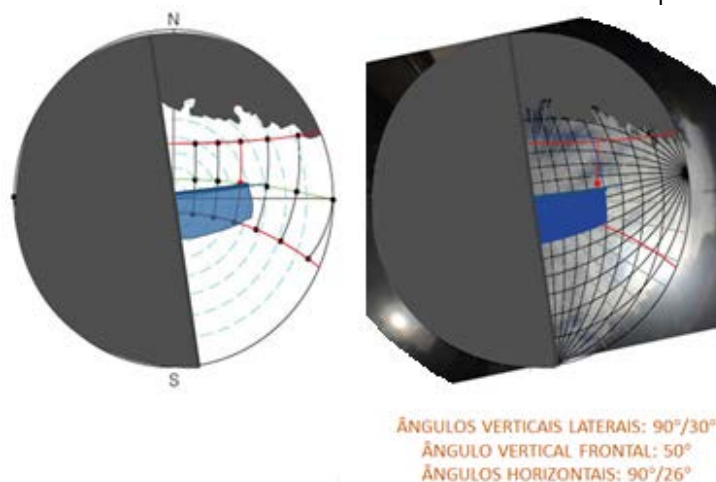


Fonte: Os autores

A partir da verificação acima descrita, foi possível escolher a região da abóbada celeste a ser bloqueada, na carta solar, conjuntamente com as linhas geratrizes dos ângulos verticais e horizontais do transferidor de máscara de sombra.

Na Figura 11, a escolha da máscara de sombreamento (hachura em azul), como a região da abóbada celeste que o *brise-soleil* deverá obstruir para sombrear (a partir das 09:00h dos dias do verão). A partir disso, o conhecimento dos ângulos que nortearam o projeto do *brise-soleil* para alcançar o sombreamento da superfície envidraçada da abertura nesses dias e horários pretendidos: Ângulo vertical frontal: 50°. Ângulo vertical lateral esquerdo: 90°; ângulo vertical lateral direito: 30°. Ângulo horizontal esquerdo 90°; ângulo horizontal direito: 26°.

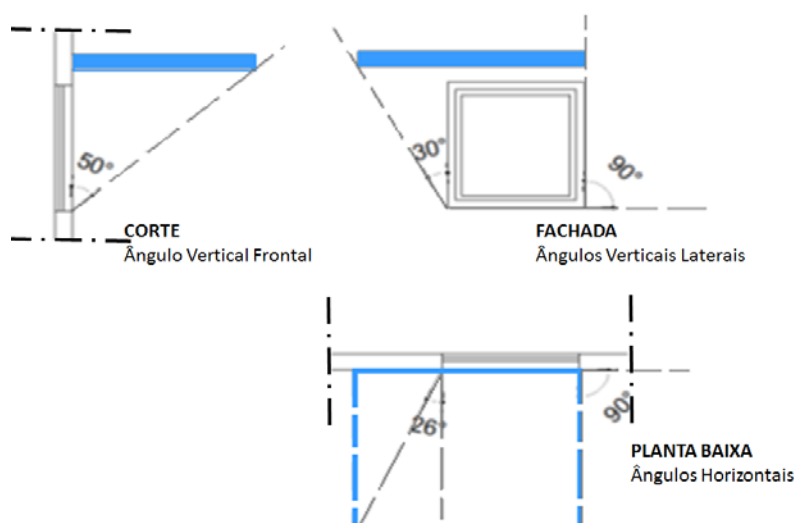
Figura 11: Máscara de sombreamento nos dias de verão a partir das 09:00h



Fonte: Os autores

Assim, como a intenção é bloquear a incidência direta do sol em 100% da área da janela nos dias de verão, a partir das 09:00h: na vista do corte os ângulos verticais frontais aparecem sobrepostos entre si, com origens dos ângulos posicionadas na linha do peitoril e na extremidade externa; na vista da fachada, as origens dos ângulos verticais laterais aparecem posicionadas nas extremidades direita e esquerda da janela e na altura do peitoril; e, na vista de planta baixa, as origens dos ângulos horizontais aparecem posicionadas nas extremidades direita e esquerda da janela. Em todas as vistas da figura 12, há a correlação da projeção ortográfica da janela e das origens dos ângulos.

