

METODOLOGIA EXPERIMENTAL PARA CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO VISUAL E A AVALIAÇÃO DO OFUSCAMENTO

Natalia Giraldo Vásquez (1); Maíra Oliveira Pires (2), Leticia Niero Moraes (3); Fernando O. Ruttkay Pereira (4)

(1) Arquiteta, Doutoranda PPGEC-UFSC, ngiraldv@gmail.com

(2) Arquiteta, Mestranda PósArq- UFSC, maira.opires@gmail.com

(3) Arquiteta, Doutoranda PósArq- UFSC, letinierom@gmail.com

(4) PhD, Professor do Departamento de Arquitetura, feco@arq.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Arquitetura, Laboratório de Conforto Ambiental, Cx Postal 470, Florianópolis-SC, 88040-970, Tel.: (48) 3721 4974

RESUMO

No estudo do conforto visual, o ofuscamento é a condição mais difícil de avaliar devido a sua natureza subjetiva. Até agora, existem índices que permitem quantificar tal fenômeno, no entanto, eles assumem usuários com direções da visão fixas, sendo esta a principal limitação da maioria dos estudos. Nas áreas de comunicação e propaganda, a técnica de *eye-tracking* é usada para identificar os lugares para onde as pessoas olham e a frequência com que esses lugares são vistos. Na área de conforto, alguns estudos têm incorporado a dita técnica porém, o equipamento usado é caro ou de tais dimensões que pode perturbar ao observador. Com o objetivo de explorar uma metodologia experimental alternativa para a caracterização do campo visual e avaliação do ofuscamento, usando equipamentos comuns e de fácil manuseio, foram realizados experimentos em campo, considerando um professor como sujeito dinâmico com diversas direções da visão. Os procedimentos adotados envolveram o uso de vídeo, um programa para edição de vídeo, imagens *High Dynamic Range* (HDR) e o processamento delas no programa Photolux. Os resultados mostraram as grandes variações na direção da visão quando realizadas atividades mais dinâmicas. Estas direções compõem campos visuais distintos, enfatizando a importância de considerar o caráter dinâmico da visão. O experimento proposto pode contribuir para o avanço na técnica de rastreamento da direção da visão utilizando procedimentos alternativos e acessíveis, no entanto, são necessários mais estudos para sua validação.

Palavras chave: iluminação natural, ofuscamento, HDR, direção da visão

ABSTRACT

In the study of visual comfort, glare is the most difficult condition to evaluate due to its subjective nature. So far, there are indexes that allow quantify this phenomenon, however, they assume users with fixed viewing directions, which is the main limitation of most studies. In communication and advertising, Eye-tracking technique is used to identify the places where people look and how often these places are seen. In visual comfort, some studies have incorporated said technique however, the equipment used is expensive or of such dimensions that can disturb the viewer. In order to explore an alternative experimental methodology for the characterization of the visual field and glare evaluation, field experiments were carried out considering a teacher as a dynamic subject with different views directions. The procedures adopted included the use of a camera video, video-editing software, High Dynamic Range (HDR) images and process data through Photolux program. The results showed large variations in the direction of view when performed dynamics activities. These directions make up different visual fields, emphasizing the importance of considering the dynamic nature of vision. The proposed experiment can contribute to progress in vision direction tracking technique using an alternative and accessible procedure; however, further studies are needed to validate it.

Keywords: daylighting, glare, HDR, view direction

1. INTRODUÇÃO

Nos estudos de iluminação, o desconforto por brilho é apontado como a variável de mais difícil avaliação devido ao seu caráter subjetivo e limitações nas formas usuais de avaliação. Embora o brilho seja uma resposta subjetiva, é possível quantificá-lo. Muitos índices foram e são desenvolvidos na tentativa de quantificar este fenômeno: o *British Glare Index* (BGI), *Daylight Glare Index* (DGI), *CIE Glare Index* (CGI), *Unified Glare Rating* (UGR), *Visual Comfort Probability* (VCP) e *Daylight Glare Probability* (DGP), contêm informações da luminância da fonte, tamanho, localização e adaptação do observador (CLEAR, 2012b). O *Daylight Glare Probability* (DGP) é a formulação mais recente e é derivado de avaliações subjetivas dos usuários correlacionados com imagens de alta resolução HDR, em espaços de escritórios iluminados naturalmente (WIENOLD; CHRISTOFFERSEN, 2006) permitindo avaliar fontes grandes e pequenas.

Uma das principais limitações, compartilhada por todos os índices de brilho conhecidos, é que eles ignoram a direção da visão (VD), definida como o lugar onde dirigimos o nosso olhar pela mudança combinada de movimentos dos olhos, cabeça e corpo (CLEAR, 2012a). Os modelos de avaliação de brilho existentes assumem que a direção da visão dos ocupantes é fixa e direcionada para a área de tarefa. Jakubiec e Reinhart (2011, 2012) tentaram incluir a direção da visão nas avaliações, e desenvolveram o modelo adaptativo de conforto visual ou "zona adaptativa", que permite aos usuários mudar sua direção em 45° para cada um dos lados, evitando o desconforto em um posto de trabalho (JAKUBIEC; REINHART, 2011, 2012). No entanto, direções da visão consideradas não correspondem com as que teria um usuário real. O uso desta abordagem adaptativa tem se mostrado muito apropriado diante de situações como um usuário estático e condições externas em constante alteração ou ainda, em situações mais dinâmicas, como um observador em movimento, já que as adaptações ocorridas em um indivíduo em decorrência de um estímulo visual são muito rápidas.

