XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8727

Desempenho de tipologias de fachadas quanto a probabilidade de ofuscamento em clima quente e úmido da ZB6A

Performance of façade types in terms of daylight glare probability in the hot and humid climate of ZB6A

Marcelo Epiphanio da Rosa
Universidade Federal de Pelotas | Pelotas | Brasil | mlorosarq@gmail.com
Matheus Menezes Oliveira
Universidade Federal de Viçosa | Viçosa | Brasil | matheus.menezes@ufv.br
Carolina de Mesquita Duarte
Universidade Federal de Pelotas | Pelotas | Brasil | carolinademesquita@hotmail.com
Luiza Coutinho Bernardes
Universidade Católica do Paraná | Pelotas | Brasil | luizacber@gmail.com
Celina Maria Britto Correa
Universidade federal de Pelotas | Pelotas| Brasil | celinabrittocorrea@gmail.com

Resumo

A luz natural é desejável em ambientes de trabalho, entretanto pode favorecer a presença de iluminâncias excessivas nos espaços internos, resultando áreas com interferência para brilho, que pode ocasionar ofuscamento. Dessa maneira, esse trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de tipologias de fachadas quanto a probabilidade de ofuscamento para o clima quente e úmido da cidade de Boa Vista (RR). O método adotado foi por meio de simulações computacionais dinâmicas através dos softwares *Rhinoceros* 8.0 com o *plugin ClimateStudio*. Os resultados apontaram que, para o contexto climático analisado, fachada convencional e fachada dupla ventilada são capazes de minimizar percentuais com áreas de brilho excessivo. Em contrapartida, fachada envidraçada do tipo piso á teto não se mostrou satisfatória, acarretando níveis insatisfatórios para condições de brilho. A escolha adequada do envidraçamento e a transmitância visível do vidro externo da fachada mostrou-se um fator determinante para garantir níveis aceitáveis com menores problemas para a probabilidade de ofuscamento para o clima da ZB2A.

Palavras-chave: Ofuscamento. Fachadas envidraçadas. Fachada dupla ventilada. ClimateStudio. Clima quente.

Abstract

Daylight is desirable in work environments; however, it can lead to excessive illuminance levels indoors, resulting in areas with glare interference, which may cause glare. Consequently, the aim of this study was to evaluate the performance of different façade types in terms of daylight glare probability in the hot and humid climate of the city of Boa Vista (RR). The method employed involved dynamic computer simulations using Rhinoceros 8.0 software with the ClimateStudio plugin. The results indicated that, for the climatic context analysed, conventional façades and double skin facades are capable of minimising the percentage of areas with excessive glare. In contrast, floor-to-ceiling glazed façades proved unsatisfactory, resulting in unacceptable glare levels. The appropriate choice of glazing and the visible transmittance of the

Como citar:
ROSA, M. E.; OLIVEIRA, M. M.; DUARTE, C. M.; BERNARDES, L. C.; CORREA, C. M. B. Desempenho de tipologias de fachadas quanto a probabilidade de ofuscamento em clima quente e úmido da ZB6. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

façade's external glass proved to be a determining factor in ensuring acceptable levels with fewer glare issues for the ZB2A climate zone.

Keywords: Glare. Glazed façades. Double skin façades. ClimateStudio. Hot climate.

1. INTRODUÇÃO

Os fechamentos envidraçados são os elementos de maior fragilidade frente ao meio externo e intensificam a transferência de energia interna, em um índice aproximadamente cinco vezes superior quando comparado aos fechamentos opacos [1][2]. Por essa razão, os elementos transparentes possuem um impacto direto na quantidade de luz e calor que adentra pelas janelas [3][4], tornando-se vulneráveis e influenciando diretamente na percepção e estado cognitivo do ocupante.

Diante disso, o aproveitamento dos benefícios da luz natural através das janelas possui uma característica conflituosa. Segundo Rosa *et al.* [5], na busca pelo conforto visual, muitos usuários optam por fazer uso de persianas para minimizar reflexões e contrastes. Entretanto, quando esses dispositivos de controle solar são ativados, consequentemente é reduzido a contribuição da iluminação natural [6][7].

No que diz respeito ao desempenho lumínico, as fachadas envidraçadas podem apresentar como desvantagem um aumento no brilho excessivo de iluminação natural no ambiente interno, sendo um risco potencial para desconforto visual, como a probabilidade para a ocorrência do ofuscamento [8]. O uso da luz natural é desejável em ambientes de trabalho, mas essa deve ser fornecida com precaução, uma vez que a luz em excesso ou mal distribuída pode gerar brilhos em demasia, perturbações e perda de visibilidade ao usuário, além de ganhos desnecessários de calor [8].

Segundo Boyce [9], o brilho representa uma forma mais acentuada de irregularidade e tende a ser percebido rapidamente, devido aos elevados níveis de luminância que afetam o campo visual do observador. A resposta habitual a essa condição é piscar, desviar o olhar ou proteger os olhos contra a luz excessiva. O ofuscamento, por outro lado, surge em consequência da intensa iluminação proveniente da radiação solar direta ou da reflexão em superfícies internas e externas [10]. Dessa forma, pode-se concluir que esses fatores estão interligados ao grau de eficácia da transparência de um vidro, em ambientes com grandes áreas envidraçadas.