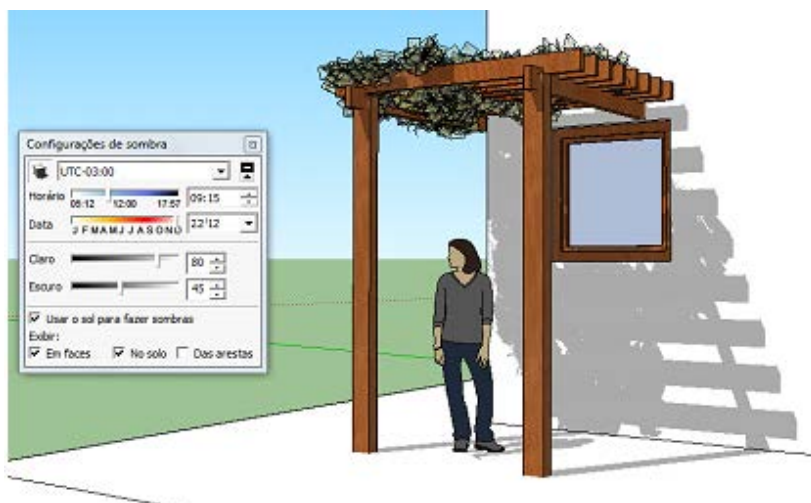
Figura 12: Representações gráficas do projeto do *brise-soleil*



Fonte: Os autores

Após o projeto do *brise-soleil* em escala, é possível conhecer a dimensão exata para o dispositivo. Embora este estudo seja exploratório, é possível constatar a eficácia da técnica e da metodologia com simulações em 3D no *Sketchup®*, segundo Figura 13. O *brise-soleil* em pergolado verde e o sombreamento em 100% da área da janela para 22/12 às 09:15h (Horário Solar).

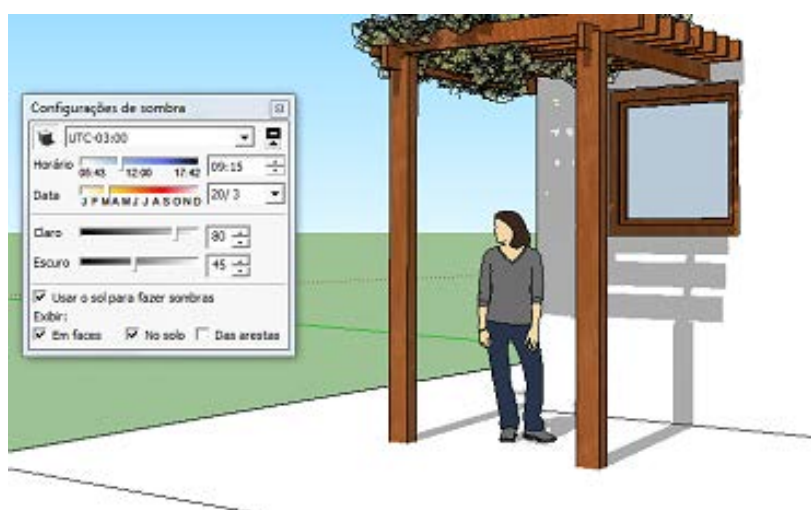
Figura 13: Simulação do sombreamento em 100% da área da janela para 22/12, 09:15h



Fonte: Os autores

E também o sombreamento em 100% da área da janela, com a simulação para 21/03, às 09:15h (Horário Solar), segundo Figura 14. O mesmo ocorrerá em 23/09 no mesmo horário.

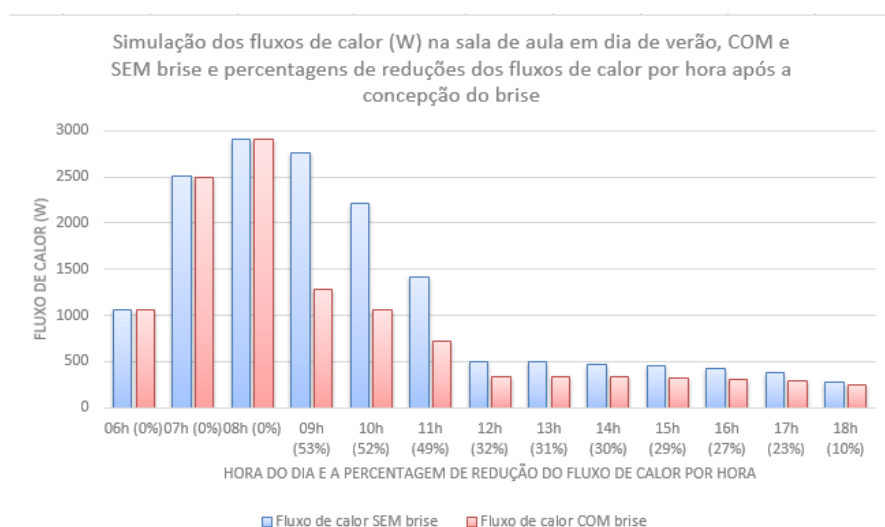
Figura 14: Simulação do sombreamento em 100% da área da janela para 21/03, 09:15h



