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

ANÁLISE DO IMPACTO DE SOMBREAMENTO DE ABERTURAS: ESTUDO DE CASO – PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE/SC

Ellen Flávia Weis Leite (1); Ana Mirthes Hackenberg (2)
(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil efw.leite@edu.udesc.br
(2) PhD, Professora do Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Civil, ana.hackenberg@udesc.br, Universidade do Estado de Santa Catarina, CCT, Rua Paulo Malschitzki, 200, Zona Industrial Norte, Joinville / SC, Tel: (47) 3481-7900

RESUMO
O presente estudo trás uma análise do papel do sombreamento de aberturas na diminuição do ganho de calor em ambientes internos por parte das superfícies translúcidas de uma edificação, através do estudo de caso do prédio sede da Prefeitura Municipal de Joinville/SC. Utilizando as metodologias de análise de incidência solar e máscaras de sombreamento através da Carta Solar e Cálculo de Fluxo de calor, são avaliadas as características da edificação em comparação à hipótese de que o mesmo edifício não possuísse nenhum tipo de proteção. Os resultados obtidos revelam que as ferramentas de sombreamento presentes na edificação diminuem significativamente os ganhos de calor em todas as fachadas, demonstrando com nitidez a significância e impacto do uso de elementos de proteção solar no conforto térmico.
Palavras-chave: Sombreamento de aberturas. Estudo de Insolação. Conforto Ambiental. Fluxo de calor de aberturas.

ABSTRACT
This paper presents an analysis of the role of shading for openings in the reduction of indoor heat gain by the translucent surfaces of a building, through a case study of the headquarters building of the City Hall of Joinville/SC. It was used an analisys methodology of solar incidence and shading masks through the Solar Chart and Calculation of Heat Flow. The characteristics of the building are evaluated in comparison with the hypothesis that the same building did not have any type of protection. The obtained results show that the shading tools present in the building significantly decrease the heat gains in all facades. It was clearly demonstrated the significance and impact of the use of solar protection elements in thermal comfort.
Keywords: Shading openings. Insolation Study. Environmental comfort. Heat flow of openings.

1. INTRODUÇÃO

Conforme Lamberts, Dutra e Pereira (2014) a utilização de estratégias arquitetônicas que visem trazer conforto térmico e eficiência para edificações é algo genuíno da arquitetura desde as edificações vernáculas, antes mesmo da Antiguidade, partindo do princípio de adequar habitações e construções ao clima, aproveitando aspectos positivos e evitando os indesejáveis.

Atualmente, estes preceitos são entendidos como Arquitetura Bioclimática – soluções adotadas a partir de um estudo dentro do projeto arquitetônico que engloba a qualidade de implantação, adaptação ao entorno e melhorias climáticas, compreensão da influência dos condicionantes naturais para explorá-los de maneira benéfica, e utilização de sistemas de condicionamento passivo como o controle de insolação e a eficiência de ventilação natural no interior do edifício, tudo em benefício do conforto térmico.

Como afirmam Dreher, Jacoski e Medeiros (2016), através de um estudo Bioclimático ao iniciar o projeto, é possível estabelecer arquiteturas que priorizem estratégias naturais, minimizando o uso de sistemas de climatização e iluminação artificial. Esta arquitetura torna a edificação mais eficiente, uma vez que:

> A edificação eficiente deve buscar prover conforto ambiental ao usuário, evitar que os sistemas fiquem acionados quando não for necessário, minimizar a manutenção, reduzir o impacto ambiental e reduzir os custos relacionados a consumo de energia. (OLIVEIRA, *et al.*, 2016, p.223)

Com base em tais definições é perceptível que a utilização de estratégias de Arquitetura Bioclimática promove vários aspectos de sustentabilidade para as edificações, já que influencia significativamente em seu desempenho térmico e energético, como afirmam também Babtck e Torres (2017, p. 126) “para que uma edificação possua bons índices de desempenho é necessário o uso de estratégias adequadas desde a fase inicial de projeto, que devem ser adotadas em função do clima, posição solar, uso, entre outros”.

