

Ofuscamento em sala de aula sob novos parâmetros da ABNT NBR:15.215-3 e perspectiva do usuário

Glare in the classrooms under the new parameters of ABNT NBR:15215-3 and user perspective

Ana Paula Silva Souza, graduanda, UFMG

apssousa@ufmg.br

Maxuel Soledade Santos, graduando, UFMG

maxsoledade@ufmg.br

Larissa Arêdes Monteiro, mestra, UFMG

lam2019@ufmg.br

Ludmila Cardoso Fagundes Mendes, mestra, UFMG

ludmilamendes@ufmg.br

Roberta Vieira Gonçalves de Souza, doutora, UFMG

robertavgs@ufmg.br

Resumo

A revisão da norma brasileira de iluminação natural propõe a análise da qualidade da iluminação natural em espaços internos a partir de novos critérios, incluindo o ofuscamento. O ofuscamento causado pela luz natural pode acarretar perda de desempenho por usuários de ambientes de ensino. Esse trabalho buscou analisar o ofuscamento em uma sala de aula da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a partir de simulação computacional e de questionários. A percepção dos usuários sugere que o ofuscamento pode ser maior do que o indicado em simulação computacional. Concluiu-se que dispositivos de controle são essenciais para mitigação do desconforto por ofuscamento pela luz natural nesses ambientes.

Palavras-chave: Ofuscamento pela luz natural; NBR 15.215-3; Usuário

Abstract

The review of the Brazilian day lighting standard proposes the analysis of the quality of natural lighting in internal spaces based on new criteria, including glare. Glare caused by natural light can lead to a loss of performance for users of teaching environments. This work sought to analyze glare in a classroom at the Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), based on computer simulation and questionnaires administered to users. User perception suggests that glare may be greater than indicated in computer simulation. It was concluded that control devices are essential for mitigating daylight glare discomfort in these environments.

Keywords: Daylight Glare; NBR 15.215-3; Users

1. Introdução

A norma brasileira NBR 15215-3 (Iluminação Natural Parte 3: Procedimentos para avaliação da iluminação natural em ambientes internos) passou por revisão, consulta pública e encontra-se em fase final de revisão para publicação [1]. A revisão da norma propõe a avaliação da qualidade da iluminação de ambientes internos através de seis critérios: disponibilidade da luz natural em ambientes internos, vista para o exterior, proteção contra ofuscamento, exposição mínima à luz solar direta, exposição anual máxima à luz solar direta e luz como estímulo não visual [1]. Dentre estes aspectos, e por limitação de tamanho, o presente trabalho tem enfoque na questão da proteção contra o ofuscamento.

O ofuscamento é uma sensação visual negativa experimentada pelo observador. Causada por áreas com brilho de luminância maior do que a luminância à qual os olhos estão adaptados, produz desconforto ou perda de desempenho visual e visibilidade [2]. O ofuscamento depende da percepção individual e pode causar efeitos colaterais ou posteriores como dores de cabeça ou fadiga [1]. A percepção do ofuscamento depende da distribuição da luminância no campo de visão e, portanto, depende da posição espacial e da linha de visão do ocupante [3].

A revisão da NBR 15215-3:2023 propõe a métrica de Probabilidade de Ofuscamento pela luz natural (*Daylight Glare Probability*, DGP) para detectar o desconforto pelo brilho excessivo. A métrica DGP calcula o brilho com base nos efeitos de contraste e saturação. Para avaliar o ofuscamento da luz do dia, é importante considerar a distribuição composta das diferentes luminosidades dentro do campo de visão, assim como o tamanho, intensidade e posição da fonte de ofuscamento em relação à linha de visão [1][4]. Segundo a NBR 15215-3:2023, um $DGP < 0,34$ acusa um ofuscamento imperceptível, enquanto valores entre $0,34 \leq DGP \leq 0,38$ acusam que há ofuscamento perceptível, valores entre $0,38 < DGP \leq 0,45$ acusam a presença de ofuscamento perturbador, e valores $DGP > 0,45$ são considerados como ofuscamento intolerável. A norma recomenda que a proteção contra o ofuscamento seja analisada em função do tempo de uso do ambiente: deve haver uma proteção para que DGP no espaço não exceda o limiar para ofuscamento perturbador ($DGP_e > 0,38$) em mais de 5% do tempo de ocupação do ambiente [1].