Apresentada por Wienold e Christoffersen [11] e incorporada à norma europeia EN 17037 [12], a métrica conhecida como "Probabilidade de Ofuscamento pela Luz Natural" (DGP) quantifica a probabilidade de ofuscamento provocado pela iluminação natural. Por meio do índice DGP, é possível calcular a intensidade luminosa levando em conta o efeito de saturação, utilizando a iluminância vertical como um parâmetro que representa a quantidade de luz que chega aos olhos. Essa métrica é considerada uma das mais eficazes para identificar ofuscamento ocasionado por desconforto e para avaliar o contraste [13][14].

Devido aos efeitos da radiação solar nos edifícios envidraçados, a utilização de fachadas duplas ventiladas (FDVs) podem amenizar as condições climáticas, reduzindo o ganho de calor provindo da radiação solar, sem abandonar a utilização do vidro [15].

Nesse sentido, Góes [16] aponta que uma FDV pode equacionar as demandas energéticas mediante estratégias passivas, uma vez que utilizam a própria concepção arquitetônica como solução de conservação energética.

Fallahpour *et al.,* (17) apontam que devido ao seu apelo estético, as FDVs são amplamente utilizadas na arquitetura contemporânea, particularmente em edifícios envidraçados. Isso se justifica pelo fato de a cavidade de ar formada entre as camadas de vidros atuarem como isolamento contra temperaturas extremas, por mitigar a radiação solar direta e melhorar a ventilação interna [28]. Por esse motivo, os sistemas de FDV se tornaram um componente integral em edifícios contemporâneos [18][15][19].

Em relação a luz natural nessas fachadas, Ghonimi [20] constatou que uma FDV reduz a intensidade da iluminação em comparação com a fachada tradicional, em uma zona de clima quente na cidade de Al-Obour, Egito. Segundo o autor, a FDV redireciona uma grande quantidade de luz solar incidente por reflexão para o teto, e difunde a luz no espaço, enquanto que uma fachada tradicional, a variação da iluminação é muito grande entre pontos muito claros próximos da janela e pontos muito escuros longe da janela.

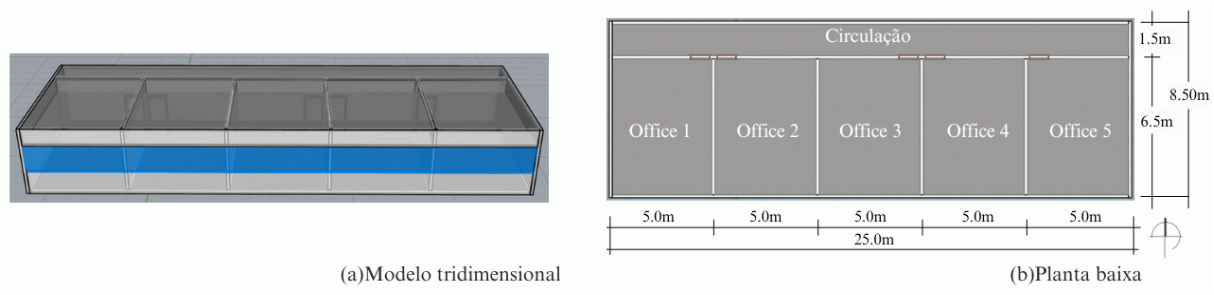
Condição semelhante encontrada nos achados de Unluturk e Kazanasmaz [21] a partir de uma extensa revisão sistemática de literatura. Os autores constataram que a luz natural é distribuída homogeneamente nos espaços e que problemas de excesso de brilho no ambiente interno é reduzido. Em contrapartida, os pesquisadores concluíram que o desempenho da luz natural em FDVs têm desvantagens na literatura revisada, e que a otimização da luz do dia começou a ser pesquisada em estudos recentes quando comparado a pesquisas que examinam o desempenho térmico e energético em FDVs.

Considerando o uso de FDVs como uma estratégia passiva, que pode melhorar a qualidade da luz natural, este artigo tem como objetivo principal avaliar o desempenho lumínico, comparando tipologias de fachadas em um modelo arquétipo de escritórios para o clima quente e úmido da cidade de Boa Vista (RR). Para isso, avaliou-se o percentual de ocorrência anual dos níveis quanto à probabilidade de brilho que possa causar ofuscamento, através do indicador Probabilidade de Ofuscamento pela Luz do Dia (*Daylight Glare Probability* - DGP).

2. METODOLOGIA

O método empregado neste estudo foi a simulação computacional em regime dinâmico através da modelagem dos arquétipos no *software Rhinoceros* 8.0, e simulação para a Probabilidade de Ofuscamento foi conduzida utilizando o *Plugin ClimateStudio* 2.0. A análise foi realizada utilizando um modelo representativo da arquitetura coorporativa, que representa um pavimento típico de escritórios orientado para o Sul (Figura 1) e adaptado da pesquisa de Didoné, Wagner e Pereira [22].

