ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE OFUSCAMENTO EM AMBIENTES INTERNOS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO EM EDIFÍCIOS ALTOS EM CLIMAS SUBTROPICAIS.

Larissa Azevedo Luiz (1); Raquel Sanches Manfredini (2)
(1) Mestranda, Arquiteta e Urbanista, larissa.azevedo.luiz@usp.br, Universidade de São Paulo, Rua Cardeal Arcoverde, 2811, Cj.305, Pinheiros, São Paulo, 11 986186871
(2) Doutoranda, Arquiteta e Urbanista, sanchesraquel@hotmail.com, Universidade de São Paulo, Rua Cardeal Arcoverde, 2811, Cj.305, Pinheiros, São Paulo, 11 972043424.

RESUMO

A luz natural é um importante tópico a ser considerado em virtude dos níveis de aceitação de luminância interna e conforto visual. Envoltórias envidraçadas favorecem a contribuição de luz natural e a visibilidade do meio exterior. Entretanto, trazem implicações como o excesso de luz próximo às fachadas e altos níveis de iluminância vertical, ocasionando o aumento do contraste em relação a iluminância de fundo, principalmente em plantas profundas, resultando na aplicação de estratégias de mitigação como telas solares, persianas e películas. Portanto, o objetivo desse estudo é avaliar a aplicação de estratégias de mitigação de ofuscamento por meio da métrica de indicação de desconforto percebido pelos usuários, *daylight glare probability* (DGP). A definição do objeto de análise se deu em virtude da ocorrência de ofuscamento reportado pelos ocupantes do edifício. As simulações computacionais mostraram que, mesmo com uso de persianas internas, a probabilidade de desconforto por ofuscamento é alta, em função da incidência de radiação direta nas fachadas, sendo necessária a redução do fluxo de luz através de estratégias combinadas de películas e elementos de sombreamento internos, impactando negativamente na visibilidade do meio externo. Os resultados de DGP mostraram correlação direta entre os níveis de iluminância vertical e a percepção dos usuários em relação ao ofuscamento.

Palavras-chave: edifícios altos, iluminação natural, conforto, ofuscamento, DGP (*daylight glare propability)*

ABSTRACT

The quality of indoor environments concerning natural light is an essential topic to consider due to the acceptance of internal luminance and visual comfort. Buildings with glass façades favor the contribution of natural light and visibility with the outside environment. However, it has implications such as the excess of light flow near the facades and high levels of vertical illuminance, causing an increase in contrast in relation to background illuminance, mainly in deep plants and, therefore, applying mitigation strategies as solar screens, blackout blinds and films. Thus, the study's objective is to evaluate the application of strategies to mitigate the probability of glare utilizing the indicator daylight glare probability (DGP). The definition of the object of analysis was due to the occurrence of glare reported by the building's occupants perimeter areas of the façades. The computer simulation results showed that even with internal blinds, the probability of glare discomfort is high due to the medium or increased incidence of direct radiation in the buildings facades, making it necessary to substantially reduce the flow of light through combined solar films and internal shading elements, negatively impact visibility with the external environment. The DGP results showed a direct correlation between vertical illuminance levels and the users' perception of glare.

Keywords: Tall buildings, daylight, confort, confort glare, DGP (daylight glare propability)

1. INTRODUÇÃO

É muito comum a existências de edifícios altos com fachadas envidraçadas em grandes metrópoles como o Rio de Janeiro. Esse tipo de envoltória, muito difundida pelos arquitetos em todo o mundo, foi estimulada pelo favorecimento da luz natural nos espaços internos de trabalho, que propicia benefícios à saúde e aumento da produtividade, bem como a visualização do meio externo. No entanto, as fachadas de vidro permitem a penetração da radiação direta, resultando no aumento do uso de ar-condicionado para obtenção de conforto (Boyce,2003).

Portanto, a fim de reduzir as cargas térmicas e aumentar a eficiência energéticas desses edifícios, a aplicação de vidros com maiores índices de reflexão acarretaram a ocorrência do fenômeno do ofuscamento no contexto urbano, mantendo altos níveis de luz natural nos ambientes internos. (SUK et al, 2016)

O ofuscamento urbano, pode acometer as pessoas em virtude da alta reflexão da luz do sol em função de superfícies especulares ou altamente refletivas de fachadas enquanto caminham nas calçadas, dirigem ou mesmo pela reflexão de edifícios vizinhos.