Além disso, Wienold e Christofferen propuseram o índice de Ofuscamento Espacial pela Luz Natural, (*sDG*, *Spatial Disturbing Glare*) para quantificar o brilho excessivo da luz do dia, ao longo do ano. O índice foi proposto através do *plug-in* ClimateStudio para o *software* Rhinoceros, e exibe a porcentagem de direções de visão do usuário que apresenta ofuscamento $DGP > 38\%$ (perturbador ou intolerável) durante pelo menos 5% das horas ocupadas no ano. O cálculo é baseado nos valores de DGP, considerando até oito direções de visão a partir de cada ponto situado em uma malha ajustada para uma altura de visão específica [5]. O espaçamento dos pontos deve ser mantido entre 0,5 m e 2,0 m, preferencialmente [1].

Apesar de a norma brasileira não indicar a detecção do ofuscamento através de taxas de contraste e valores de luminâncias verticais, Monteiro [6] aponta que diversos estudos buscam compreender esse desconforto por tais parâmetros. Na revisão de estudos sobre a temática, a autora aponta que taxas de contraste aceitáveis na luminância geral do ambiente são de 1:10 até 1:11,7, enquanto outros estudos afirmam que a percepção do ofuscamento perturbador e intolerável pode ocorrer quando a luminância está acima de 2.000 cd/m².

A percepção dos usuários é extensamente usada para avaliação de aspectos relativos à iluminação natural dos espaços como nas pesquisas de Reinhart e Weissman (2012)[7], com 60 ocupantes e de Reinhart, Rahka e Weissman [8] que aplicaram questionários para definição de

métricas como a das - *Spatial Daylight Autonomy* e a UDI - *Useful Daylight Illuminance* - em pesquisas que tiveram de 13 a 331 alunos, inclusive com participantes do Brasil.

Assim, o presente estudo buscou analisar o ofuscamento em uma sala de aula de ensino superior na qual um usuário, pessoa com deficiência (PCD), relatou a existência do problema. Para verificação da questão usaram-se as metodologias propostas na revisão da NBR 15.215-3, utilizando simulação computacional. Para verificar *in loco* a ocorrência do fenômeno foi feita aplicação de questionários para usuários da sala de aula. O objetivo foi confrontar resultados quantitativos e qualitativos, para verificar o desconforto visual causado pela luz natural.

1. Procedimentos Metodológicos

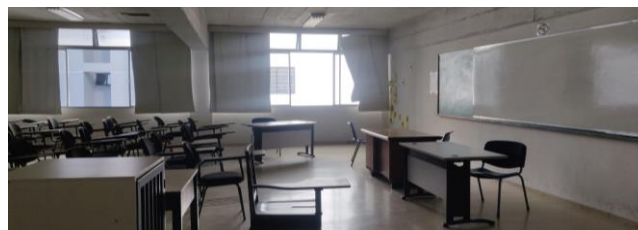
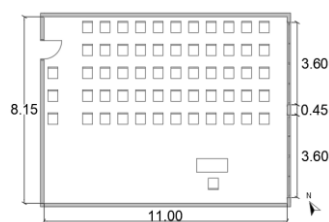
A pesquisa foi dividida em cinco etapas. A 1ª consistiu na definição e caracterização do objeto de estudo. Na 2ª fez-se a simulação computacional, para verificar a ocorrência do ofuscamento. A 3ª foi a aplicação de questionário, para avaliar a percepção do usuário sobre o desconforto visual. A 4ª foi a análise dos resultados, com o traçado dos resultados quantitativos, oriundos da simulação, e qualitativos da pesquisa com o usuário. Por último, foi feita a seleção de um dispositivo para mitigar a ocorrência do desconforto.