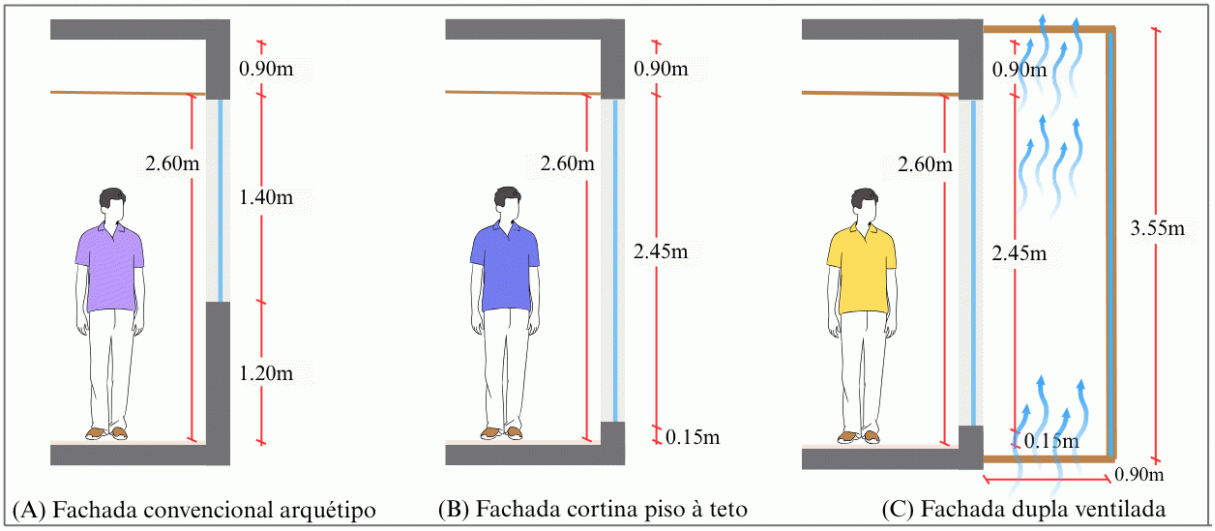
Figura 1: (A) modelo tridimensional e (B) planta baixa do arquétipo



Fonte: Adaptado de Didoné, Wagner e Pereira [22].

Elaborou-se três arquétipos distintos, o primeiro retrata uma fachada convencional, o segundo uma fachada do tipo piso a teto e o terceiro uma fachada dupla ventilada, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Corte esquemático dos modelos dos cenários avaliados



Fonte: Autores.

Com relação a materialidade construtiva, os materiais foram configurados conforme as propriedades ópticas dos elementos opacos e transparentes. Para os materiais opacos foi considerado a refletividade visível (*Rvis*), e para os transparentes as propriedades de transmissividade visível (*Tvis*).

Com relação aos elementos transparentes, optou-se por analisar o desempenho de vidros laminados baixo emissivos (*Low-e*), uma vez que esse tipo de envidraçamento limita a entrada de energia solar, sem impedir a transmissão luminosa. Desse modo, a escolha dos vidros deu-se a partir da análise de suas propriedades de transmitância à luz solar visível (*Tvis*). Para a seleção dos tipos de vidro, optou-se em comparar a influência da *Tvis* no desempenho da luz natural. Sendo assim, realizaram-se comparações entre dois vidros com transmitância à luz visível distintos - 49,4% e 58,9%. Esses envidraçamentos, são compostos por vidro 4mm (*low-e*) + PVB incolor 0,38 + vidro 4mm (*clear*).

A Tabela 1 apresenta as propriedades ópticas dos materiais para simulação computacional e foram configurados em *Materials: Assign Materials* no *plugin ClimateStudio*.

Tabela 1: Propriedades ópticas dos materiais para simulação computacional

Superfície	*Material (ClimateStudio)*	*Rvis*(%)	*Tvis*(%)
Paredes internas	*Beige painted wall*	68,1%	-
Paredes externas	*Exterior White wall*	80,5%	-
Piso	*Ceramic light grey*	67,6%	-
Forro	*White ceiling panels*	84,9%	-
Portas	*Lightbrown laminate door*	25.5%	-
Perfis esquadria	*Aluminium White cladding*	47,2%	-
Vidro 1	*DGU COOL-LITE KS 154*	-	49,4%
Vidro 2	*DGU COOL-LITE SKN 165*	-	58,9%
Perfis FDV	*Metallic hand rail*	46,3%	-

Fonte: Baseado no *ClimateStudio* [23].