Já em ambientes internos, a qualidade ambiental e a sensação de conforto em relação a luz natural podem ser comprometidas pelos altos níveis de iluminância, contraste excessivo e pela falta de uniformidade no campo de vista do observador. (Hirning et al, 2013).

Estimar, ainda em fases projetual, a probabilidade de ocorrência de ofuscamento em virtude das características da envoltória, tanto para espaços externos como para ambiente internos, tem sido algo defendido por diversos pesquisadores, principalmente para edifícios certificados.

Em vista disso, esse estudo pretende demonstrar o comportamento da permeabilidade da luz natural e a probabilidade de ocorrência de ofuscamento a partir de uma larga avaliação do ambiente interno de um edifício certificado na cidade do Rio de Janeiro.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é avaliar o impacto da iluminação natural em ambientes internos, a probabilidade de ofuscamento em função de altos níveis de iluminância no plano de trabalho e da iluminância vertical no campo de vista do observador e o desempenho da aplicação de estratégias de mitigação como telas solares, persianas *blackout* e películas, em edifícios altos envidraçados utilizando a métrica *daylight glare probability* (DGP).

3. MÉTODO

A avaliação do edifício de estudo para identificar a probabilidade de ocorrência de ofuscamento e o desempenho de elementos de mitigação se deu, em primeiro lugar, pela determinação de diversas posições do observador para se avaliar o comportamento da área total dos pavimentos e a relação da incidência solar nas respectivas orientações da fachada.

E em seguida por simulações computacionais que se utilizaram da métrica desenvolvida por Wienold and Christoffersen (2006), *Daylight Glare Probability* (DGP), sua posterior tabulação e análises quantitativas e qualitativas dos resultados.

• 3.1. Índice de Conforto – Daylight Glare Probability - DGP

O fenômeno em questão pode ser explicado pela dificuldade de acomodação visual, às condições extremas de luz ou brilho, pelo sistema ocular humano ocasionando cegueira momentânea, distração ou incomodo visual (IESNA,2000 e SUK et al, 2013).

O ofuscamento por luz natural, não pode ser determinado somente a partir da fonte, o sol ou a luz refletida pelo céu, e, portanto, da iluminância recebida no plano de trabalho, mas também pela iluminância vertical, pelas reflexões indesejadas e pelo contraste de brilho entre as superfícies no campo de visão do observador e a iluminação de fundo.

Em pesquisas que abordam a avaliação de ofuscamento, observou-se dificuldade de avaliação em função da percepção subjetiva, da capacidade de acomodação visual e dos pontos de visão do observador.

Em vista disso, o uso da métrica DGP se mostrou representativo à essas percepções, indicando por meio de uma escala o nível de desconforto dos usuários em relação ao ofuscamento.

O índice indica valores com intervalo entre 45% e 35%, ou seja, DGP 45% para percepção de ofuscamento intolerável, 45% a 40% para ofuscamento perturbador, 40 – 35% para ofuscamento perceptível e menor que 35% quando a ocorrência de ofuscamento é imperceptível (Wienold,2009).



Figura 1: Escala de percepção de índice de probabilidade de ocorrência de ofuscamento – DGP (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

- **3.2. Procedimento**

O procedimento de análise se deu a partir do desenvolvimento de modelos tridimensionais do edifício em estudo e seu entorno com as características físicas dos materiais de fachadas para elaboração das simulações computacionais de análise da ocorrência de ofuscamento, por meio do software *Rhinoceros* e do plugin do *Grasshopper, Honeybee*, o qual utiliza do software *Evalglare*[1] com base da ferramenta de cálculo *Radiance*. Figura 2 (Wienold et al, 2004 e Pierson et al, 2018).

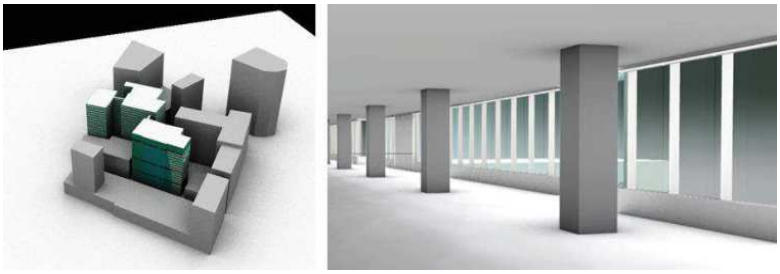


Figura 2: Modelo tridimensional do edifício em estudo e entorno. Software Rhinoceros (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

O edifício foi dividido em 3 grandes zonas baixa, média e alta, e então foram definidos os pavimentos de análise em cada uma delas, 5 º, 10 º e 17º pavimentos respectivamente. Para as análises considerou-se o edifício como planta livre, pois entende-se que o layout do edifício é adaptável. Sendo assim, a avaliação do desempenho pode ser feita de maneira genérica e indicar recomendações válidas para qualquer opção de layout futura.