Dentre as várias soluções de Arquitetura Bioclimática, as estratégias de sombreamento e proteção de aberturas contra a radiação solar tem grande impacto do ganho de calor nos ambientes internos. Conforme Lamberts, Dutra e Pereira (2014), a principal função de qualquer elemento de sombreamento é o controle de ganho de calor pelas janelas. Estes elementos devem ser dimensionados e configurados conforme a orientação solar que a esquadria se encontra, em especial quando se fala dos brises (Figura 1).

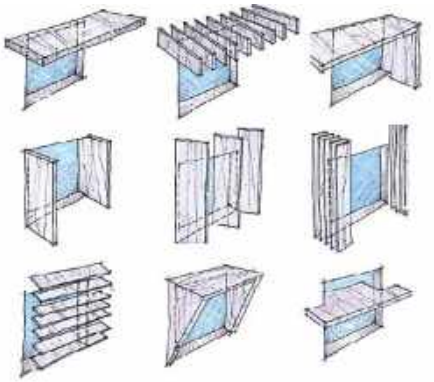


Figura 1 – Configurações para dimensionamento de brises (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Segundo Atem e Basso (2005) os brises são elementos criados a partir da linguagem moderna, idealizados para proteger os edifícios que eram dotados de pele de vidro. Podendo ser horizontais ou verticais, móveis ou fixos, brises calculados corretamente, mediante o ângulo de incidência solar, podem diminuir o fluxo de calor de um ambiente em até 80%. Como característica básica, os brises horizontais curtos e fixos (similares a marquises ou tipo prateleira de luz) são indicados para fachadas orientadas ao Norte, com possíveis complementações verticais, enquanto para fachadas a Leste ou Oeste são necessário elementos mais complexos:

> A proteção mais indicada seria uma combinação de proteção vertical fixa, para o verão, e uma proteção horizontal que poderia ter uma parte fixa e outra móvel para possibilitar insolação no inverno e para que não sejam prejudicadas a visão do exterior, a iluminação e a ventilação, quando o sol não estiver incidindo na fachada. Outra opção seria somente a proteção horizontal ou a vertical com mobilidade total. (ATEM; BASSO, 2005, p.33)

Além dos brises em seus diversos formatos – em aletas, maciços, horizontais, verticais, etc, as proteções solares podem ainda ser oriundas do uso de vegetação (pérgola sobre a janela, árvores próximas ou outros), elementos vazados (cobogós, muxarabis ou outros), persianas internas e venezianas móveis

(LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Afora estes elementos, as características dos materiais das aberturas também representam diferenças significativas na diminuição do ganho de calor dos ambientes, destacando-se nesse caso a espessura do vidro e seu tratamento, como o uso de películas protetoras (CALDEIRA, 2011).

2. OBJETIVO

O presente artigo tem por objetivo apresentar uma análise do papel do sombreamento de aberturas na diminuição do ganho de calor em ambientes internos por parte das superfícies translúcidas de uma edificação, através do estudo de caso do prédio sede da Prefeitura Municipal de Joinville/SC.

3. MÉTODO

3.1. Análise de Insolação com base na Carta Solar

A carta solar é uma ferramenta de auxílio para determinação das condições de insolação de determinado lugar, que indica a posição exata do sol em certo dia e horário, com base na Latitude local. Pode ser interpretada como uma projeção da trajetória solar ao longo da abóboda celeste durante todo o ano, com informações também referentes ao Azimute Solar e Altitude Solar, conforme Figura 2. O azimute solar é entendido como a projeção do sol sobre o plano do observador, e em geral é identificado como o ângulo que a projeção do sol faz com a direção Norte. Junto ao azimute, o ângulo formato pela altitude solar é que referencia a posição exata do sol, que pode ser analisada de acordo com a época do ano desejada (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

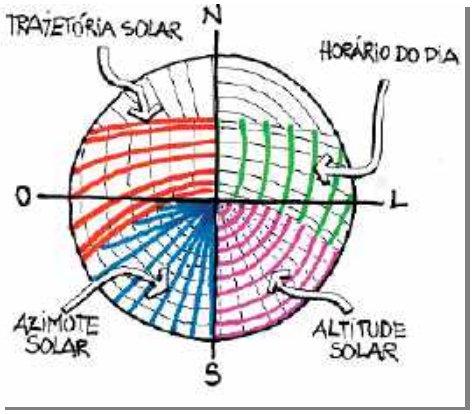


Figura 2 - Leitura da carta solar (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Como explicam Lambers, Dutra e Pereira (2014), dentre várias utilidades, a carta solar pode ser empregada para analisar a penetração solar em um ambiente e, por conseguinte, projetar elementos de sombreamento, como os brises, para evitar a insolação indesejada. Para tal, utiliza-se como método o uso do transferidor de ângulos, que converte para a geometria solar ângulos de elementos construtivos, titulados como alfa, beta e gama:

- Alfa (α) representa um ângulo de altitude solar formado entre os planos horizontal e vertical, para traçado de elementos horizontais sobre a carta solar;
- Beta (β) representa o azimute, para traçado de elementos verticais sobre a carta solar;
- Gama (γ) é um ângulo complementar à alfa (α), traçado da mesma maneira, que auxilia na definição de bordas ortogonais dos ângulos anteriores;

Posicionando a carta solar de acordo com a abertura a ser estudada é possível traçar os ângulos citados e definir a área de penetração solar.

Para projetar elementos de proteção nas aberturas o procedimento é posicionar a carta solar para cada uma delas conforme sua orientação e a partir disto realizar os traçados dos ângulos para estabelecer a máscara de sombreamento, sendo necessário neste caso utilizar dois ângulos beta (β) e dois gama (γ), para delimitação dos elementos de sombreamento, conforme visto na Figura 3. Os ângulos Beta (β) são utilizados apenas em proteções verticais, e alfa (α), apenas em proteções horizontais (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Com o traçado dos ângulos pertinentes, a área da máscara de sombreamento é *hachurada* sobre a carta solar e representa o sombreamento que o elemento de proteção exercerá na abertura, identificando-se épocas e horários em que a proteção ocorrerá.

Existem diversos softwares que auxiliam no estudo e elaboração de máscaras de sombreamento conforme a carta solar para a definição de elementos de proteção. Neste trabalho será utilizada a carta solar desenvolvida pelo LABEEE/UFSC – através do software SOL-AR, conforme será apresentado nos resultados.

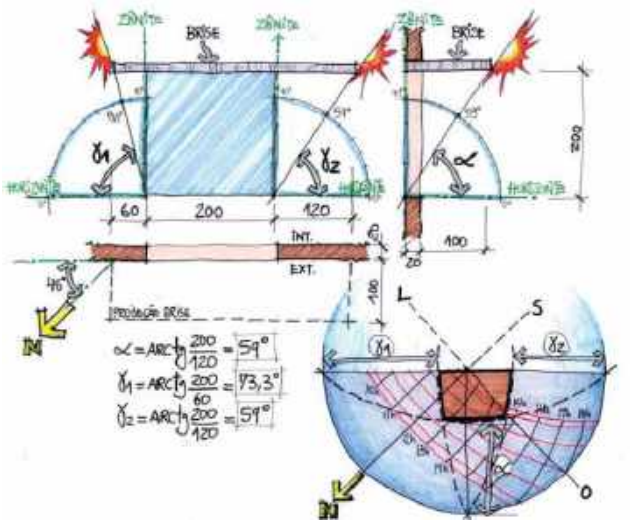


Figura 3 - Definição de máscara de sombreamento e elementos de proteção solar (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

3.2. Cálculo de fluxo de calor de aberturas

De acordo com Corbella e Yannas (2009), quando a radiação solar incide sobre uma superfície parte dela se transforma em calor, onde dele parte é absorvido e parte dissipado para o meio. No contexto do envoltório de fachada, conforme as propriedades do material, os ganhos de calor por conta deste processo podem ser maiores ou menores. Para as esquadrias, o ganho de calor é ainda influenciado significativamente pela transmitância.

Estas e outras variáveis são utilizadas para medir o fluxo de calor de aberturas (fechamentos transparentes). O fluxo de calor representa a quantidade de energia que atravessa o material. De maneira simplificada, para encontrar o valor de fluxo de calor de uma abertura deve-se utilizar a Equação 1 (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014):

$$q = U.\ (tEXT - tINT) + Fs\ .\ I \qquad \text{Equação 1}$$

Onde:
q = Fluxo de calor (W/m²)
U = Transmitância Térmica: nível de transmissão de calor pela incidência da radiação solar. (W/m².K)
tEXT = Temperatura externa: temperatura do ar no exterior da edificação. (K)
tINT = Temperatura Interna: temperatura do ar em ambiente interno. (K)
Fs = Fator solar do vidro: razão entre a quantidade de energia solar que realmente penetra o ambiente pelo que nela incide.
I = Radiação solar incidente no material. (W/m²)

Observando as variáveis é possível perceber que tanto as propriedades do fechamento translúcido quanto a quantidade de radiação solar que incide sobre eles influenciarão no fluxo de calor pela abertura e consequentemente, no ganho de temperatura no interior da edificação.