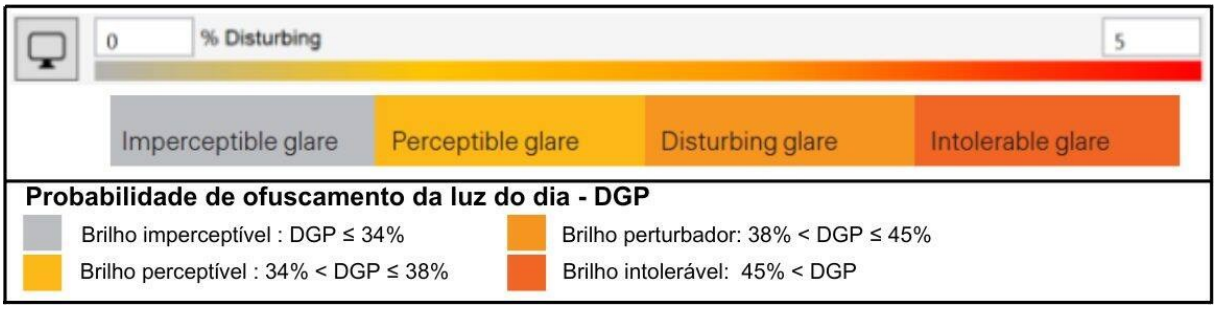
Com relação ao arquivo climático, avaliou-se o contexto climático da cidade de Boa Vista (RR) que se situa na Zona Bioclimática 6A – muito quente e úmida, conforme a NBR 15220-3 [24].

O arquivo climático considera uma série temporal anual para os 365 dias, fornecendo os parâmetros de irradiação e iluminância horizontal global, irradiação e iluminância direta normal e irradiação e iluminância difusa horizontal. Para isso, inseriu-se no *ClimateStudio* (CS), o arquivo climático representativo de Boa Vista (RR), no formato TMY (*Typical Meteorological Year*) TMYX.2004-2018, com localização definida de Boa.Vista.Intl.AP.820220, 2,846 (latitute) e -60,69 (longitude), da própria base de dados do programa no Climate.OneBuilding.Org.

Posteriormente, foi configurado a malha e pontos (sensores), que representa o plano de análise onde as iluminâncias são mapeadas, conforme as exigências da LM-83 [25], funcionando como superfície de trabalho. Em relação ao período de ocupação para avaliação, considerou-se as recomendações da LM 83 [25], que justifica o horário de 10h como uma aproximação das horas de trabalho normal, período para ocupação no ambiente de serviço. Portanto a configuração das simulações computacionais seguiu o intervalo que vai das 8h às 18h, 10 horas diárias com luz natural.

No que se refere a métrica de avaliação, o indicador para a variável Brilho Anual (*Annual Glare*), avalia a presença de ofuscamento ao longo do ano. Dessa forma, o *ClimateStudio* calcula a distribuição anual de reflexos em uma área ocupada, por meio da métrica de análise *Daylight Glare Probability* (DPG). Para isso, o CS realiza os cálculos a partir do brilho relacionado ao efeito de saturação, com a iluminância vertical como indicador de quantidade de luz que atinge os olhos, considerando a malha de sensores em 1,20, levando em conta a altura dos olhos de um usuário sentado. Desse modo, o DGP pode ter valores entre 0% e 100%, que são divididos em ofuscamento imperceptível, perceptível, perturbador ou intolerável, conforme a faixa de escalas apresentada na Figura 3.

Figura 3: Faixa de classificação para o indicador DGP



Fonte: *Solemma* [23].

3. RESULTADOS

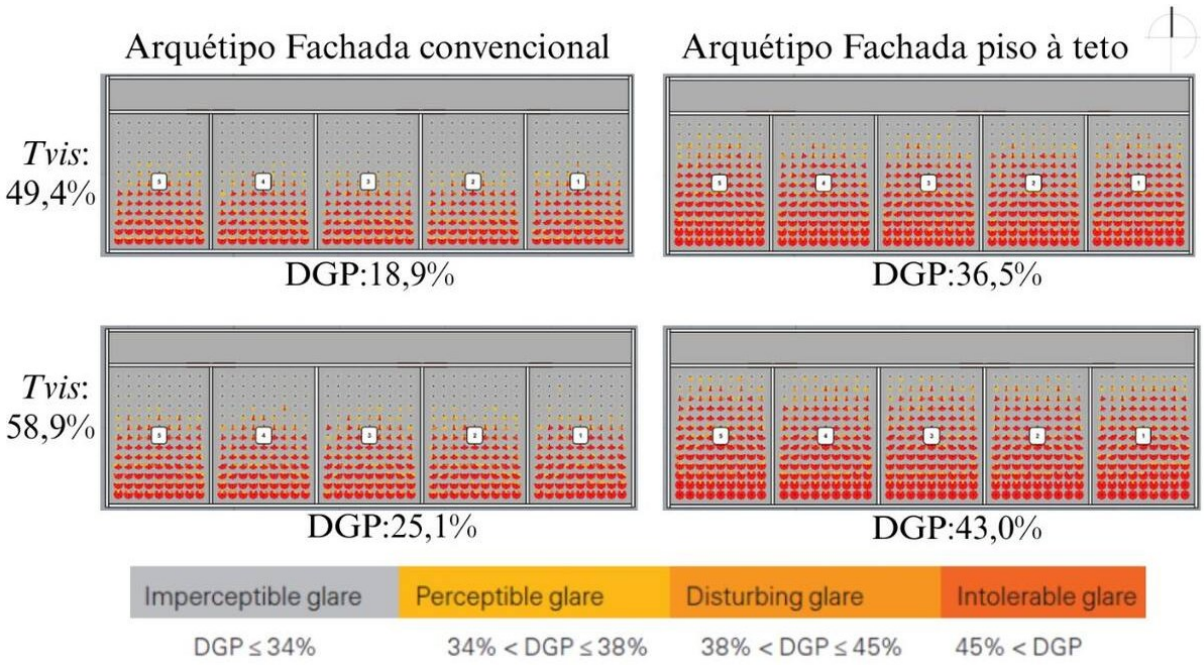
A seguir apresentam-se os resultados obtidos para os cenários avaliados. Cada cenário é analisado seguindo o indicador de iluminação natural para a Probabilidade de Ofuscamento pela luz do dia, considerando os dois tipos de transmitância à luz visível, 49,4% e 58,9%.