Foram então marcadas 9 diferentes posições na planta, a fim de entender a influência do posicionamento do usuário em casos de ofuscamento, permitindo, assim, que o layout possa ser avaliado como uma opção viável para mitigar os casos de ofuscamento. Na figura 3 é possível observar os pontos definidos para a elaboração das simulações de DGP. As simulações foram realizadas considerando o usuário sentado e representam o seu ponto de vista. Para cada ponto, foram analisadas 3 vistas (olhando perpendicular à fachada, olhando a direita e olhando a esquerda) com as persianas abertas e fechadas, para manhã e tarde de inverno e verão.

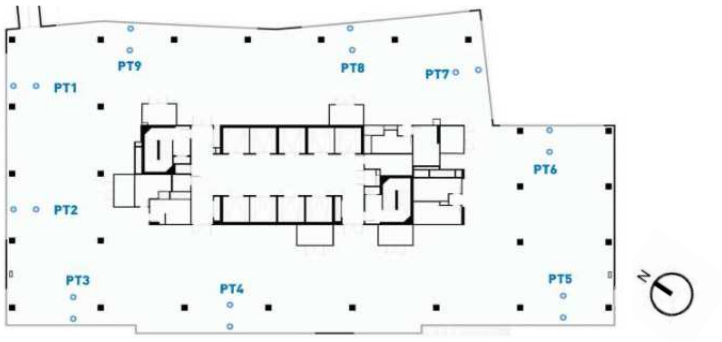


Figura 3: planta do pavimento com locação dos pontos de análise. (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

[1] Evalglare: software desenvolvido por J. Wienold at Fraunhofer ISE, detecta a partir de imagens HDR (hight definition 180º, olho de peixe, níveis de luminância na área de trabalho, luminância média e iluminância vertical para determinação de níveis de probabilidade de ofuscamento por meio do índice DGP.

Foram realizadas 432 simulações de probabilidade de ofuscamento, DGP, conforme descrito acima, a Figura 4 ilustra os resultados encontrados para as três vistas do ponto 1. A partir dos resultados levantaram-se os pontos críticos, com alta probabilidade de ofuscamento, para análise aprofundada e ampliação de cenários, a fim de se observar quais estratégias seriam mais efetivas para mitigar o ofuscamento nos usuários.

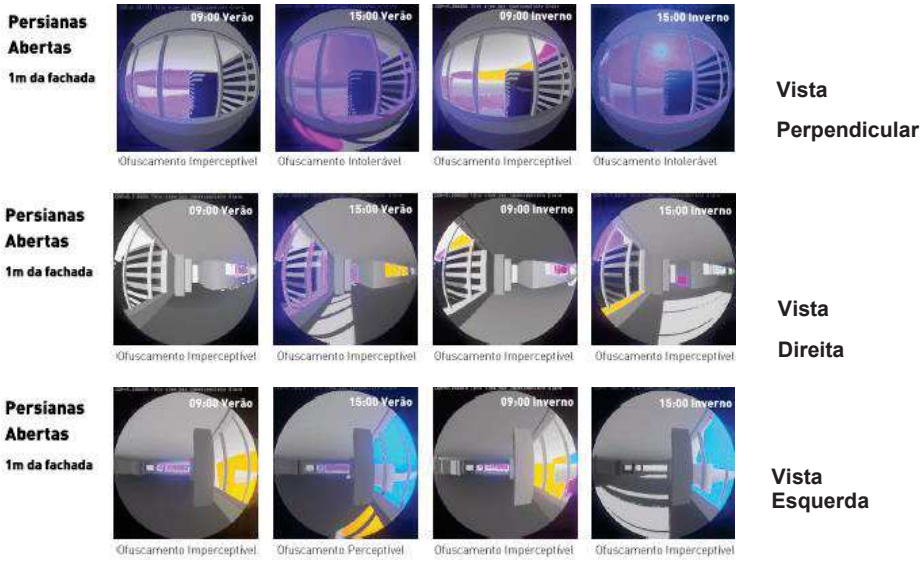


Figura 4: Simulações computacionais dos pontos de análise com a indicação de índice DGP (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

Tendo os resultados obtidos nos pontos 01 (com vidro transmissão luminosa TL 41,6%[2]) e 04 (vidro transmissão luminosa (TL) 21,6%[3]) sido os mais críticos, adotou-se como premissa que tais pontos poderiam ser entendidos como representativos dos demais pontos e pavimentos, e, portanto, de toda a edificação

Ou seja, os resultados encontrados, para esses pontos, seriam piores do que os demais pontos e, portanto, encontrar cenários positivos, do ponto de vista do conforto visual, para esses pontos significaria encontrar resultados positivos também para os demais pontos.