1.1. Estudo de caso

O objeto de estudo desta pesquisa é uma sala de aula localizada na Escola de Arquitetura da UFMG (Figura 1). A sala se localiza no 4º pavimento do edifício. A escolha da sala se deveu ao incômodo percebido por um dos autores do estudo. Como usuário do espaço, o estudante notou estar sujeito ao excesso de brilho advindo da janela lateral, em razão da alta refletividade do revestimento de azulejos brancos que recobrem o edifício vizinho. O efeito dessa luz refletida no quadro impossibilitava que o estudante enxergasse adequadamente tanto o quadro, quanto a figura do professor (Figura 2). Como o usuário é uma pessoa com mobilidade reduzida, não dispunha de liberdade para mudança de local, sendo este um dos casos para os quais é recomendada a avaliação de ofuscamento: “*em ambientes onde as atividades são comparáveis à leitura (...) e o usuário não é capaz de escolher livremente sua posição e direção de visualização*” [1].



Figuras 1 e 2: Vista de topo e perspectiva com entorno da Escola de Arquitetura da UFMG. Fonte: Google Maps, adaptado pelos autores.



Figuras 3 e 4: Planta-baixa e foto do interior da sala 412 Fonte: Autores.

A sala de aula possui 11 x 8,15 m, com pé direito de 3 m (Figura 3). Apresenta paredes e teto com acabamento em pintura branca, e o piso de revestimento cerâmico bege claro. Possui ainda grandes esquadrias laterais, voltadas para leste, vedadas com vidro simples incolor de 6mm, esquadria em alumínio e cortinas internas do tipo blackout. O leiaute está disposto de modo que as carteiras dos alunos estão paralelas às aberturas (Figura 4).

1.2. Simulação computacional

A simulação computacional foi utilizada neste estudo para a avaliação quantitativa da ocorrência do ofuscamento. Para isso, utilizou-se o *plug-in* ClimateStudio para o *software* Rhinoceros, que calcula a quantidade de direções de visão de usuários que experimentam ofuscamento perturbador ou intolerável ($DGP \geq 0,38$), apresentando como resultado um mapa de distribuição do ofuscamento acima de 0,38, em uma escala de cores que varia de 0 a 5% das horas em que o espaço é ocupado. O programa também fornece o percentual de vistas que apresenta probabilidade de ofuscamento acima de 0,38, através do índice sDG. O cálculo é baseado em valores horários de DGP para oito direções de visão distintas em cada posição [5]. A altura de visualização considerada foi de 1,2 m a partir do piso, sendo essa considerada a altura dos olhos de um observador sentado [1].

O modelo tridimensional do espaço foi criado no *software* SketchUp, devido à facilidade de modelagem. Em seguida, o modelo foi exportado para o Rhinoceros 7, onde foram configurados os dados necessários para o cálculo do *plug-in* ClimateStudio. Os parâmetros de entrada utilizados no *plug-in* foram: (1) arquivo climático da cidade de Belo Horizonte: BRA_MG_Belo.Horizonte-Prates.AP.836724_TMYx.2007-2021.epw [9]; (2) período de análise: de 8h às 18h [1]; (3) malha de pontos: distância entre pontos de 0,61 cm e altura de 1,2 m [1]; (4) propriedades ópticas dos materiais, obtidas no *plug-in* ClimateStudio, que conta com uma biblioteca de materiais americanos, com propriedades medidas e fontes validadas, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Propriedades ópticas dos materiais usadas na simulação.

Superfície	Nomenclatura	Propriedade
paredes	<i>White wall</i>	Refletância = 83,4%
piso	<i>Light Grey Ceramic Tile floor</i>	Refletância = 60,4%
teto	<i>White ceiling</i>	Refletância = 85,7%
Vidro da janela	<i>Clear - Clear</i>	Transmissividade de luz visível = 77,4%*
Azulejo do prédio externo	<i>White Ceramic Tile wall</i>	Refletância = 80,9%
Pintura cinza do prédio externo	<i>Grey Painted wall</i>	Refletância = 45,8%
Cortina	<i>Beige Curtain</i>	Refletância = 57,3%
Quadro branco	<i>Plastic Ceiling Vent E14 548</i>	Refletância = 80,6%

Fonte: Autores (2023).