O *plugin ClimateStudio* fornece os dados dinâmicos da simulação que retratam a porcentagem de horas do ano com iluminação natural de acordo com o desempenho das iluminâncias. Dessa maneira, os resultados das análises de DGP são apresentados em sDG (*spatial disturbing glare* ou ofuscamento perturbador espacial), que representa a porcentagem de visuais, em toda área de piso ocupada, em que o usuário experimenta vistas com brilho perturbador ou intolerável (DGP>40%) por ao menos 5% do tempo de ocupação.

Por meio dos resultados das simulações computacionais de DGP contidos na Figura 4, pode-se observar que o cenário fachada convencional apresentou os menores valores para porcentagem de visuais com brilho, sendo classificado em brilho imperceptível com DGP ≤ 34%. Nesse caso, pode-se dizer que apesar do aumento da *tvis* do vidro 2 (*tvis* 58,9%) não prejudicou a qualidade da iluminação nos ambientes de escritórios, uma vez que não criou condições de ofuscamento.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8727

Figura 4: Resultados de DGP para fachada convencional (à esquerda) e fachada piso à teto (à direita)



Fonte: Autores.

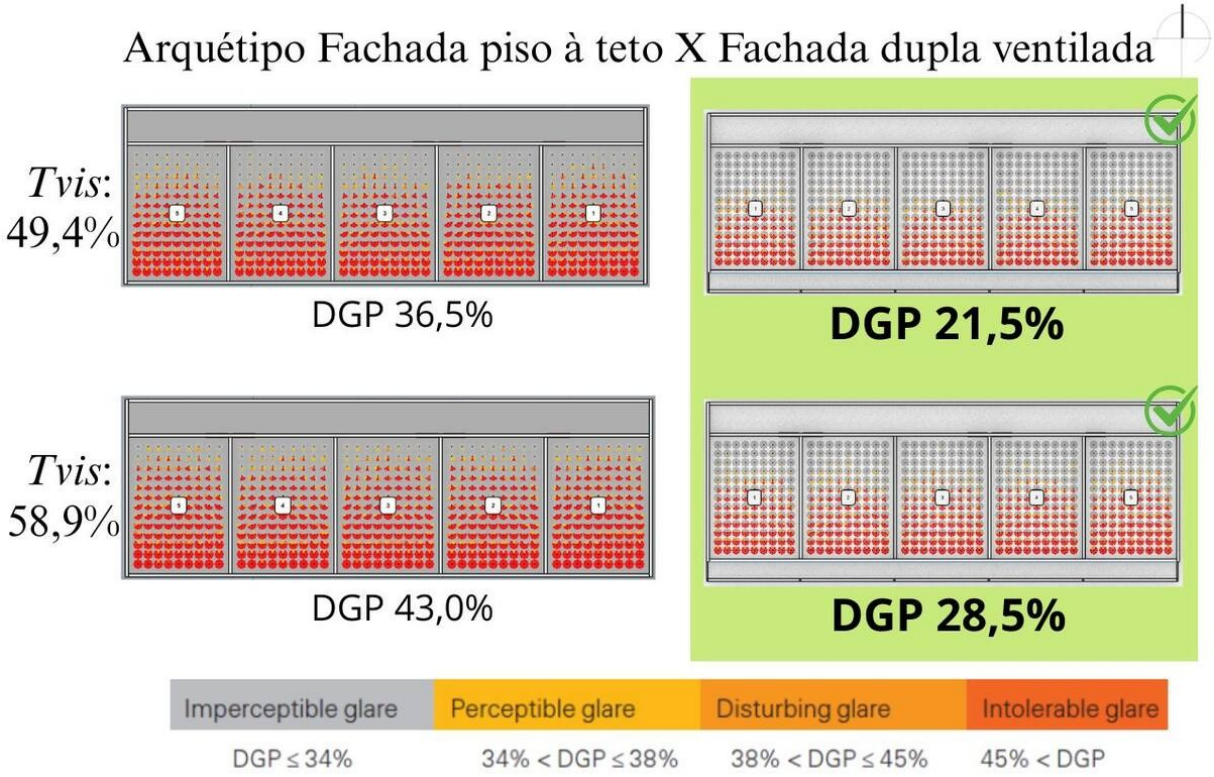
Na sequência, aparece o cenário formulado por uma fachada altamente envidraçada, essa tipologia arquitetônica atingiu as maiores porcentagens de visuais com brilho, resultou DGP 36,5% para a *tvis* 49,9% e DGP 43,0% na *tvis* 58,95, provavelmente devido à maior área transparente na fachada. Quando comparado ao cenário fachada convencional, houve um acréscimo de 17,6% (v1) e 17,9% (v2) maior, com porcentagem de visuais no espaço interno em que os ocupantes sofrem com brilhos excessivos, com incidência solar direta e, consequentemente, na ocorrência de ofuscamento.