Identificou-se que os horários mais críticos, com valores de DGP mais altos mesmo com as persianas fechadas, eram aqueles em que o sol era visível através das aberturas em praticamente todo o ano. A partir de então foram verificadas as posições do sol na abobada celeste que seriam visíveis pelas aberturas em cada ponto, conforme o exemplo das Figuras 5 a 7.

A partir de tal análise definiram-se os pontos e horários críticos de cada pavimento, sendo Pontos 1 e 4, figura 5 e 6, nos pavimentos 10º e 17º e os pontos 4 e 9 no 5º pavimento, figura 7, já que o ponto 1 nesse pavimento não há janelas, para a execução das simulações de cenários de melhoria.

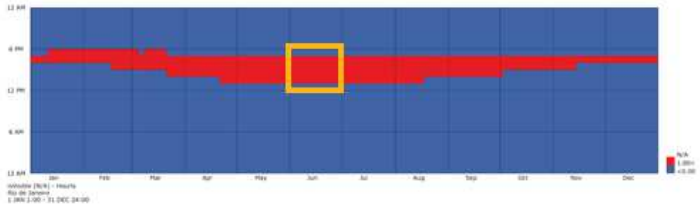


Figura 5: Análise de incidência solar direta - Ponto 1—17° Pavimento (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

[2] Fonte: ficha técnica enviada pelo fabricante - Vidro de controle solar Neutral plus 50 on Green 4mm + PVB incolor + cristal 6mm - TL 41,6%, fabricante Guardian do Brasil.

[3] Fonte: ficha técnica enviada pelo fabricante - Vidro de controle solar Royal Blue 20 on Clear 4mm + vidro incolor 6mm - TL 21,6%, fabricante Guardian do Brasil



Figura 6: Análise de incidência solar direta - Ponto 4—17° Pavimento (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

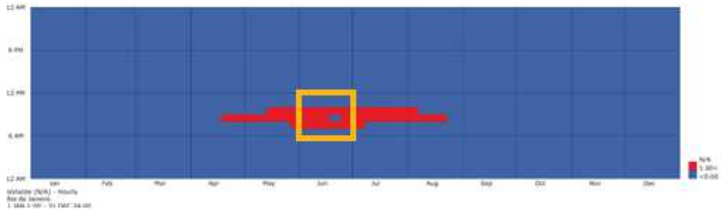


Figura 7: Análise de incidência solar direta - Ponto 9—5° Pavimento (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

Os pontos 1 e 9 foram simulados no período mais crítico no inverno, onde o sol com menor inclinação incide com maior ocorrência no campo de vista das pessoas no ambiente de trabalho, para o ponto 4, figura 6, as análises aconteceram no período do verão as 16h00.

Na sequência do estudo, foram propostos 8 cenários, além da situação do edifício atual, com variação de elementos de sombreamento internos de modo a avaliar o desempenho obtido e sua relação com a localização no pavimento. Observa-se que na escolha de cenários, por se tratar de um edifício já construído e com entrega recente não foram consideradas opções de intervenção externa pois seriam soluções de alto custo e de alto impacto no partido arquitetônico da fachada.

Cenário Base: Fachada existente – vidro de controle solar, transmitância luminosa (TL) 41,6% e vidro de controle solar, transmitância luminosa (TL) 21,6%, conforme Figura 8.