3.3. Procedimentos de estudo

Para avaliar o desempenho dos elementos de proteção solar serão aplicadas as metodologias apresentadas às características originais da edificação e os valores obtidos serão comparados com a hipótese de pior caso para o mesmo edifício (sem elementos de proteção solar).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Características da edificação

Atual sede da Prefeitura Municipal de Joinville/SC, a edificação objeto de estudo foi construída entre 1994 e 1996, com a preocupação de trazer conforto ambiental interno através da arquitetura, e por isso conta com

dispositivos de proteção solar para as aberturas nas fachadas frontais e de fundos, instaladas para resguardar da insolação os ambientes de trabalho.

Localizada na região central do município, possui um subsolo com garagens e acima deste, três pavimentos destinados ao trabalho de servidores públicos. A fachada frontal é orientada à Sudoeste, de fundos à Nordeste, e possui ainda as fachadas laterais orientadas à Sudeste e Noroeste. Uma fotografia aérea é apresentada na Figura 4.



Figura 4 – Prefeitura Municipal de Joinville. Fachadas Sudoeste (Frontal) e Noroeste (UNIDADE BANCO DE PROJETOS, 2018).

No estudo foram consideradas esquadrias presentes nas quatro fachadas, excluindo aberturas em áreas de circulação ou usos secundários (depósitos e afins). Estas janelas possuem os seguintes tipos de proteção:

- Vidros fumê: com espessura de 6mm, o vidro com este acabamento melhora o desempenho do Fator Solar em aproximadamente 20% em comparação com o transparente, sendo seu Fs: 0,60.
- Uso de persianas: O uso de persianas contribui para um Fator Solar menor, sendo que janelas com este tipo de proteção tem Fs: 0,54.
- Elementos de Sombreamento: Podendo ser verticais e horizontais, os elementos de sombreamento diminuem a incidência solar sobre a superfície do vidro, o que representa que as aberturas terão valores menores em relação à Radiação Solar Incidente (I).

Os dados de Radiação Solar são medidos conforme a latitude de cada local. Devido a indisponibilidade de dados para cidade de Joinville/SC (26º 18' 16" S), foram adotados os dados de São Francisco do Sul (26º 14' 36" S), cidade vizinha cuja Latitude difere somente em poucos minutos, conforme dados apresentados na Tabela 1, por Frota e Schiffer (2001).

Tabela 1 - Dados de Radiação Incidente para Latitude 26º Sul (FROTA; SCHIFFER, 2001).

	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	
S	123	197	186	137	84	68	63	68	84	137	186	197	123	
SE	280	540	611	539	397	222	63	68	63	58	50	38	20	
E	285	588	707	659	515	304	63	68	63	58	50	38	20	
NE	134	314	419	427	367	249	88	68	63	58	50	38	20	Dezembro 22
N	20	38	50	58	63	87	98	87	63	58	50	38	20	
NW	20	38	50	58	63	68	88	249	367	427	419	314	134	
W	20	38	50	58	63	68	63	304	515	659	707	588	285	
SW	20	38	50	58	63	68	63	222	397	539	611	540	280	
H	87	289	579	813	986	1100	1137	1100	986	813	579	289	87	

O município de Joinville/SC conta com um clima úmido e com altas temperaturas. De acordo com Grunberg (2014), as temperaturas no verão podem chegar à máxima de 33,8ºC, considerando um dia típico com nível de ocorrência de 2,5% (Tabela 2). Este dado é importante para o cálculo de Fluxo de calor, já que para a adoção do valor de temperatura externa será adotado o pior caso.

Tabela 2 - Dias típicos para Joinville/SC (GRUNBERG, 2014).