Entre esses cenários, o envidraçamento de *tvis* 49,9%, resultou brilho perceptível com 34% < DGP ≤ 38%, em contrapartida o aumento do *tvis* para 58,95% atingiu brilho perturbador 38% < DGP ≤ 45%, com a presença de iluminâncias em excesso. Nesse sentido, de forma geral, verifica-se que uma fachada altamente envidraçada com envidraçamentos de *tvis* acima de 49%, prejudicou a qualidade do brilho, ao criar condições para a possibilidade de ofuscamento, apresentando os maiores índices de ofuscamento. Por outro lado, resultou maior percentual de iluminâncias no plano horizontal. Além disso, pode-se constatar que à presença do peitoril opaco se mostrou satisfatório, favoreceu a qualidade da iluminação, ao minimizar áreas com a ocorrência de ofuscamento em edifícios de escritórios onde brilhos em excesso são indesejados.

Com relação ao cenário fachada dupla ventilada, a adição de uma pele de vidro a 0.90m da construção, reduziu os percentuais de áreas que antes sofriam com ofuscamento, quando observados os resultados na Figura 5.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8727

Figura 5: Resultados de DGP para fachada piso à teto (à direita) e fachada dupla ventilada (à esquerda)



Fonte: Autores.

Conforme os resultados das simulações, observa-se que o cenário fachada dupla ventilada, minimizou as áreas que atingiram a ocorrência para ofuscamento nos ambientes de escritórios, com DPG de 21,5% em v1 e 28,5% para v2, ambos classificados em DGP ≤ 34% com brilho imperceptível. Esta situação pode ser identificada comparando-se os resultados do cenário piso a teto com o cenário fachada dupla em ambos envidraçamentos. Para V1, a FDV apresentou 15,0% menos probabilidade de áreas para ofuscamento e, no V2, uma redução de 14,5%. Como pode ser observado, não houve variação considerável nos valores de DGP. No entanto, vale ressaltar que o acesso à iluminação natural diminuiu nesses cenários, mas a qualidade da iluminação melhorou.

A avaliação dos cenários com FDV demonstrou que uma pele extra de vidro é capaz de reduzir os níveis de DGP, quando comparados aos cenários sem a camada de vidro adicional, uma vez que a configuração arquitetônica da fachada e semelhante. Portanto, considerando a escala do edifício, a pele de vidro extra funcionou como uma relativa barreira contra a radiação solar direta na fachada.

Em relação aos diferentes tipos de vidros analisados, os resultados obtidos estão alinhados com os achados de Pereira [26] e Liu *et al.* [27], que apontaram que um aumento na transmitância visível de um vidro está associado a maiores índices de potencial de ofuscamento.

Portanto, como pode ser identificado por meio dos resultados apresentados, a combinação entre diferentes parâmetros, como a configuração arquitetônica da fachada, a escolha do vidro, pode influenciar diretamente na condição para

possibilidade de brilho em demasia que pode gerar problemas de ofuscamento para usuários que possuem postos de trabalho próximos a fachadas envidraçadas para a Zona Bioclimática 6A. Dessa forma, para o contexto climático quente e úmido da cidade de Boa vista (RR), observou-se que:

- Fachada convencional com peitoril opaco e com vidro de *tvis* até 58,9% se mostrou mais satisfatório, sendo uma medida de controle contra o ofuscamento;
- Fachada altamente envidraçada apresentaram valores altos para ofuscamento, indicando a presença de desconforto por brilho em ambos os vidros avaliados, reforçando o incômodo visual. Essa tipologia de fachada resultou iluminâncias em excesso, sendo necessário o sombreamento adequado das aberturas para melhores resultados. Talvez, vidros com *tvis* inferior a 49% possa resultar condições mais favoráveis para essa situação;
- Fachadas duplas ventiladas reduziram os percentuais para a condições de ofuscamento, quando comparado aos demais cenários. Apesar da fachada convencional resultar menores percentuais de áreas com possibilidade de ofuscamento, quando comparada a fachada dupla, a presença do peitoril opaco restringe a vista para o exterior, especialmente para usuários sentados.