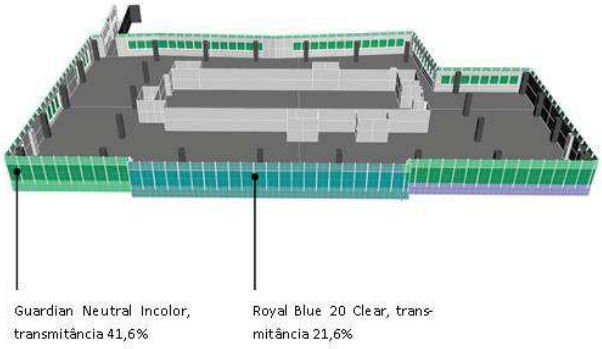


Figura 8: Pavimento de análise e características de fachada (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

- Cenário A: Fachada existente, com persianas de tela solar com TL 10% (Tela Sheer Screen K03-300)
- Cenário B: Fachada existente, com aplicação de película de TL 21% (NR Charcoal 20 - Garware[4]) – TL final 11,20%.
- Cenário C: Fachada existente, com aplicação de película de TL 21% e persiana tela solar TL 10%.
- Cenário D: Fachada existente, com persiana blackout de TL 0% - Morocco Frosted Ice – cod MOR M57
- Cenário E: Fachada existente, com aplicação de película de TL 4,5% (RA Charcoal 03 - Garware) – TL final 2,10%.

[4] Película solar: fonte: película garware.com. disponível em http://peliculagarware.com.br/nr-charcoal-20/ acesso 05.04.2020

- Cenário F: Fachada existente, com persianas de tela solar com TL 0,5% (Tela Sheer Screen K01-300)
- Cenário G: Fachada existente, com persianas de tela solar com TL 10% (Tela Sheer Screen K03-300) e película com TL 4,5%.
- Cenário H: Fachada existente, com persianas de tela solar com TL 0,5% (Tela Sheer Screen K01-300) e película TL 4,5%.

Foram executadas 54 simulações avaliando o impacto dos cenários propostos na probabilidade de ofuscamento cujos resultados foram tabulados, demonstrados por meio de imagens HDR e analisados de forma quantitativa a partir dos resultados da probabilidade de ofuscamento interpretado pelo índice de DGP de forma qualitativa a partir da posição do observador no pavimento.

4. RESULTADOS

Os resultados dos cenários de análise, Tabela 1, mostraram o comportamento individual e combinado das 9 estratégias de sombreamento, em relação à probabilidade de ofuscamento (DGP), bem como o comportamento em relação ao ponto de vista do observador dentre as 3 posições mais críticas avaliadas no projeto e o impacto do entorno, sendo os pavimentos mais altos, e mais expostos, mais críticos.

Tabela 1: Quadro resumo dos resultados de DGP nos 9 cenários simulados.

	Edifício Base	Cenario A - Persiana 10%	Cenario B película 24%	Cenario C Pesiana+ Película 24%	Cenario D Persiana Blackout	Cenário E Película 4,5%	Cenário F Pesianas 0,5%	Cenário G Persiana+ Película 4,5%	Cenário H Persiana 0,5%+Pelicula 4,5%
Ponto 1-17o Pavto	Intolerável	Intolerável	Intolerável	Perceptível	Imperceptível	Intolerável	Incomodo	Imperceptível	Imperceptível
Ponto 1-10º Pavto	Intolerável	Intolerável	Intolerável	Perceptível	Imperceptível	Intolerável	Imperceptível	Imperceptível	Imperceptível
Ponto 9-5o Pavto	Intolerável	Intolerável	Intolerável	Imperceptível	Imperceptível	Intolerável	Imperceptível	Imperceptível	Imperceptível
Ponto 4-5o Pavto	Intolerável	Perceptível	Intolerável	Imperceptível	Imperceptível	Perceptível	Imperceptível	Imperceptível	Imperceptível
Ponto 4-10o Pavto	Intolerável	Perceptível	Intolerável	Imperceptível	Imperceptível	Incomodo	Imperceptível	Imperceptível	Imperceptível
Ponto 4-17o Pavto	Intolerável	Intolerável	Intolerável	Perceptível	Imperceptível	Incomodo	Imperceptível	Imperceptível	Imperceptível

Fonte: (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

Os cenários do edifício atual (base) com os vidros de controle solar, cujas taxas de transmissão luminosa (TL 41% e 21,6%) já são menores que vidros laminados comuns (TL 88%5), apresentaram níveis de iluminância vertical maiores que 8.000 cd/m2, ou seja, de desconforto intolerável, em todos os pontos analisados, indicando a necessidade de uso de dispositivos de difusão da luz solar (película), de permeabilidade (telas solares) ou bloqueio (telas blackout) pra obtenção de conforto.

Entretanto, observou-se que as telas solares com 10% de perfuração (cenário A) mesmo reduzindo o nível de ofuscamento em mais de 50%, sendo o DGP = 1 no cenário base enquanto no cenário A DGP=0,48 no ponto 01 no 17 pavimento, ainda não se torna suficiente para reduzir a incidência da luz direta quando o sol está localizado no ponto de vista do observador.