Além dessa limitação o levantamento de dados em tempo real é outra grande dificuldade da avaliação do campo visual. É possível conhecer as características fotométricas de um ambiente, através dos chamados levantamentos ponto-a-ponto, por meio de equipamentos como luxímetros ou luminancímetros. No entanto, estas medições necessitam de um longo tempo, são propensas a erros devido às incertezas de medição e os dados obtidos podem ser inconsistentes para analisar a distribuição e a variação da iluminação. Com a evolução das fotografias de alta resolução da gama dinâmica, denominadas High Dynamic Range (HDR) (DEBEVEC; MALIK, 1997; REINHARD *et al.*, 2005) e sua validação como uma ferramenta de mapeamento de luminância para a aquisição de dados (INANICI, 2006), é possível analisar conjuntos de dados complexos e correlacionar com a avaliação da probabilidade de ofuscamento gerada pela transmissão e/ou reflexão luminosa dos sistemas de aberturas na direção do campo visual dos observadores (WIENOLD; CHRISTOFFERSEN, 2006; WIENOLD, 2009).

Recentemente, têm-se visto o desenvolvimento de estudos com a ferramenta de *eye-tracking*, ou rastreamento da visão, que permite conhecer a direção da visão do usuário e a localização das fontes de ofuscamento segundo o foco da visão (KHANIE *et al.*, 2013a, b). Khanie et al (2013a) realizaram experimento com 23 participantes, utilizando a tecnologia *eye-tracking* para uma melhor compreensão da direção da visão em função de variações de luminosidade. Contudo, neste estudo as variações na direção da visão estiveram referidas principalmente ao movimento dos olhos e da cabeça, já que existia uma tarefa visual mais definida (ambiente de escritório).

Neste contexto, este artigo busca explorar um método de análise de ofuscamento a partir de experimento em campo, tendo como premissa a direção da visão no campo visual em um contexto dinâmico, em uma aula ministrada por um professor. Este estudo tem o intuito de desenvolver um trabalho experimental de forma rápida, utilizando os equipamentos disponíveis no Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (Labcon- UFSC). Já que o laboratório não possui o equipamento que permite o rastreamento da direção da visão (*eye-tracking*), os procedimentos são baseados nas tecnologias disponíveis, como uso de imagens HDR e uma câmera GoPro.

2. OBJETIVO

Este artigo tem por objetivo apresentar uma metodologia experimental e alternativa, desenvolvida para identificar a variação na direção da visão de um observador em atividade dinâmica e assim caracterizar o campo visual e a avaliação do ofuscamento.

3. MÉTODO

A avaliação do ofuscamento tem sido amplamente estudada a partir de um cenário cujo observador realiza uma tarefa que requer condições mais estáticas. Já estudos que consideram atividades mais dinâmicas, nas quais o observador possui maior variação no campo visual por causa do movimento, não são comuns. Neste estudo, a avaliação do ofuscamento foi realizada considerando o campo visual de um professor em sala de aula, enquanto ministra o conteúdo de uma disciplina. O procedimento adotado segue as etapas abaixo.

1. Identificação da localização do professor dentro da sala de aula (principais lugares de permanência enquanto fazia a sua apresentação na aula).
2. Identificação dos principais focos da visão a partir de cada um dos lugares de maior permanência.
3. Aquisição de imagens *High Dynamic Range* (HDR) em cada posição e cálculo do DGI por meio do programa PHOTOLUX.

O programa PHOTOLUX possibilita a obtenção de outros dois índices, o *Unified Glare Rating* (UGR) e *Visual Comfort Probability* (VCP). No entanto, como estes dois índices são limitados por não considerarem a presença de grandes fontes de brilho (como uma janela), neste trabalho adotou-se o índice DGI.

3.1 Testes preliminares

O maior problema na identificação da direção da visão é a grande variação que esta pode ter devido ao movimento do corpo, da cabeça e dos olhos. Já que nesta avaliação o principal sujeito de análise foi o professor, vê-se a necessidade de explorar a forma de identificar a direção da visão em uma atividade dinâmica, sem interrompê-la. Como procedimento inicial, foi desenvolvido um protótipo para a realização do experimento, composto de um capacete, um apontador laser e uma câmera Go Pro, conforme apresenta a Figura 1. O objetivo era conseguir identificar em tempo real, pelo movimento do corpo e da cabeça, para quais áreas do ambiente a visão do observador foi direcionada.

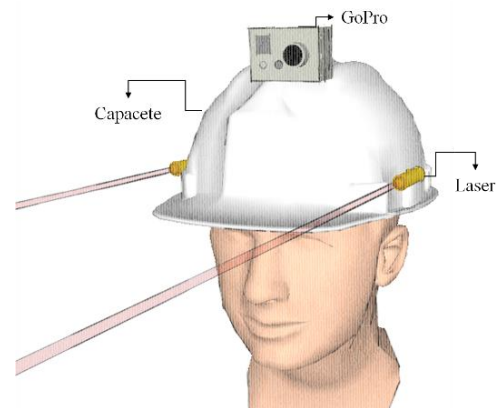


Figura 1 – Desenho esquemático do protótipo utilizado nos testes preliminares

Com essa metodologia, a identificação do raio laser foi adequada naqueles trechos do vídeo com suficiente contraste para visualizar o ponto vermelho sobre as superfícies, porém quando o laser atingia as janelas ou áreas muito próximas a elas, a identificação do ponto do laser não foi possível. Dessa forma, esta estratégia não foi utilizada e a metodologia implementada para levantar as informações é apresentada a seguir.