CONCLUSÃO

Este artigo procurou evidenciar o desempenho de diferentes tipologias de fachadas quanto a ocorrência de brilho, que possa causar ofuscamento em ambientes de escritórios para o contexto climático da ZB6A.

Por meio da simulação computacional dinâmica, foi possível identificar os principais fatores que interferem no desempenho de fachadas envidraçadas, considerando os parâmetros analisados (configuração espacial da fachada e tipo de envidraçamento) com o intuito de encontrar a tipologia de fachada mais adequada para o clima quente e úmido da cidade de Boa Vista (RR), que proporcione menor probabilidade da ocorrência de ofuscamento.

Concluiu-se, após as avaliações dos resultados das simulações computacionais realizadas no *software Rhinoceros* com *plugin ClimateStudio*, que a tipologia de fachada convencional e a fachada dupla ventiladas podem limitar a ocorrência de ofuscamento para clima quente.

Assim, uma fachada convencional, em que a camada interna correspondente a uma fachada tradicional (vidro apenas nas aberturas), apresentou condições adequadas para proporcionar a menor porcentagem de visuais para probabilidade de ofuscamento pela luz natural. Apesar, dos tipos de vidros analisados apresentarem elevada transmitância visível (49,4% e 58,9%), para essa tipologia arquitetônica, resultou brilho imperceptível.

A ampliação do percentual de área envidraçada (cenário piso a teto), altas porcentagens de brilho foram identificadas a em função da maior área de vidro

exposta à radiação solar direta. Assim, essa tipologia de fachada, apresentou os piores resultados para possibilidade de visuais com brilho perceptível em v1 e brilho perturbador em v2. Portanto, essa tipologia arquitetônica associada aos vidros avaliados para o clima da ZB6A, não garantiu desempenho adequado.

Concluiu-se que, no contexto dessa investigação que para o clima analisado, a fachada dupla ventilada proporcionou menor possibilidade ao criar condição para ofuscamento, sendo que a camada adicional de vidro conseguiu limitar e barrar parcialmente a radiação solar direta na fachada.

Entre os parâmetros construtivos analisados, a escolha do tipo de envidraçamento externo da edificação influencia para o alcance de níveis aceitáveis ao criar condições de brilho. Além disso, foi observado que quanto maior a transmitância visível (*tvis*) de um vidro, maior a probabilidade de ocorrência de ofuscamento, o que corrobora a importância de criar-se condições para atendimento a critérios lumínicos.

Em relação ao *plugin ClimateStudio*, embora ele ofereça uma compreensão valiosa ao calcular as distribuições anuais da probabilidade de ofuscamento com base na área ocupada de um ambiente, ele também possui algumas limitações. Sua habilidade de lidar com a refletância de superfícies possui algumas restrições teóricas e práticas, especialmente ao ser comparada com simulações de renderização óptica mais sofisticadas. Ademais, os materiais disponíveis na biblioteca do *plugin* exibem um comportamento difuso, ou seja, a luz é refletida de forma uniforme em todas as direções. Isso pode não corresponder com precisão ao alto grau de reflexão especular, rugosidade e transparência característicos dos vidros. Como resultado, o usuário precisa ter um conhecimento prévio em linguagem de programação do *Radiance* para criar materiais personalizados no formato *.rad*.

No entanto, faz-se necessário para pesquisa futura investigar o impacto do desempenho lumínico nesses contextos, levando em conta a relação entre as métricas de Autonomia espacial da luz natural (sDA), Exposição Anual à Luz Solar (ASE) e Iluminância útil da luz natural (UDI). Isso permitirá uma pesquisa mais abrangente sobre as várias características da luz natural.

DECLARAÇÃO

Os autores declaram que não fizeram uso de IA generativa e tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

[1] LEE, J. W. et al. Optimization of building window system in Asian regions by analyzing solar heat gain and daylighting elements. **Renewable Energy**, v. 50, p. 522–531, 1 fev. 2013.

[2] PINTO, M. M.; WESTPHAL, F. S. Desempenho térmico do uso de vidros insulados em escritórios condicionados artificialmente: Curitiba (PR) e Boa Vista (RR). **In: XIV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e X Encontro Latino- Americano de**

Conforto no Ambiente Construído. Anais...Balneário Camboriú: Marketing Aumentado, 2017.

[3] FONSECA, R. W. da. **Iluminação natural e consumo energético de edificações não residenciais: aplicação de redes neurais artificiais**. Florianópolis, 2015. 466 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

[4] FELA, R. F. *et al.* The effects of orientation, window size, and lighting control to climate-based daylight performance and lighting energy demand on buildings in tropical area. **In: International Building Performance Simulation Association, Internacional Conference and Exbition**, 16., Rome, 2019. Proceedings […] Rome: IBPSA, 2019.

[5] ROSA, MARCELO EPIPHANIO DA; MURIALDO PINHO, LAÍS; PEREIRA LUCAS, BIANCA; BRITTO CORREA, CELINA. Análise da luz natural na percepção do usuário: Estudo de caso em edifício de escritório envidraçado no sul do Brasil. **In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 20., 2024. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2024. p. 1–11. DOI: 10.46421/entac.v20i1.6374. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/6374. Acesso em: 2 fev. 2026.