[5] Fonte: Cebrace TL 88%

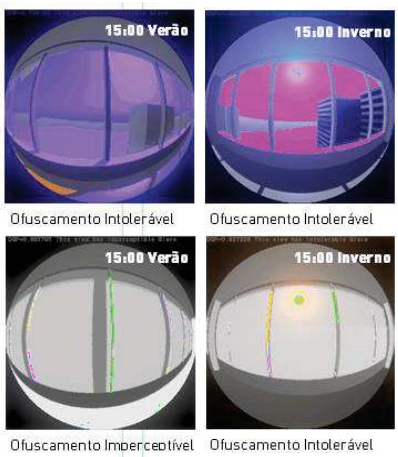


Figura 9: Mapas de luminância e avaliação do software Evalglare e índices de DGP. (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

Os cenários E (Figura 10c) e B (Figura 10c), representam o comportamento de aumentar a difusão da luz incidente por meio de películas no vidro.

O cenário B, Figura 10b, apresenta menor redução do índice de DGP (0.68) se comparado com o uso de persianas de permeabilidade 10%, enquanto o cenário E, figura 10c, indica que o uso da película reduz consideravelmente o nível de iluminação geral no ambiente interno.

Porém ainda o ofuscamento é percebido como intolerável, à medida que ainda possibilita certa incidência direta do Sol em função do ângulo do observador e do aumento do contraste interno, pois a iluminação de fundo é muito prejudicada.

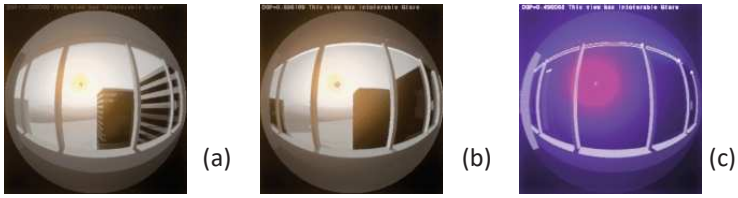


Figura 10: Mapas de luminância e avaliação do software Evalglare e índices de DGP, figura esquerda cenário base (a), figura no centro (b), cenário B e figura a direita, cenário E (c). (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

Os cenários cuja estratégia consistiu no uso simultâneo de persianas e películas de controle solar, cenário C, cenário G e cenário H, apresentaram melhor condição de conforto, com índices de DGP menores que 0.35 em todas as posições do pavimento.

Os cenários H e D apresentaram menores índices de DGP, menores que 0,10, ou seja, não há a percepção de ofuscamento pelos ocupantes em todos os pontos de vista do observador no pavimento. Entretanto, há a redução considerável dos níveis de luz natural que atravessa a fachada de vidro, bem como a impossibilidade de visibilidade com o meio externo, principalmente com o uso das persianas blackout, cenário D, Figura 11.

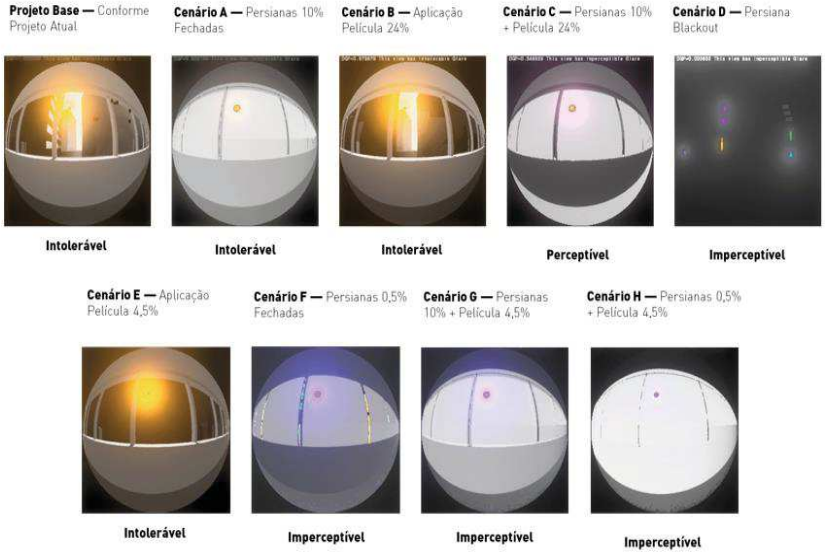


Figura 11: Mapas de luminância com determinação de índice de ofuscamento DGP de todos os cenários de estudo. (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

Também a influência de localização do observador pode ser avaliada. Observou-se que os índices de desconforto foram maiores para os usuários localizados na fachada noroeste, ponto 1, pois experienciam durante maior período no ano a ocorrência de ofuscamento em função da posição solar, se comparado com os ocupantes situados na fachada sudoeste, ponto 4, figura 12.