Conforme indicado pela proposta de revisão da NBR 15215-3:2023 [1], um fator de sujidade foi aplicado ao vidro, o que depreciou o valor da transmissividade da luz visível (T_{vis}) em 5%, sendo considerado o vidro com $T_{vis} = 77,4\%$ (*) para a simulação. Além disso, as configurações do Radiance, motor que roda a simulação no *plug-in*, seguiram o padrão, com $samples\ per\ pass = 64$, $max\ number\ of\ passes = 100$, $ambient\ bounces = 6$, $weight\ limit = 0,01$.

Outro ensaio realizado por simulação computacional, com o *plug-in* ClimateStudio, utilizou imagens com o campo de visão em duas posições: uma próxima à janela e outra próxima à parede oposta, ambas com a direção de visão voltada para o quadro. Estas simulações foram realizadas para o dia 09 de maio, às 14:30h. As imagens utilizadas foram esquematizadas para a detecção de ofuscamento, fazendo o uso de lente olho de peixe em cores falsas, para melhor visualização das luminâncias verticais.

1.3. Pesquisa subjetiva

Para análise subjetiva foi aplicado um questionário com sete perguntas sobre a qualidade da luz natural na sala de aula, a eventual percepção de desconforto e as eventuais ações dos usuários para mitigação de desconforto. Cinco perguntas tiveram possibilidades de respostas em escala qualitativa Likert de 5 níveis com respostas variando de negativo a positivo. Foi usado para o tratamento das mesmas, a escala de -2 a 2. O questionário também incluiu duas perguntas com possibilidade de resposta sim ou não. Ao final do questionário foi adicionado um campo onde os respondentes poderiam acrescentar comentários sobre a presença da luz natural na sala de aula em estudo. O questionário foi aplicado para os usuários da sala 412 no dia 09 de maio de 2023, durante uma aula vespertina, às 14:30h (Figura 5). A amostra de alunos da disciplina era de 62 alunos, da qual 38 responderam completamente às perguntas, (62% do público total da sala). O dia estava claro e com poucas nuvens, conforme Figura 6.



Figura 5: Sala 412 no momento da aplicação do questionário. Fonte: Autores

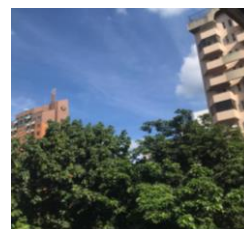
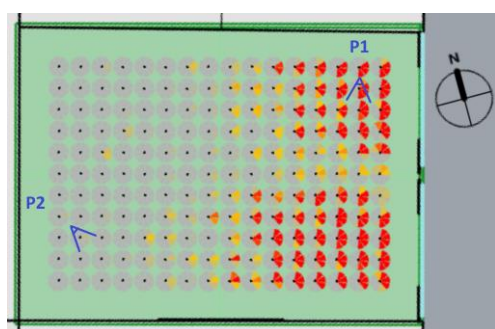


Figura 6: Céu no momento da aplicação do questionário. Fonte: Autores

2. Resultados

2.1. Simulação computacional

A Figura 7 apresenta os resultados obtidos após a simulação computacional do ofuscamento na sala de aula em estudo.



ofuscamento imperceptível
$DGP \leq 0,34$
ofuscamento percebido
$0,34 < DGP \leq 0,38$
ofuscamento perturbador
$0,38 < DGP \leq 0,45$
ofuscamento intolerável
$0,45 < DGP$

Figura 7: Resultado para sDG e direções de visão com probabilidade de ocorrência de ofuscamento. $sDG = 9,4\%$ (% de vistas com Ofuscamento Perturbador ou Intolerável em pelo menos 5% do tempo)Fonte: Autores

O resultado da simulação mostra que o ofuscamento perturbador ou intolerável, ($sDG > 0,38$ em mais pelo menos 5% do tempo) ocorre em 9,4% das direções de visão na malha de análise. Nota-se que o ofuscamento perturbador, ou intolerável, ocorre em 35% das posições dentro da sala de aula e que as direções de visão voltadas para a janela e/ou as posições próximas à abertura possuem maior probabilidade de ocorrência de ofuscamento perturbador ou intolerável. Os mapas gerados pelo *plug-in* mostram que esse desconforto visual ocorre no período de 10 às 17 horas, em todo ano. Em posições próximas à parede oposta à janela, o ofuscamento teria caráter imperceptível para todas as direções de visão.