3.2 Levantamento do campo visual do professor durante a exposição de uma disciplina

Com o intuito de realizar um estudo do campo visual que considerasse uma atividade em seu contexto cotidiano, uma disciplina do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina foi monitorada por 30 minutos a partir de duas câmeras localizadas na sala, uma no fundo e outra na frente.

- Caracterização do ambiente monitorado

A sala de aula onde foi realizado o experimento localiza-se no segundo andar do prédio do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina. O ambiente apresenta duas fachadas externas orientadas a sudoeste e noroeste, com janelas em ambas as faces. As janelas apresentam proteções solares verticais e horizontais, e internamente são utilizadas cortinas de cor escura.

A porta de acesso ao ambiente é de vidro, e a circulação de acesso é configurada por um corredor externo, ou seja, também é uma fonte de luz natural neste ambiente. A apresenta a planta do ambiente monitorado neste experimento, com a localização das câmeras na sala de aula. A malha traçada na planta representa a disposição das carteiras. Em laranja está indicada a localização dos estudantes presentes na sala

de aula durante o período de filmagem. As imagens apresentam a fachada sudoeste (com aberturas marcadas em azul) e algumas imagens internas da sala de aula em estudo.

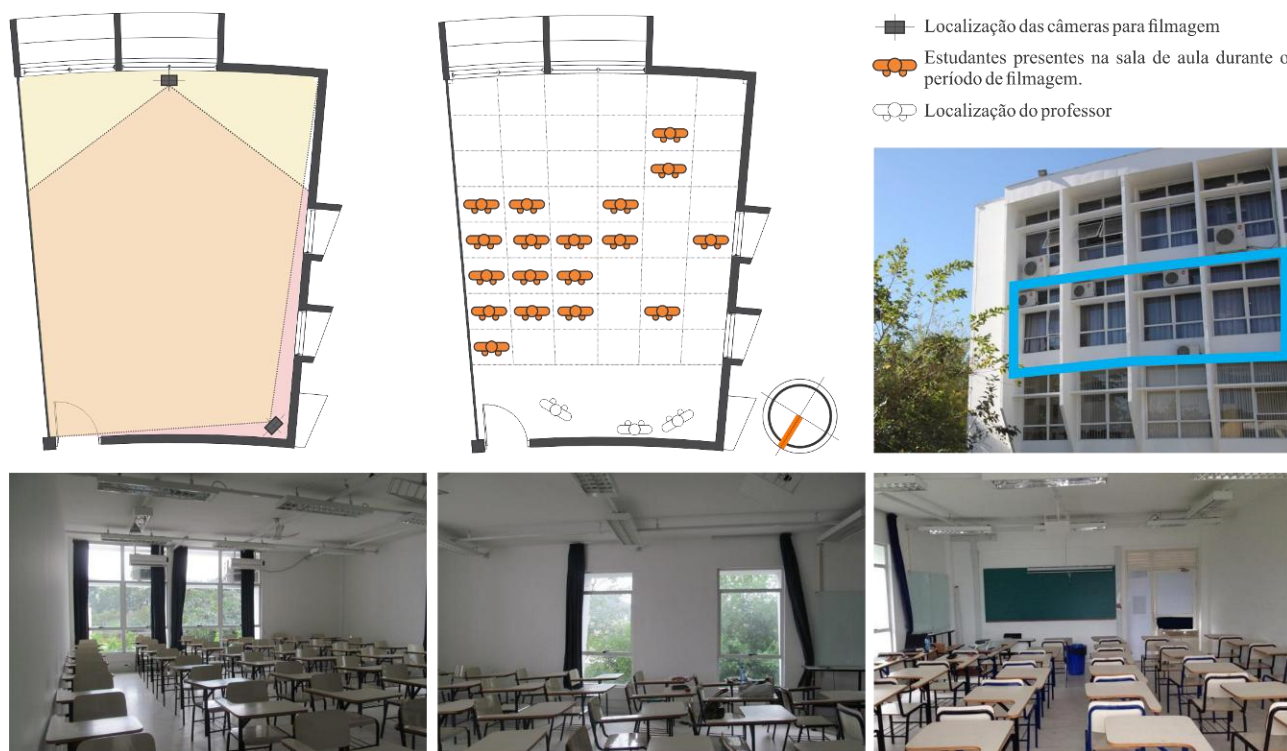


Figura 2 - Ambiente monitorado e localização das câmeras

3.3 Identificação das direções da visão

Para a identificação das mudanças da direção da visão do professor, sem alterar a naturalidade da apresentação da sua aula, duas câmeras foram posicionadas dentro do ambiente (no modo de filmagem), visando abranger a área na qual ele esteve posicionado enquanto ministrava a aula, assim como a localização dos alunos. Dessa forma, uma câmera foi posicionada no fundo da sala e a outra do lado do computador usado pelo professor (Figura 2). As filmagens foram iniciadas um minuto antes de começar a aula e por um período de trinta minutos.

A partir dos vídeos foi realizada uma análise visual para identificar os principais lugares de permanência e os principais lugares para onde esteve dirigida a visão do observador, durante o período de estudo. Em um programa de edição básica de vídeo (*Movie maker*) foram selecionados, cortados e agrupados os segmentos de vídeo nos quais o observador esteve na mesma posição. Esse processo foi realizado para cada uma das três posições identificadas. A partir desses agrupamentos de segmentos foram obtidos os tempos de permanência do professor em cada posição, correspondentes à duração de cada um dos vídeos resultantes. A Tabela 1 apresenta os dados levantados.