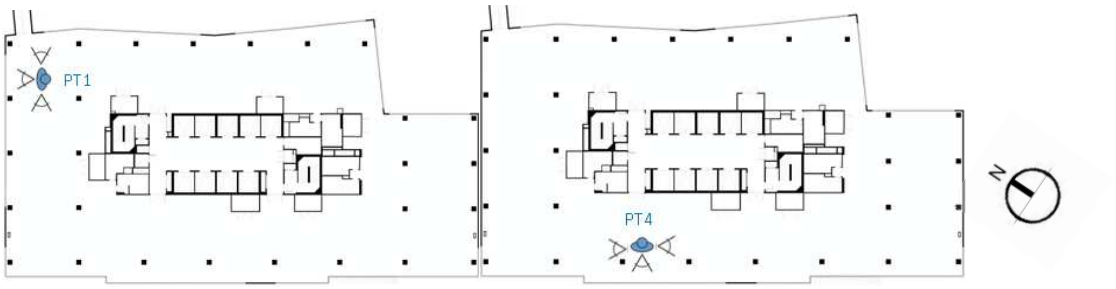


Figura 12: Planta de localização dos pontos de análises e pontos de vista do observador. (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

Quando há a incidência direta do sol em função da sua posição, no ponto 1, no inverno às 15h e no ponto 4 no verão às 15h, há probabilidade de ofuscamento em ambos os pontos 1 e 4 quando o usuário está perpendicular à fachada.

A análise se dá, também, em relação ao excesso de iluminância, que pode ocorrer a partir da contribuição da luz do céu ao ambiente interno, não somente quando o sol está posicionado diretamente no campo de vista do observador.

Os resultados no ponto 1, mostraram que para os usuários localizados à noroeste, a ocorrência de ofuscamento acontece de forma perpendicular a distância de 1m da fachada, e, lateralmente, tanto no ponto de vista a direita ou a esquerda, somente quando o usuário está mais adentro da planta, a distância de 3m da fachada, em virtude da maior ocorrência de contraste entre a iluminância vertical e a iluminância de fundo, figura 13.

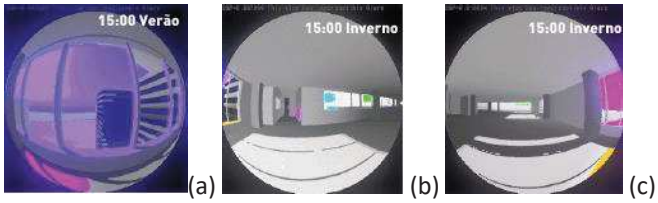


Figura 13: (a) ponto 1 perpendicular 15hverão 1m da fachada (b)ponto 1 direita 15h inverno, a 3m da fachada (c) ponto 1 – 15h no inverno a 3m da fachada. (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

No ponto 4 há a ocorrência de ofuscamento perceptível quando o usuário está perpendicular à fachada, figura 14a, ao contrário de quando a incidência de luz é lateral, direita ou esquerda e a distância da fachada seja 1m ou 3m. No entanto, quando a visão é lateral com persianas internas, a luz que permeia pela tela, produz um iluminamento da tela solar, ocasionando ofuscamento perceptível, figura 14b.

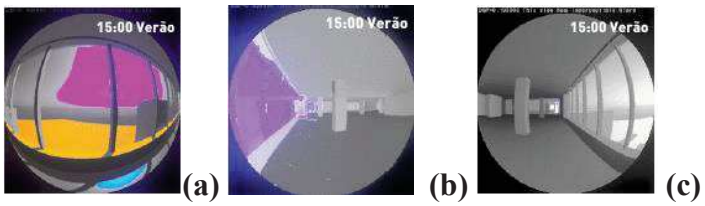


Figura 14: (a) ponto 4, perpendicular, 15h verão 1m da fachada; (b)ponto 4 a direita, 15h inverno, a 3m da fachada; (c) ponto 4 a esquerda, 15h no inverno a 3m da fachada. (LUIZ; MANFREDINI, 2020)

5. CONCLUSÕES

O presente estudo demonstra o impacto do uso de fachadas envidraçadas, a avaliação de dispositivos de sombreamento para mitigar a ocorrência do fenômeno de ofuscamento, por meio do método de avaliação de probabilidade de ofuscamento utilizado internacionalmente chamado DGP, e a relação da posição do observador no ambiente de trabalho com o seu conforto visual.