As figuras 8 e 9 mostram, respectivamente, os resultados das simulações a partir de imagens com o observador próximo às janelas (P1 - Figura 7) e com o observador em posição mais distante das janelas (P2 – Figura 7). Ambas as situações consideraram o observador sentado, com a visão direcionada para o quadro.

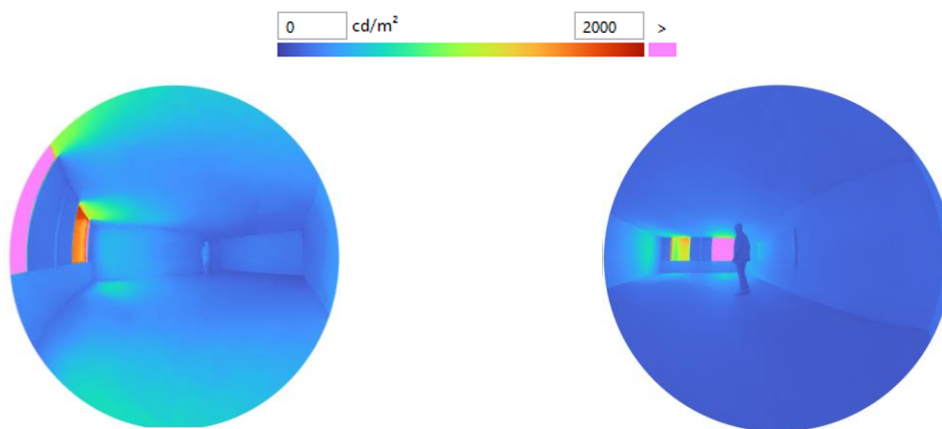


Figura 8: Campo de visão do observador P1, próximo às janelas. Fonte: Autores

Figura 9: Campo de visão do observador P2, em posição oposta às janelas. Fonte: Autores

Para o observador sentado mais próximo à janela, a iluminância vertical atinge o valor de 2.000 cd/m^2 , agravando os contrastes da cena, o que pode confirmar a presença do ofuscamento mais incômodo (Figura 8) [6]. Para o observador sentado mais distante da janela, os contrastes são menores, com iluminâncias verticais detectadas de até 1.500 cd/m^2 (Figura 9). Mesmo assim, áreas muito brilhantes são encontradas no campo de visão do observador sentado mais distante da janela, provocadas pelas aberturas, onde o ofuscamento velador também é percebido na reflexão da luz no quadro (ver extremidade do quadro próxima à abertura na Figura 9). Esta situação pode agravar o desconforto visual e acarretar perda de desempenho.

2.2. Pesquisa subjetiva

A seguir, na Tabela 2, apresentam-se as respostas obtidas para o questionário. Na primeira pergunta do questionário, foi levantada a opinião dos alunos sobre a importância da presença de luz natural em salas de aula. Para maioria dos alunos, a presença de luz natural é muito importante. Entretanto, este entendimento não é unânime, visto que uma parcela dos alunos considera a luz natural incômoda. Em seguida apresentam-se as respostas dos alunos relacionadas à percepção sobre diferentes aspectos associados à presença da luz natural na sala de aula do estudo de caso.

Com exceção do resultado “indiferente”, exibido na pergunta 2, as demais perguntas resultaram em respostas predominantemente negativas sobre a percepção da presença da luz do dia na sala de aula em questão. Tal resultado é fortemente evidenciado pela média ponderada obtida para a pergunta 5.