Tabela 1- Estimativa de permanência do observador em cada posição

Posição dentro da sala de aula	min	seg	total seg	%
1	23	23	1403	76,54%
2	3	40	220	12%
3	1	55	115	6,27%
Deslocamento			95	5,18
Duração do vídeo analisado	30	33	1833	100%

Em cada um desses vídeos foram identificadas quatro direções da visão predominantes. De forma manual foi realizada a contagem do número de vezes em que o professor olhou para cada direção a partir de cada posição.

3.4 Aquisição de imagens em HDR

Devido à capacidade das imagens HDR gravar toda a gama de luz que chega em um ponto no espaço, elas contêm informações sobre a forma, cor e intensidade das fontes de luz direta, assim como a cor e distribuição da luz indireta de superfícies no resto da cena (REINHARD *et al.*, 2005). Esta técnica fotográfica utiliza fotografias tiradas com vários graus de exposição para capturar uma grande variação de luminâncias que uma cena pode apresentar. Para qualquer câmera fotográfica que tenha capacidade de fotografar com múltiplas exposições, sua função de resposta da câmera pode ser conhecida e usada para fundir a sequência de fotos numa única imagem HDR.

Com o intuito de manter as condições da atividade de forma natural, as fotografias usadas neste estudo foram obtidas no ambiente da sala de aula, sem as atividades rotineiras. Quatro alunos do programa de pós-graduação ajudaram no levantamento das fotografias, para identificar as direções da visão do professor.

Tabela 2 - Configurações de aberturas e tempo de exposição recomendadas pelo manual do Photolux

Abertura da lente						
5.6	5.6	5.6	5.6	22	22	22
Tempo de exposição						
4.0 s	1/40 s	1/30 s	1/250 s	1/125 s	1/1000 s	1/8000 s

Para a obtenção das imagens em HDR foi utilizada uma câmera fotográfica com lente olho de peixe, Modelo Canon EOS 60D. Estas imagens foram inseridas no programa Photolux, que simplifica o processamento dessas fotografias, permitindo a geração de mapas de luminâncias e medições ponto a ponto dos valores de luminância na imagem HDR. Para cada avaliação (ver *Tabela 3*) foram obtidas 7 fotografias, com configurações de abertura e tempo de exposição recomendadas pelo manual do programa PHOTOLUX, conforme.

- Cenários avaliados

Para a aquisição das imagens em HDR foram considerados 3 cenários da luz natural, conforme o uso das cortinas: 1) cortinas fechadas; 2) cortinas parcialmente fechadas; 3) cortinas abertas. As avaliações foram realizadas no dia 21 de Novembro de 2014, durante a tarde (a partir das 14 horas e 39 minutos até as 16 horas) já que nesse horário a sala de aula estava disponível para as medições. As avaliações foram realizadas sob uma condição de céu parcialmente encoberto, havendo radiação solar direta sobre algumas das superfícies internas a partir das 15 horas e 30 minutos, nos cenários 2 e 3. A *Tabela 3* apresenta as modificações nas variáveis e o total de avaliações realizadas. Sendo o uso de projeção de imagens por meio de *datashow* uma prática recorrente em aula, esta característica de uso foi considerada durante a aquisição das imagens.

Tabela 3: Variáveis usadas no estudo e número de avaliações realizadas

Cenários	Céu	Observador	Posições observador	Direções da visão	Total
3	1	1	3	4	36

Para evitar erros nas imagens devido ao movimento do equipamento ao serem reguladas as características de abertura e tempo de exposição, foi utilizado o programa *Smartshooter*, que possibilita a aquisição de imagens através do uso de um computador.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos neste estudo. Para analisar os resultados foram estruturados três subcapítulos que incluem a caracterização das posições do observador e direções da visão, a caracterização do campo visual e finalmente a análise dos dados de ofuscamento.

4.1 Campo visual do professor: Identificação da posição e direção da visão do observador

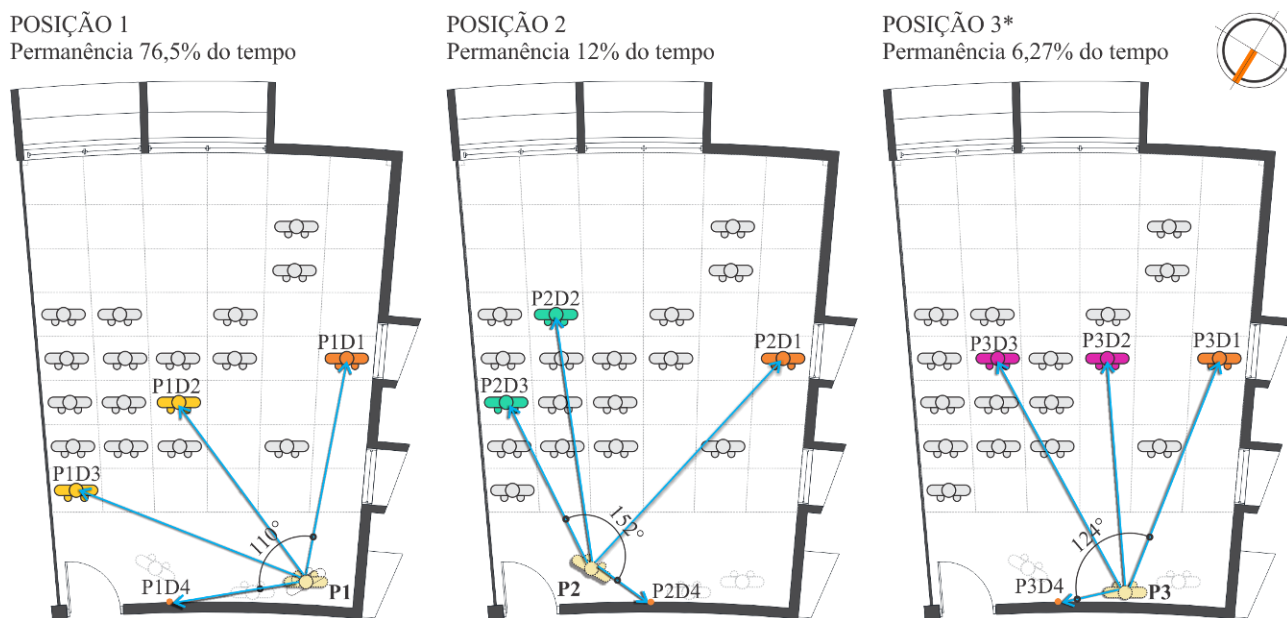
A Tabela 4 apresenta as estatísticas de número de vezes e a porcentagem de tempo em que o observador olhou para cada direção da visão, a partir de cada uma das três posições dentro da sala de aula.