Fonte: Os autores

Quanto à uma efetiva redução dos fluxos de calor, pode-se perceber através da simulação demonstrada por gráfico, ainda segundo as recomendações de Lamberts *et al* (1997), que para os dias de verão, a partir das 09:00h, preveem-se reduções significativas, de 53% às 09:00h a 32% às 12:00h; enquanto, antes das 09:00h não se constata alterações nos fluxos de calor devido à inexistência do *brise-soleil*, segundo Figura 15.

Figura 15: Simulação dos fluxos de calor (W) e previsão de reduções dos fluxos de calor em percentagens após concepção do *brise-soleil*



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que, para atender à diretriz construtiva de promover sombreamento nas aberturas das edificações em localidades de clima predominantemente quente, se faz necessário o conhecimento da geometria da incidência solar.

Neste estudo, a metodologia apresentada testou um instrumento de pequeno porte, acoplável a *smartphones*, para simular a abóbada celeste real para o objeto da edificação, demonstrando que o instrumento e a técnica de elaboração de máscara de sombreamento podem colaborar com projetos energeticamente mais eficientes. Neste estudo de caso a intenção de sombreamento foi para 100% da área da superfície envidraçada da abertura em dias e horários escolhidos, todo o verão a partir das 09:00h (Horário Solar). A metodologia procura simplificar a técnica de projetar com a geometria da incidência solar referente à localidade específica, colaborando com o aprimoramento técnico do profissional.

O modelo do *brise-soleil* proposto poderia ser outro, contanto que fossem respeitados, no projeto, os ângulos obtidos na máscara de sombreamento. A técnica adotada ainda na etapa de projeto pode colaborar na especulação da forma da própria edificação, resultando em edificações geometricamente interessantes e autossuficientes na redução dos ganhos de calor, especialmente no verão.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho Térmico de Edificações, Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ARGIRIOU, A; SANTAMOURIS, M. **Natural cooling techniques**. series: energy conservation in buildings. Grécia: European Commission Directorate General XVII for Energy, 1995.

ATHIENITIS, A. K; SANTAMOURIS, M. **"Thermal Analysis and Design of Passive Solar Buildings**. New York: Earthscan, 2013.

ÇENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. **Transferência de calor e massa – uma abordagem prática**. 4ª ed. Porto Alegre: AMGM, Editora LTDA, 2012.

GIVONI, B. **Man, climate and architecture**. London: Applied, 1981.

GOOGLE EARTH. Salvador. [200-]. Disponível em: <www.google.com/earth>. Acesso em: dez. 2015.

GUTIERREZ, Grace C. R.; LABAKI, Lucila C. **Considerações sobre o brise-soleil na arquitetura brasileira**. In: ENCAC 5, 2005, Maceió. Anais do VIII Encontro Nacional, IV Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Maceió, 2005. P. 874-881.

ISO INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7726** Ergonomics of the Thermal Environment – Instruments for Measuring Physical Quantities. 2ª edition. Norma ISO/DIS 7726. Genebra, 1998.

KIM, G.; LIM, H. S.; LIM, T. S.; SCHAEFER, L.; KIM, J. T. **Comparative advantage of an exterior shading device in thermal performance for residential buildings**. Energy and Buildings, v.46, n. 1, p. 105-111, mar. 2012.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R.; **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

Lomanowski, B.A.; Wright, J.L. **Modeling fenestration with shading devices in building energy simulation: a practical approach**. Proc. Building Simulation 2009, University of Strathclyde, Scotland, 2009. P. 976-983.

SOUZA, Sandra Helena M. de. **Avaliação do Desempenho Térmico nos Microclimas das Praças: Piedade e Visconde de Cayrú, Salvador/BA**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana- MEAU. Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, 2010.