Tabela 2: Tabulação das respostas obtidas pela aplicação do questionário

Tema da pergunta	Respostas em escala Likert										Média ponderada	
	-100%	-80%	-60%	-40%	-20%	0%	20%	40%	60%	80%		100%
1. Presença de luz natural na sala de aula					8%	3%	24%	66%				1,4 importante
	■ incômoda ■ sem importância ■ indiferente ■ importante ■ muito importante											
2. Satisfação em relação à quantidade de luz natural			11%	39%		14%	26%	11%				-0,1 indiferente
	■ muito insatisfeito ■ insatisfeito ■ indiferente ■ satisfeito ■ muito satisfeito											
3. Dificuldade de enxergar o quadro pela reflexão do entorno			29%	50%		14%	8%					-1,0 dificulta pouco
	■ dificulta muito ■ dificulta pouco ■ indiferente ■ não dificulta ■ ajuda											
4. Conforto em relação ao prédio vizinho			13%				24%	5%				-0,7 desconfortável
	■ muito desconfortável ■ desconfortável ■ indiferente ■ confortável ■ muito confortável											
5. Incômodo pela mudança de visão da janela para o quadro			58%	37%		2%	3%					-1,5 incômoda muito
	■ incômoda muito ■ incômoda pouco ■ indiferente ■ não incômoda ■ confortável											
Valores para a escala	(-2 a ≤ -1,2)		(>-1,2 a ≤ -0,4)		(>-0,4 a ≤ 0,4)		(>0,4 a ≤ 1,2)		(>1,2 a 2,0)			

Fonte: Autores

A sexta pergunta do questionário levantou o percentual de alunos que já trocou de lugar por causa do excesso de luz natural. As respostas indicaram que 42% dos alunos responderam de forma afirmativa. Este percentual é considerado elevado, dada a limitação das dimensões da sala de aula em relação ao número de alunos, o que restringe as opções de mudança de posição. A última pergunta explorou a percepção dos alunos quanto a algum incômodo causado por sombras, durante as atividades de escrita, na sala de aula. Para esta pergunta, 29% dos alunos responderam já terem percebido este incômodo. O mesmo raciocínio da questão anterior, quanto à limitação das dimensões da sala de aula, sugere que o incômodo por sombras é percebido por uma parcela considerável de alunos. Ao final do questionário, alguns alunos registraram comentários sobre a presença de luz natural na sala de aula (Quadro 1).

Quadro 1: Comentários dos alunos

Comentário	
1	“Sentar próximo à janela acaba facilitando a visualização do quadro, pois sentado próximo à porta, ao olhar em direção ao professor, que fica no centro da sala, a vista acaba sendo ofuscada pela luz natural”
2	“O prédio ao lado, recoberto com ladrilhos brancos, reflete muita luz para o interior da sala, o que incomoda a visão periférica ao olhar para o quadro, além de comprometer a visualização dos slides”
3	“A sala também fica extremamente quente, acredito que o problema envolva tanto o ofuscamento, quanto a falta de ventilação, devido à existência do prédio na frente na janela”

Fonte: Autores

Conforme exposto, os comentários abrangeram questões referentes à localização do aluno na sala de aula e sobre a influência do prédio do entorno imediato da edificação.

2.3. Simulação para mitigação

Para o controle do ofuscamento, a revisão da NBR 15.215-3:2013 recomenda o uso de dispositivos de proteção solar móveis individualmente ajustáveis. Assim, foi simulado um *brise*

móvel metálico, com placas de 15 cm de comprimento, 3 cm de espessura e distanciamento entre placas de 20 cm. As Figuras 10 e 11 exibem o resultado da simulação, para os ângulos de rotação do dispositivo de 0° e 45°.

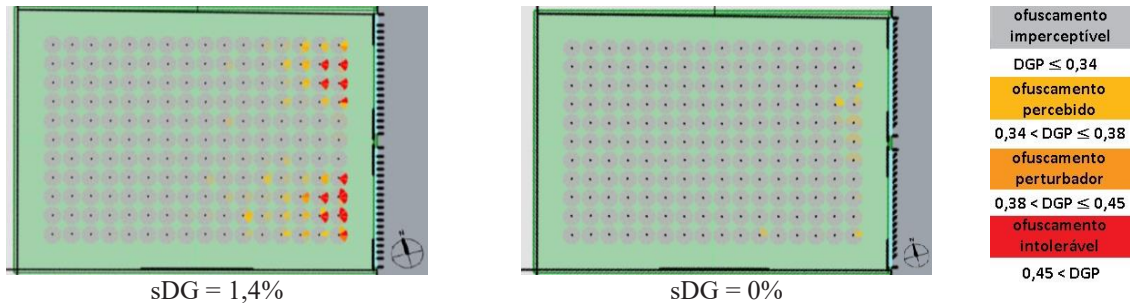


Figura 10: Resultado da simulação com *brise* móvel, ângulo de rotação de 0°. Fonte: Autores