Tabela 4 - Cálculo do tempo de permanência em cada posição e tempo olhando para cada direção da visão

Direção da visão	POSIÇÃO 1				POSIÇÃO 2				POSIÇÃO 3			
	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4
Número de vezes olhada	43	81	34	49	18	12	2	16	10	8	4	3
(%) de tempo olhada	21%	39%	16%	24%	38%	25%	4%	33%	40%	32%	16%	12%
(%) de tempo de permanência total na posição	76,5 %				12%				6,27%			

* Foi estimado que 5,18% do tempo da filmagem foi gasto pelo observador em deslocamentos entre as posições

Na Figura 3 são apresentadas as posições de cada observador e as direções da visão. A imagem apresenta a localização de todos os alunos que estiveram presentes na aula durante o período de gravação do vídeo. Os alunos marcados com cores indicam o foco da direção da visão a partir de cada uma das três posições identificadas. Na cor amarela estão marcados os alunos que representam o foco das direções da visão quando o observador esteve localizado na posição 1; na cor verde as direções da visão quando na posição 2; e na cor roxa as direções da visão na posição 3. Foi identificado que nas três posições, as direções 1 e 4 (pessoas e ponto laranja na Figura 3) sempre tiveram o mesmo foco (o aluno do lado da janela e a superfície de projeção dos slides).



*Nesta posição o observador esteve na frente da luz do projetor.

Figura 3- Posições e direções da visão do observador (professor) dentro da sala de aula

4.2 Mapas de luminância gerados a partir das imagens HDR

Para cada posição e direção da visão identificadas na etapa de levantamento do campo visual, foram levantados conjuntos de sete imagens (Tabela 2). Essas imagens foram inseridas no programa Photolux, que permitiu a geração dos mapas de luminância e a obtenção do índice DGI para cada configuração de cena visual.

Os mapas de luminância permitiram caracterizar, de forma rápida, o conteúdo do campo visual do observador. Além disto, estas imagens permitiram identificar a influência da posição das fontes de luz na avaliação do ofuscamento. A Figura 4 contém os mapas de luminâncias gerados pelo Photolux, para as três posições e as quatro direções da visão do observador estudado, sob as condições do cenário 1. Nas imagens é possível identificar que, para o caso da posição 3, a fonte luminosa do projetor possui maior tamanho aparente dentro do campo visual e com valores de luminância superiores a 270000cd/m^2 . Esta condição explica os valores de DGI obtidos nesta posição, em todas as direções da visão.