DIAS QUENTES					**DIAS FRIOS**				
Hora	**TBS (ºC)**	**UR (%)**	**Pressão (hPA)**	**Vento (m/s-dir.)**	**Hora**	**TBS (ºC)**	**UR (%)**	**Pressão (hPA)**	**Vento (m/s-dir.)**
9h	28,3	78	1011	0,6 E	9h	12,1	77	1025	0,7 E
15h	33,8	59	1008	2,2 E	15h	17,2	64	1022	0,9 E
21h	28,0	81	1010	0,7 E	21h	12,3	83	1024	0,2 E

Em relação à edificação, é observada através da Carta Solar a incidência de radiação nas fachadas nos seguintes horários e épocas, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Faixas horárias com Radiação Solar Incidente nas fachadas

Faixas horárias com Radiação Solar Incidente nas fachadas da edificação				
Estações	Fachadas			
	Sudoeste	**Sudeste**	**Noroeste**	**Nordeste**
Inverno	15:00h às 17:30h	06:30h às 9:00h	09:00h às 17:30h	05:00h às 12:00h
Verão	12:00h às 19:00h	05:00h às 12:00h	12:00h às 19:00h	06:30h às 14:30h

Para o estudo, houve enfoque nas condições de verão, considerando que o sombreamento representa a diminuição do ganho de calor nos ambientes internos.

4.2. Estudo do sombreamento das aberturas

4.2.1. Fachada Sudoeste

Na fachada Sudoeste as janelas possuem dois tipos de proteção diferentes. No terceiro andar as esquadrias estão recuadas em relação ao plano fachada, o que caracteriza uma proteção solar vertical, enquanto no segundo e primeiro andar encontra-se no mesmo plano. Todas elas apresentam elementos de proteção horizontal, como demonstrado na Figura 5.

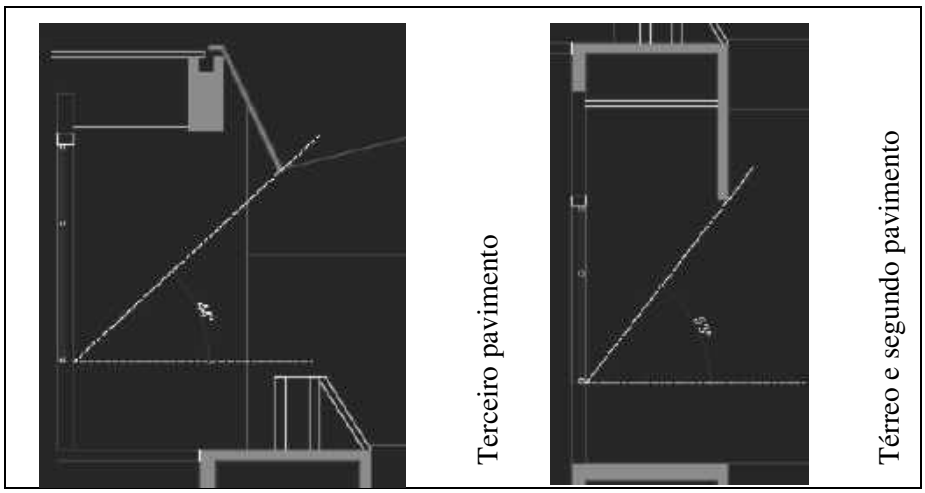


Figura 5 - Representação em corte de esquadrias da fachada Sudoeste

Para o terceiro pavimento, a análise do sombreamento através do elemento de proteção horizontal mostra o bloqueio da radiação solar até aproximadamente 16:00h (Figura 6).

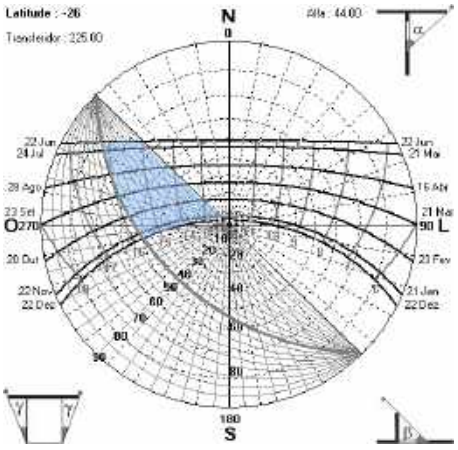


Figura 6 - Máscara de sombra nas aberturas Sudoeste do terceiro pavimento (proteção horizontal).Adaptado de (LABEEE/UFSC, 2018).