[6] LEDER, Solange M; QUIRINO, Luana Maria de Medeiros; PEREIRA, Yasmin Vaz Cavalcanti. Dutos verticais de captação de luz natural e ventilação cruzada em salas de aula. **In: XVI ENTAC**. São Paulo, 2016.

[7] CARVALHO, J. P. V. **O impacto do ofuscamento no (DES) uso da luz natural em ambientes do tipo escritório em baixa latitude**. 2020. 234f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

[8] MONTEIRO, L. A. **Iluminação natural em salas de aula: análise por novos parâmetros normativos.** 2023. 239 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

[9] BOYCE, Peter. Human Factors in Lighting. 2nd ed. London: **Taylor & Francis**, 2003.

[10] ALAQTUM, T. M. **A methodology to assess and mitigate daylight discomfort glare and provide views in daylit learning environments**. 2020. Dissertation (Master of Science Architecture Design & Energy Conservation), University of Arizona, Arizona, 2020.

[11] WIENOLD, J.; CHRISTOFFERSEN, J. Evaluation methods and development of a new glare prediction method for daylight environments with the use of CCD cameras. **Energy and Buildings**, v. 38, n. 7, p. 743-757, jul. 2006.

[12] CEN - European Committee for Standardization. **EN 17037**: Daylight in buildings. Brussels, 2018.

[13] QUEK, Geraldine; WIENOLD, Jan; KHANIE, Mandana Sarey; ERELL, Evyatar; KAFTAN, Eran; TZEMPELIKOS, Athanasios; KONSTANTZOS, Iason; CHRISTOFFERSEN, Jens; KUHN, Tilmann; ANDERSEN, Marilyne. Comparing performance of discomfort glare metrics in high and low adaptation levels. **Building and Environment**, v. 206, jun. 2021.

[14] MONTEOLIVA, Juan Manuel; GARRETÓN, Julieta A. Yamín; PATTINI, Andrea E. Comparative Investigation of Daylight Glare Probability (DGP) Comfort Classes in Clear Sky Condition. **Journal of Daylighting**, vol. 8, p. 284-293, Mendoza, 2021.

[15] AHRIZ, A. et al. The use of double-skin façades to improve the energy consumption of high-rise office buildings in a mediterranean climate. **Sustainability**, v. 14, p. 6004, 2022.

[16] GÓES, T. M. **Fachadas duplas: análise do desempenho termoenergético em edifícios comerciais no contexto climático de Brasília - DF**. 2018. 150f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2018.

[17] FALLAPOUR, M. et al. A multi-objective optimization framework for designing a double-skin façade in hot-arid climate: Central composite design and CFD simulation. **Results in Engineering.** V. 25, n. 104288, 2025.

[18] SHARMA, A; MISHRA, B. Experimental investigations on the influence of 'chimney-effect' on fire response of rainscreen façades in high-rise buildings. **Journal of Building Engineering**. v. 44, p. 103257, dez. 2021.

[19] ELHAMY, A.; SHAFIK, Y. Double skin façade adoption influencing ventilation performance in educational buildings. **Journal of Design and Built Environment**, v. 23, n. 1, p. 35-47, 2023.

[20] GHONIMI, I. Assessing daylight performance of single vs. double skin façade in educational buildings: a comparative analysis of two case studies. **Journal of Sustainable Development**; v. 10, n. 3; mai. 2017.

[21] UNLUTURK, M. S; KAZANASMAZ, Z. T. Integration of daylight use and analysis in double skin facades: a literature review. **Journal of Science**, v. 37, n. 520544, p. 520-544, ago. 2024.

[22] DIDONÉ, E. L.; WAGNER, A.; PEREIRA, F. O. R. Estratégias para edifícios de escritórios energia zero no Brasil com ênfase em BIPV. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 27-42, set. 2014.

[23] SOLEMMA LLC. **Climate Studio**. Minneapolis, 2025. Disponível em: https://www.solemma.com/climatestudio. Acesso em: 9 jan. 2026.

[24] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASIELIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático por desempenho. Rio de Janeiro, 2024.

[25] IESNA - ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA, **Lighting handbook.** 10. ed. Illuminating Engineering Society of North America, 2011.

[26] PEREIRA, D. C. L. **Iluminação natural em edifícios de escritório: metodologia para a avaliação do desempenho luminoso.** 2017. Tese (Doutorado em Ciências) - Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

[27] LIU, X. et al. Illumination distribution and daylight glare evaluation within different windows for comfortable lighting. **Results in Optics**, v. 3, p. 1-9, may. 2021.

[28] SUN, X.; YOSHIOKA, H.; NOGUCHI, T.; NISCHIO, Y. ZHOU, B. Experimental and numerical investigations of cavity flame spread in double skin façade. **Case Studies in Thermal Engineering**, v. 65, n. 105607, 2025.