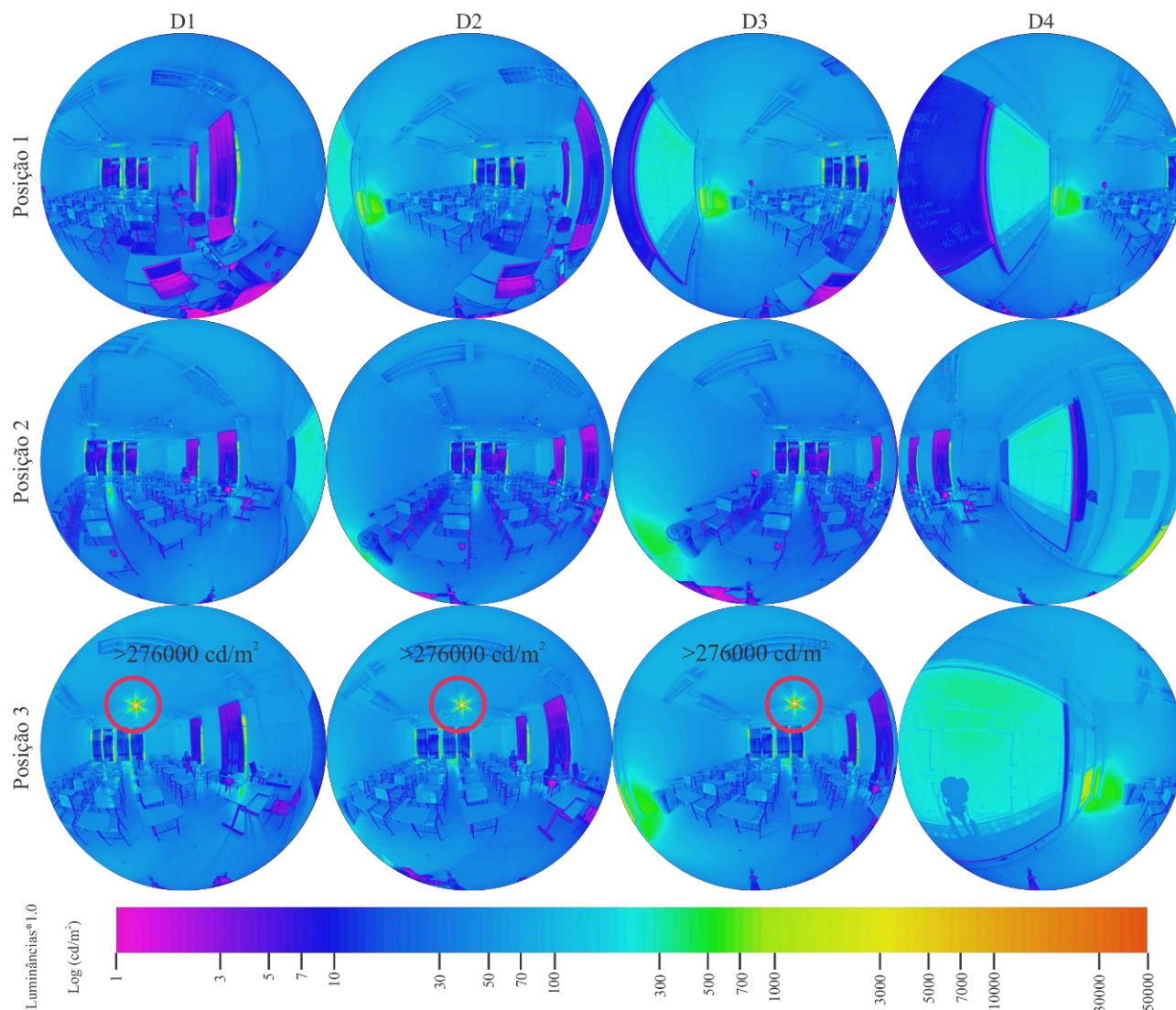


Figura 4- Mapas de luminância das três posições a partir das quatro direções da visão no cenário 1

Como era de se esperar, considerar a direção da visão no estudo do conforto visual é fundamental para entender a relação que pode existir entre as variáveis físicas medidas e as avaliações subjetivas manifestadas pelos usuários. Embora este estudo não tenha considerado essa última questão, é sabido que a tolerância ao brilho ou ao ofuscamento, por parte das pessoas, é maior quando há interesse no que está sendo visto.

4.3 Valores de DGI

O Gráfico 1 apresenta os resultados de DGI para as três posições do professor, para cada direção da visão e para cada cenário analisado: 1) cortinas fechadas; 2) cortinas parcialmente fechadas; 3) cortinas abertas.

Com exceção do valor da posição 1, direção 4 do cenário 3, as diferenças encontradas indicam que o ambiente visual nesta sala é inadequado sob qualquer uma das configurações das cortinas, a partir das posições analisadas. No teste realizado, mesmo quando as cortinas estiveram fechadas (cenário 1), os valores de DGI estiveram acima de 20, valor que corresponde à sensação aceitável. Mesmo que o DGI não seja o índice adequado para avaliar o ofuscamento por fontes pequenas, os valores obtidos na posição 3 evidenciam

o impacto que a luz do *datashow* tem na avaliação do ofuscamento. Nesta posição, os valores ultrapassaram a linha que define a sensação intolerável; com exceção da direção 4, que sempre teve os menores valores em todas as posições, já que nesta direção não era enxergada nenhuma fonte de luz (janela ou *datashow*).

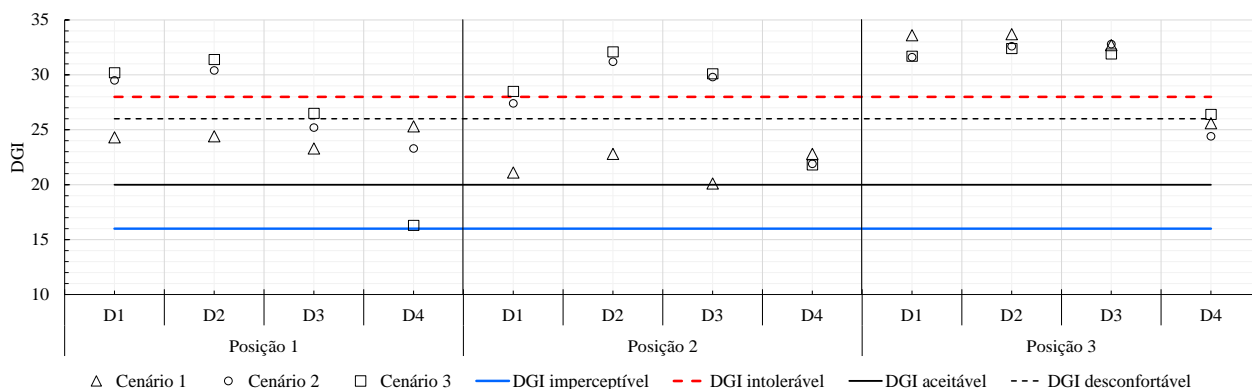


Gráfico 1- Valores de DGI obtidos através das fotografias HDR no programa Photolux

As diferenças entre os valores do DGI do cenário 1 vs. 2 e do cenário 1 vs. 3, nas posições 1 e 2 do professor, evidenciam o impacto da configuração das cortinas já que as variações do índice são maiores. Em ambas as comparações, os valores obtidos quando as cortinas estiveram fechadas (cenário 1) foram menores. A direção da visão 4 é a exceção desta confirmação, já que nesta direção, em todos os cenários avaliados, o observador esteve de costas para as fontes de luz, sendo percebido unicamente o brilho das superfícies iluminadas. Quando o observador esteve na posição 3, a amplitude das mudanças nos valores de DGI, nos três cenários, foram menores (-8,20% até 5,95%). Nesta posição, como apresentado no Gráfico 1, os valores de DGI foram os maiores registrados devido a presença da luz do projetor no campo visual.