Para os demais pavimentos a proteção solar é similar, bloqueando a insolação das 12:00h às 16:30h (aproximadamente), permitindo a entrada de radiação solar em horários onde a radiação solar é menor.

Considerando que o horário de funcionamento dos espaços de trabalho vai até as 18h, é perceptível que o sombreamento, apesar de resguardar as aberturas da insolação nos períodos mais quentes do dia, é insuficiente. No terceiro pavimento, porém, a proteção vertical dada pelo recuo das janelas (demonstrada na Figura 7) cria 100% de sombreamento das aberturas ao longo de toda a tarde, como visto na Figura 8.

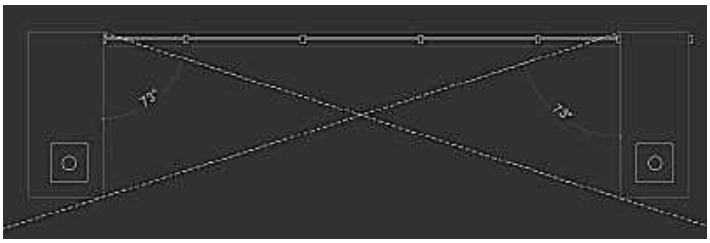


Figura 7 - Representação em planta baixa de esquadrias do terceiro pavimento**.**

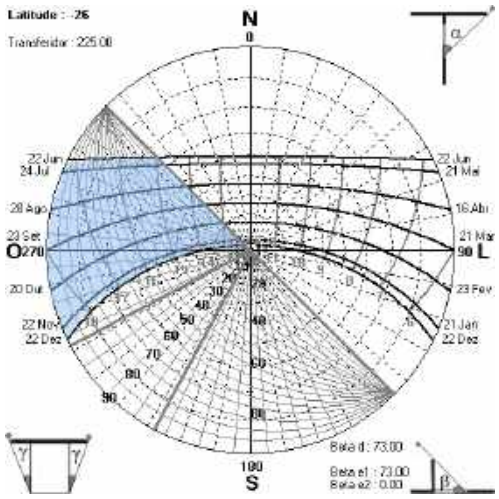


Figura 8 - Máscara de sombra nas aberturas Sudoeste do terceiro pavimento (proteção vertical). Adaptado de (LABEEE/UFSC, 2018).

4.2.2. Fachada Sudeste

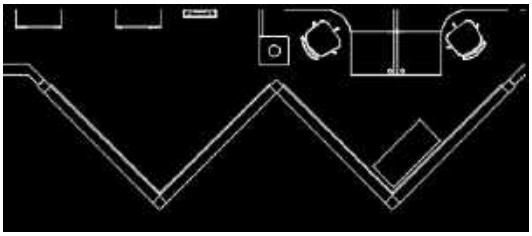


Figura 9 - Representação em planta baixa da janela

A fachada lateral Sudeste conta com apenas uma abertura que possui proteção solar através do uso de persianas, incidindo sobre esta a radiação solar ao longo de todo o período da manhã. Nela não existem elementos de sombreamento devido à suas características de formato – a janela inicia no segundo pavimento e se encerra no terceiro, com formato triangular, como demonstrado na Figura 9.

4.2.3. Fachada Noroeste

A fachada Noroeste conta com uma abertura seguindo as mesmas características da fachada Sudeste, sendo também protegida por persianas. Nesta abertura, porém, a incidência da radiação solar ocorre no período da tarde.

4.2.4. Fachada Nordeste

A fachada Nordeste possui um único tipo de proteção solar, com elemento horizontal, ao longo de todas as aberturas estudadas, similar à proteção solar já apresentada para as janelas do térreo e segundo pavimento, da fachada Sudoeste. Através de análise da Carta Solar, se observou que este elemento protege as janelas de maneira eficiente, já que gera sombreamento ao longo de todo o período de incidência solar dentro do

horário de funcionamento (Figura 10).