Figura 11: Resultado da simulação com *brise* móvel, com ângulo de rotação de 45°. Fonte: Autores

Conforme os resultados da simulação, para os dois casos, a instalação do dispositivo de proteção solar mitigou a ocorrência do ofuscamento mais incômodo, reduzindo o desconforto em pelo menos 85%. A posição dos *brises* a 0° ainda mostrou a ocorrência de ofuscamento perturbador ou intolerável em 7% das posições na sala, nas direções de visão voltadas para as janelas. A posição dos *brises* a 45° se mostrou mais favorável para o controle do ofuscamento na sala de aula em estudo, anulando a ocorrência do ofuscamento perturbador ou intolerável.

3. Análises dos Resultados

No objeto de estudo, o ofuscamento causado pelo brilho refletido do prédio em frente à sala de aula foi identificado tanto pela simulação computacional, quanto pela percepção dos usuários. As respostas obtidas indicam que, apesar de considerarem a iluminação natural um fator importante para o espaço, os alunos qualificam a luz como incômoda. Esta situação os leva a mudar de posição para evitar o ofuscamento. Verifica-se também o desconforto com o ofuscamento velador, que causa dificuldades para enxergar o conteúdo escrito no quadro.

Porém, a simulação avalia o incômodo na parede oposta à janela como imperceptível, enquanto os alunos alegam que sentar-se nessa posição não é conveniente, haja vista que o campo visual é comprometido pela ocorrência do ofuscamento causado pela abertura e de reflexos gerados no quadro. Infere-se que a percepção do usuário é de que o ofuscamento ocorre em mais direções de visão e posições na sala, do que o apontado pela simulação.

4. Considerações Finais

O desconforto por ofuscamento pode ser causado pela visualização direta do sol, mas também devido à reflexos veladores de outras superfícies. A discrepância entre a percepção do usuário no cenário real e o resultado simulado deve ser levada em consideração. Apesar da simulação contribuir para a identificar e minimizar desconfortos no projeto de um espaço, as percepções dos usuários variam entre diferentes indivíduos e podem revelar mais incômodos. Para aprofundar a investigação, ressalta-se a importância de ampliar o objeto de estudo, contemplando mais ambientes e uma amostra maior de participantes na pesquisa subjetiva.

Cabe salientar que o controle do ofuscamento com a adoção do *brise* pode afetar outros critérios de desempenho lumínico, como a disponibilidade de luz natural e a qualidade da vista para o exterior, que devem ser analisados em estudos futuros. No entanto, entende-se que o uso de dispositivos móveis garante maior flexibilidade. Parte-se do princípio de que os mesmos deverão ser acionados somente nos horários em que a luz do dia causar desconforto.

Referências

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15215-3: Iluminação natural - Parte 3: Procedimentos para avaliação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- [2] BOYCE, Peter. Human Factors in Lighting. 2nd ed. London: Taylor & Francis, 2003.
- [3] BOMMEL, Wout Van. Interior Lighting. Fundamentals, Technology and Application. Cap 1-4. Springer Nature, Switzerland, 2019, p. 3-136.
- [4] 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.
- [5] SOLEMMA LLC. Climate Studio. Minneapolis, 2023. Available at: <https://www.solemma.com/climatestudio>.
- [6] MONTEIRO, Larissa Arêdes. Iluminação natural em salas de aula – análise por novos parâmetros normativos. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2023.
- [7] REINHART, Christoph; RAKHA, Tarek; WEISSMAN, Dan. Predicting the Daylit Area – A Comparison of Students Assessments and Simulations at Eleven Schools of Architecture. **LEUKOS: the Journal of the Illuminating Engineering Society of North America**, 10:4, p. 193-206, 2014.
- [8] REINHART, Christoph F; WEISSMAN, Daniel A. The daylit area - Correlating architectural student assessments with current and emerging daylight availability metrics. **Building and Environment**, v. 50, p. 155-164, 2012.
- [9] Climate.OneBuilding. Org, 2023. Disponível em: <https://climate.onebuilding.org/>.