No caso do cenário 2 vs. 3, com exceção da posição 1 na direção 4 (dif= 30,04%), foi possível identificar pouca mudança nos valores do DGI (entre 0,46% e -8,20%). Na posição 2, os índices encontrados foram muito parecidos, sendo a diferença máxima de -4%. Tirando o valor da exceção, a média da variação do DGI entre estes dois cenários foi de 2,21%.

No Gráfico 2(a) são apresentados os valores de DGI versus o número de vezes que o observador olhou para cada uma das direções, a partir das três posições. O número de vezes em que o observador olhou para cada direção está relacionado com o tempo de permanência em cada posição: na posição 1 todas as direções foram vistas mais vezes quando comparadas com os valores registrados na posição 3.

A direção D4, que representa um ponto na parede de projeção, foi a mais vista a partir da posição 2 e a segunda direção mais vista a partir da posição 1. Esta situação pode ser explicada pela dinâmica própria da aula, já que em algumas ocasiões o professor fez explicações do conteúdo que estava sendo projetado. A partir da posição 3 esta direção foi a menos vista, embora o valor de DGI desta direção foi o menor obtido nesta posição. Com relação ao número de vezes em que o observador olhou para a direção D2, a partir da posição 1, mesmo que o valor de DGI supere o limite “intolerável”, esta foi a direção mais vista. Este fato poderia ser explicado pelo possível interesse do observador nessa direção ou pelo melhor controle visual da sala e da informação projetada, evidenciando a influência das questões subjetivas na tolerância ao ofuscamento.

O Gráfico 2(b) apresenta os valores de DGI versus a percentagem de tempo em que o observador olhou para cada direção, em cada posição. Ao comparar as linhas plotadas no Gráfico 2(a) e no Gráfico 2(b) é possível identificar a relação entre número de vezes e o tempo dedicado a olhar cada direção. A direção D1 foi aquela na qual o observador dedicou mais tempo nas três posições, embora não tenha sido a mais olhada a partir das posições 2 e 3. Com os dados obtidos neste estudo não foi possível estabelecer uma relação entre os valores do índice DGI e o tempo que o observador olhou para cada direção. Esperava-se que esta relação fosse inversa, ou seja, quanto maior o valor do DGI, menor o tempo olhado nessa direção. Porém, isto não aconteceu em todas as situações. Esta análise destaca “o tempo” como mais uma variável importante que deveria ser considerada no estudo do ofuscamento.

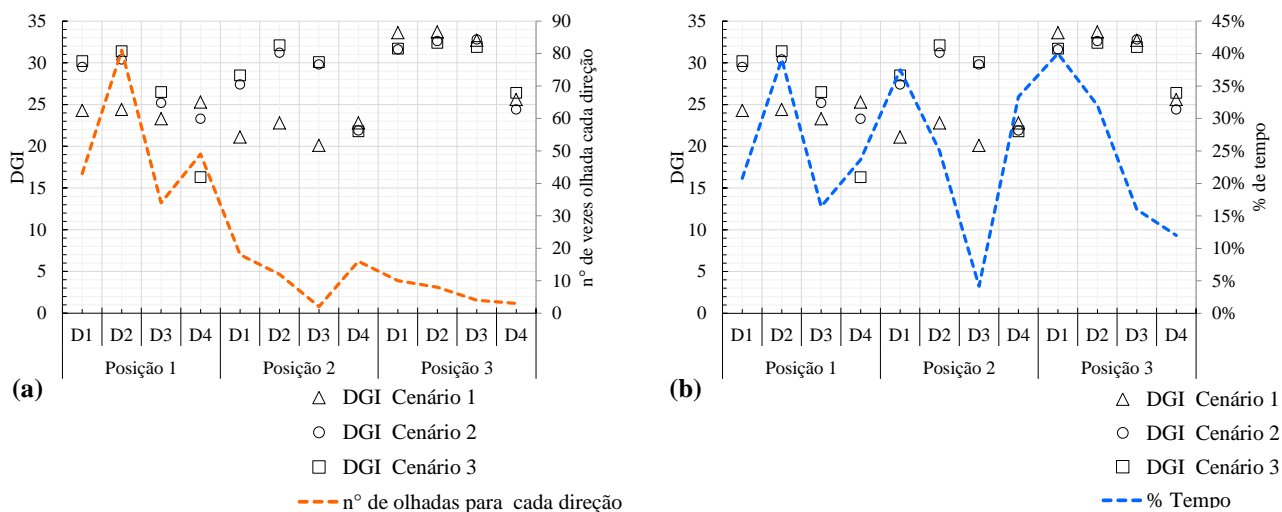


Gráfico 2- (a) DGI de cada cenário vs. Número de vezes em que cada direção foi olhada (b) DGI de cada cenário vs. Percentagem de tempo em que cada direção foi olhada

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi realizada uma investigação acerca do método para avaliar a sensação do ofuscamento considerando as principais direções da visão de um professor enquanto ministra uma aula, ou seja, em uma atividade dinâmica. As posições e as direções de visão predominantes do observador foram levantadas por meio de filmagens, posteriormente imagens HDR foram adquiridas em três cenários distintos e estes dados foram tratados através do programa Photolux.