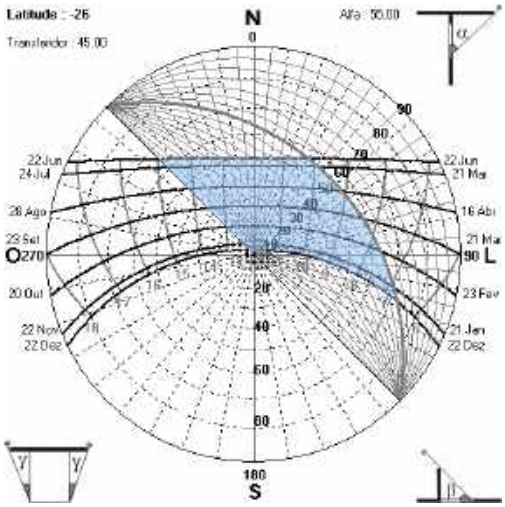


Figura 10 - Máscara de sombra nas aberturas Nordeste. Adaptado de (LABEEE/UFSC, 2018).

4.3. Avaliação do impacto do sombreamento através do cálculo de fluxo de calor

Para avaliar o desempenho do sombreamento e proteção solar das aberturas da edificação, o cálculo do fluxo de calor foi feito utilizando duas composições de variáveis:

- Dados relativos às características das aberturas da edificação;
- Dados considerando que as mesmas aberturas não tivessem nenhum tipo de proteção e/ou sombreamento;

Conforme a Equação 1 (apresentada na Metodologia), são necessárias as seguintes variáveis:

- U (W/m².K) = Transmitância Térmica: para ambas as situações é dado o valor de 5,79 (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).
- tEXT (K) = Temperatura externa: para ambas as situações é aplicado o valor de 33,8º C, considerando o pior caso, ou seja, temperatura máxima registrada na localidade para o verão (GRUNBERG, 2014).
- tINT (K) = Temperatura Interna: para ambas as situações é caracterizada como 23º C, considerando níveis ideais de conforto.
- Fs = Fator solar do vidro: adotado para vidro fumê 0,60; para locais com persianas 0,54 e para vidro translúcido comum 0,83 (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).
- I (W/m²) = Radiação solar incidente no material: obtida através da Tabela 1, considerando pior caso em relação aos horários de incidência solar (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Os cálculos são apresentados a seguir conforme cada fachada.

4.3.1. Fachada Sudoeste

Para a fachada Sudoeste os resultados obtidos para o Fluxo de Calor (Q), considerando as condições atuais e o pior caso (Tabela 4), demonstram que o elemento de sombreamento, que diminui a incidência da radiação solar, e o uso de vidro fumê ao invés de translúcido diminuem o ganho de calor pelas aberturas.

Tabela 2 - Cálculos de Fluxo de Calor da Fachada Sudoeste

Variáveis		Condições atuais	Condições sem proteções solares (pior caso)
U	Transmitância (W/m².K)	5,79	5,79
ΔT	tEXT – tINT (K)	10,8	10,8
Fs	Fator Solar	0,6	0,83
I	Incidência Solar (W/m²)	540	611
Q	**Fluxo de calor (W/m²)**	**386,50**	**569,70**

4.3.2. Fachada Sudeste

Na abertura à Sudeste, o cálculo de Q (W/m²) compara o uso de persianas internas em relação à utilização do vidro translúcido sem proteção, o que demonstra que apenas este elemento tem considerável impacto no

ganho de calor, como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 3 - Cálculos de Fluxo de Calor da Fachada Sudeste

Variáveis		Condições atuais	Condições sem proteções solares (pior caso)
U	Transmitância (W/m².K)	5,79	5,79
ΔT	tEXT – tINT (K)	10,8	10,8
Fs	Fator Solar	0,54	0,83
I	Incidência Solar (W/m²)	611	611
Q	**Fluxo de calor (W/m²)**	**392,50**	**569,70**

4.3.3. Fachada Noroeste

Como pode ser visto na Tabela 6, o mesmo ocorre com a abertura da fachada Noroeste.