Os resultados mostraram que o uso de persianas é necessário em edifícios com fachadas envidraçadas para que haja a redução da probabilidade de ofuscamento ou que o fenômeno seja atenuado.

O uso de persianas internas se mostrou eficaz quando a permeabilidade é baixa ou inexistente, persianas *blackout*, bem como, o uso de estratégias combinadas, entre telas solares e películas de controle solar que bloqueiam parte da luz visível, reduzindo o nível de iluminância vertical e, portanto, a possibilidade de ofuscamento pelo excesso de luz ou por contraste entre o ponto de vista do observador e o iluminância de fundo.

Em contrapartida, o uso de dispositivos internos reduz a visibilidade com o meio exterior, em virtude disso, o uso de dispositivos com controle manual, como as persianas, é mais recomendado, pois serão acionados conforme percepção ambiental do usuário podendo ser retirados nos momentos em que não há ofuscamento (Wienold,2007).

As películas, apesar de se mostrarem eficientes quando combinadas com as persianas, não se mostraram eficientes como solução única e têm dois grandes pontos negativos: reduzem drasticamente a penetração de luz natural em horários que não são críticos e impactam negativamente no partido arquitetônico das fachadas pois causam deformações de cor nos vidros quando aplicadas.

Também se observou que, em relação à localização do observador, usuários posicionados próximos às fachadas não terão, necessariamente, maior possibilidade de ofuscamento se comparadas às pessoas que se encontram em zonas mais profundas. A relação de conforto está no nível de iluminância no campo do observador, capacidade de acomodação visual e uniformidade de luz próxima ao campo visual do observador.

Ou seja, usuários situados a 1 ou 3 metros das fachadas, sob influência da incidência de luz direta e difusa, perpendicular ao campo de visão, experimentaram maiores níveis de DGP, ou desconforto por ofuscamento.

Baseando - se nesse estudo, é possível estimar a necessidade de uso de dispositivos de sombreamento e seus respectivos resultados de desempenho, em relação ao controle de ocorrência de ofuscamento em projetos que tenham as premissas de envoltória similares ao edifício de estudo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOYCE,P.R. **Human factors in lighting. Lighting research Center**. 2 ed. Nova Yorque: ed. Taylor e Francis. 2003.

IESNA.lluminating Engineering Society of North America**. IES Lighting Handbook**. ED.9, IESNA, New York. 2000.

HIRNING, MICHAEL & ISOARDI, GILLIAN & COYNE, STEVEN & GARCIA-HANSEN, VERONICA & COWLING, IAN. **Post occupancy evaluations relating to discomfort glare: A study of green buildings in Brisbane**. Building and Environment. 2013.

PIERSON, C; WIENOLD JAN, BODART, MAGALI. **Daylight Discomfort Glare Evaluation with Evalglare: Influence of Parameters and Methods on the Accuracy of Discomfort Glare Prediction**. Researchgate. Buildings 8:94. 2018

WIENOLD, JAN; CHRISTOFFERSEN, JENS. **Evaluation methods and develpment of a new glare prediction modelo for daylighting environmets with use of CCD câmeras.** Energy and Buildings. Ed. Elsevier.2006_fl12 743-757.

SUK,J; SCHILLER,M; KENSEK,K. **Is Exterior Glare Problematic? Investigaition on Visula Disconforto Caused by reflected sunlight on specular Building Facades**. PLEA. Cities Buldings people: Towards regenerative environments. Los Angeles.2016

SUK.J.Y;SCHILLER.M. **Investigation of Evalglare software daylight glare probability and High dynamics range imaging for daylight glare analysis**. Lighting research and technology. 2013.p.450-463.

WIENOLD,J. **Dynamic Daylight Evaluation,** In: Proceedings of buildings simulation. 2009.pp.944-951.

WIENOLD,J. KUHN TILMANN, Christoffersen, Jens. Evalglare. **A new Radiance based tool to evaluate glare in ofice spaces**. Conference 3rd.International Radiance Workshop. Fribourg.2004.

WIENOLD,J. **Dynamic Simulation of blind Control Strategies for visual comfort and energy balance analysis.** Proceedings Building Simulation. 2007.pp.1197-1204.