Foi encontrada uma relação entre o posicionamento do professor na sala e a perturbação oferecida pelo projetor na posição 3, o que fez com que o tempo de permanência nesta posição fosse inferior aos demais. Esta constatação é importante, uma vez que a complementação dos procedimentos adotados neste trabalho pode ser realizada através da aplicação de questionários com os usuários, para a identificação entre a percepção visual e os procedimentos propostos.

A partir desta experimentação, identificou-se que o uso da opção “*Time Lapse*” na gravação de vídeos facilitaria a identificação das estimativas de tempo para cada posição e direção da visão, promovendo maior precisão.

Quanto à configuração do ambiente, principalmente em relação à disposição das janelas, o estudo mostra que o espaço não proporciona, para o indivíduo que está ministrando uma atividade em aula, o direito de escolha em olhar ou não para o exterior. Para as três posições estudadas, todas as janelas do ambiente compõem o campo visual deste sujeito. Ou seja, quando o professor direciona a visão para os alunos, as aberturas para o exterior sempre farão parte do campo de visão central e ergorama do observador, não havendo a opção de ele ter uma margem de descanso em caso de situações de ofuscamento desconfortáveis ou intoleráveis de brilho. Sem dúvidas, os padrões de uso das salas de aula dependem das atividades e as metodologias de ensino das instituições, idades dos alunos, conteúdo das disciplinas, etc. Da mesma forma em que avaliações subjetivas com os usuários ajudariam a aprimorar os resultados e conclusões com relação à percepção do ambiente visual, estudos sobre as características de uso e apropriação das salas de aula também são necessários para que arquitetos e engenheiros aprimorem os projetos de ambientes educativos. Como exemplo disso, além da adequada disposição e desenho das aberturas, a localização dos equipamentos de projeção (muito comuns na atualidade) é um dos fatores que, aparentemente não é relevante, mas influencia na percepção e sensação de conforto dos usuários.

O trabalho mostrou que um professor em uma atividade dinâmica não apresenta uma direção de visão fixa, como é considerando nos índices tradicionais de análise de ofuscamento. Além disso, constatou-se que cada direção de visão apresenta características distintas, evidenciado a importância da consideração das particularidades de cada campo visual a partir de cada direção da visão na análise de ofuscamento em um contexto dinâmico.

Os procedimentos propostos avançam na técnica de rastreamento da direção da visão utilizando procedimentos alternativos e mais acessíveis do que a tecnologia *eye-tracking*, mas ainda são necessários mais estudos para sua validação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq - pelo apoio financeiro (Processo: 475951/2013-1, Edital Universal 14/2013) e a CAPES pelas bolsas de pós-graduação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLEAR, R. D. **Discomfort glare: What do we actually know?** *Lighting Research and Technology*, n. February, 2012a.
- CLEAR, R. D. **Discomfort glare: What do we actually know?** *Lighting Research and Technology*, From Duplicate 1 (Discomfort glare: What do we actually know? - Clear, R D), v. 45, n. 2, p. 141–158, 1 abr. 2012b.
- DEBEVEC, P.; MALIK, J. Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs. 1997, [S.l.: s.n.], 1997. p. 369–378.
- INANICI, M. N. **Evaluation of high dynamic range photography as a luminance data acquisition system.** *Lighting Research and Technology*, v. 2, n. 38, p. 123–136, 2006.
- INANICI, M. N. **Evaluation of High Dynamic Range Image-Based Sky Models in Lighting Simulation.** *LEUKOS: The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America*, n. December, p. 37–41, 2013.
- JAKUBIEC, J. A.; REINHART, C. F. **The “adaptive zone” – A concept for assessing discomfort glare throughout daylit spaces.** *Lighting Research and Technology*, v. 44, n. 2, p. 149–170, 1 jun. 2012.
- JAKUBIEC, J. A.; REINHART, C. F. **THE “ ADAPTIVE ZONE ” – A CONCEPT FOR ASSESSING GLARE THROUGHOUT DAYLIT SPACES.** p. 14–16, 2011.
- KHANIE, S. *et al.* Investigation of gaze patterns in daylit workplaces: using eye-tracking methods to objectify view direction as a function of lighting conditions. 2013a, Paris, France: [s.n.], 2013. p. 250–259.
- KHANIE, S. *et al.* Uncovering relationships between view direction patterns and glare perception in a daylit workspace. 2013b, Krakow, Poland: [s.n.], 2013. p. 1–6.
- REINHARD, E. *et al.* **High dynamic range imaging: acquisition, display and image-based lighting.** [S.l.]: San Francisco: Morgan Kaufmann, 2005.
- WIENOLD, J. DYNAMIC DAYLIGHT GLARE EVALUATION. 2009, Freiburg, Germany: [s.n.], 2009. p. 944–951.
- WIENOLD, J.; CHRISTOFFERSEN, J. **Evaluation methods and development of a new glare prediction model for daylight environments with the use of CCD cameras.** *Energy and Buildings*, v. 38, n. 7, p. 743–757, jul. 2006.