Tabela 4 - Cálculos de Fluxo de Calor da Fachada Noroeste

Variáveis		Condições atuais	Condições sem proteções solares (pior caso)
U	Transmitância (W/m².K)	5,79	5,79
ΔT	tEXT – tINT (K)	10,8	10,8
Fs	Fator Solar	0,54	0,83
I	Incidência Solar (W/m²)	427	427
Q	**Fluxo de calor (W/m²)**	**293,11**	**404,13**

4.3.4. Fachada Nordeste

Para a fachada de fundos, Nordeste, onde foi visualizada maior eficiência em relação ao dispositivo de sombreamento, o Fluxo de Calor demonstra ganho térmico ainda menor que os demais, deixando claro a relevância do correto sombreamento em relação ao conforto térmico (Tabela 7).

Tabela 5 - Cálculos de Fluxo de Calor da Fachada Nordeste

Variáveis		Condições atuais	Condições sem proteções solares (pior caso)
U	Transmitância (W/m².K)	5,79	5,79
ΔT	tEXT – tINT (K)	10,8	10,8
Fs	Fator Solar	0,60	0,83
I	Incidência Solar (W/m²)	134	427
Q	**Fluxo de calor (W/m²)**	**142,90**	**416,94**

5. CONCLUSÕES

Com os estudos desenvolvidos, é nítido que os vários tipos de elementos de proteção e sombreamento das aberturas trazem significativas melhorias através da diminuição do fluxo de calor destes fechamentos, e como consequência, a redução do ganho térmico de temperatura nas edificações.

Apesar das limitações da análise, concentrando-se apenas no período de verão por ser este o mais impactante na eficiência energética e conforto térmico considerando o clima local, o estudo de caso apresenta como diagnóstico que a edificação atende suficientemente ao propósito de trazer conforto ambiental através dos elementos de proteção da incidência solar horizontais existentes e do uso de persianas, apesar de que estes elementos, em alguns casos, exercem uma proteção apenas parcial, o que pode comprometer o conforto em determinadas faixas horárias.

O estudo demonstra que os elementos de sombreamento, pensados desde o início do projeto, e atrelados à composição de fachada – proteções verticais ou horizontais das janelas - são mais eficientes e potenciais promotores de conforto ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ATEM, C. G.; BASSO, A. Apropriação e eficiência dos *brise-soleil*: o caso de Londrina (PR). **Ambiente construído,** Porto Alegre**.** v. 5, n. 4, p. 29-45. out./dez. 2005.

BABTCK, C. S.; TORRES, M. C. A. Análise do desempenho térmico, lumínico e de ventilação natural de projeto padrão de edifício escolar do FNDE de acordo com os requisitos de normas e referenciais nacionais e internacionais nas 8 zonas bioclimáticas

brasileiras. **Revista de Engenharia Civil IMED**, Passo Fundo, v. 4, n.2, p. 110-128, jul./dez. 2017.

CALDEIRA, N. D. N. B**. A concepção arquitetônica para a eficiência energética de edificações – o caso da etiquetagem no Brasil**. 2011. 215f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos** - conforto ambiental. 2 ed. Rio de Janeiro: Ed. Revan, 2009. Disponível em: <https://arquiteturapassiva.files.wordpress.com/2015/09/em-busca-de-uma-arquitetura-sustentc3a1vel-para-os-trc3b3picos.pdf> Acesso em: 15 set. 2018.

DREHER, A. R.; JACOSKI, C. A.; MEDEIROS, R. de. Conceitos de Bioclimatologia e sustentabilidade aplicados a fase de projeto em habitações de interesse social. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. Três Corações, v.14, n. 1, p. 145-159, jan/jul. 2016.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. 5 ed. São Paulo. Ed Studio Nobel, 2001.

GRUNBERG, P. R. M. **Avaliação das estratégias bioclimáticas de projeto para clima quente e úmido através de simulação**: Estudo de caso de edificação unifamiliar em Joinville-SC. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. LABEEE/UFSC. LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Analysis SOL-AR**. 2018. Disponível em: < http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-LABEEE/UFSC >. Acesso em: 19 nov. 2018.

LAMBERTS, R; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3 ed. Revisada. São Paulo. Ed. Pro Livros, 2014.

OLIVEIRA, P. A. de. **Influência dos elementos de envoltória no desempenho termo-energético de edifícios institucionais no clima tropical semiárido**. 2017. 84f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

UNIDADE BANCO DE PROJETOS. **Projeto Arquitetônico da Prefeitura Municipal de Joinville.ctb:** Joinville, 2018. Dispositivo eletrônico.