



Avaliação de conforto visual em um ambiente de escritório *open plan*: um estudo de caso

Visual comfort assessment in an open plan office environment: a case study

Fernando da S. Almeida, Mestrando, Universidade Federal de Santa Catarina.

fernandosilvaalmeida@hotmail.com

Mariane P. Brandalise, Doutoranda, Universidade Federal de Santa Catarina.

marianebrandalise@yahoo.com.br

Emeli L. A. da Guarda, Doutoranda, Universidade Federal de Santa Catarina.

emeliguarda@gmail.com

Alexandra M. Cella, Mestranda, Universidade Federal de Santa Catarina.

alexandramcella@gmail.com

Daniela Barbim, Mestranda, Universidade Federal de Santa Catarina.

danielabarbing@gmail.com

Resumo

O presente trabalho tange sobre um estudo de caso, que avalia as condições de conforto visual de um ambiente de escritório da Fundação de ensino e Engenharia de Santa Catarina (FEESC), localizada na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no campus Trindade, em Florianópolis-SC. Foram realizadas simulações computacionais de iluminâncias e índices de luminância coletados in-loco e aplicação de questionário aos usuários do espaço, a fim de discutir o conforto visual desde a sua escala física, fisiológica até psicossocial, com ênfase na apresentação dos procedimentos utilizados nos levantamentos e nos parâmetros aplicados para a avaliação do ambiente luminoso. Foi possível perceber que no geral as condições de conforto visual são adequadas aos usuários, por meio do questionário aplicado, porém, em relação a norma NBR ISO/CIE 8995-1, alguns índices não satisfazem o recomendado, isso ocorre, graças as condições climáticas do dia, e horário analisado, limitações identificadas no estudo.

Palavras-chave: Conforto Visual; Ambiente luminoso; Ambiente de escritório

Abstract

This paper presents a case study, which evaluates the visual comfort conditions of an office environment of the Santa Catarina Teaching and Engineering Foundation (FEESC), at the Federal University of Santa Catarina (UFSC) on the Trindade campus, in Florianópolis-SC. By running

computer simulations of illuminances collected in-place, luminance indices, and an application of a questionnaire to space's users, to discuss visual comfort from its physical, physiological and psychosocial scale. We are emphasizing the procedures used in the surveys, and the parameters applied for the evaluation of the luminous environment. Through the questionnaire applied we concluded that, in general, the visual comfort conditions are satisfactory for users. However, according to the NBR ISO/CIE 8995-1 standard, some indices do not reach the recommendation. This occurs due to the climatic daily conditions, and the analyzed period, besides other limitations identified in this study.

Keywords: *Visual Comfort; Luminous environment; Office environment.*

1. Introdução

O conforto visual é um fator importante para se pensar e determinar a iluminação de um ambiente, este, influência no melhor desempenho da tarefa e na definição e distinção de cores e detalhes. De acordo com Lamberts et al (1997 *apud* European Commission Directorate), o conforto visual é definido como um conjunto de condições, num determinando espaço, onde, o ser humano pode realizar suas atividades com o máximo de acuidade, sem a necessidade de esforço visual, minimizando os riscos de acidentes.

O estudo fotométrico é o ramo da ciência que trata da medição da luz, permitindo assim, “quantificar a luz natural e/ou artificial” no ambiente luminoso. Dentre as grandezas fotométricas importantes para quantificação de luz no ambiente, pode-se destacar a iluminância e luminância. A iluminância tange sobre a medida de quantidade de luz incidente em uma superfície por área quadrada, já a luminância é considerada como a medida física do brilho em uma determinada superfície iluminada ou por meio de uma fonte de luz (PEREIRA et al, 2005).

No Brasil, a NBR ISO/CIE 8995-1 aborda a iluminação nos ambientes de trabalho, no qual, tem como objetivo proporcionar boa iluminação para realização da tarefa, a fim de satisfazer os aspectos quantitativos e qualitativos do espaço. Entretanto, existem grandes discussões sobre as condições de iluminância e luminância determinadas pela NBR supracitada, pois a facilidade da visão humana de adaptar-se as condições de iluminação são variáveis, dessa forma, é necessário quantificar de fato a iluminação no ambiente luminoso?

Em ambientes de escritório a NBR 8995-1 determina que os níveis de iluminância não devam ser menores que 500 lux, os índices de ofuscamentos UGR não podem apresentar-se maiores que 19, e o índice de reprodução de cor (Ra) ser de 80. Como mencionado anteriormente, esses índices são paulatinamente discutidos pela academia e pesquisadores da área.

Logo, considerando a importância do conforto visual no ambiente luminoso e a discussão dos índices de iluminação necessária para realização da tarefa, o presente estudo de caso tem como objetivo quantificar a iluminação natural e artificial em um ambiente de escritório da Fundação de ensino e Engenharia de Santa Catarina (FEESC) dentro da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no campus Trindade, em Florianópolis-SC. Por meio de simulações computacionais de iluminâncias coletadas in-loco, e índices de luminância, bem como a aplicação de questionário aos usuários do ambiente, a fim de discutir o conforto visual desde a sua escala física, fisiológica até psicossocial. Com o enfoque na apresentação dos procedimentos e método empregados para os levantamentos dos parâmetros, e a análise do ambiente luminoso.

2. Método

Para realização do estudo de caso, o método de pesquisa é dividido em quatro etapas: (1) caracterização do ambiente (2) caracterização do dia de medição, (3) medição e (4) aplicação dos questionários. Na avaliação do ambiente em relação ao conforto visual, será necessário a caracterização do ambiente através da coleta de dados in loco e de fotografias, o processamento dos dados através de softwares e aplicação dos questionários aos usuários do ambiente no momento das medições.

2.1 Caracterização do ambiente

O ambiente escolhido para avaliação é uma sala de escritório localizada no 4º andar do prédio administrativo do CTC, no Campus da Universidade Federal de Santa Catarina (USFC) na Trindade, em Florianópolis-SC.

O escritório possui área total de 164 m², e apresenta planta livre com divisórias apenas em duas salas que não foram consideradas no estudo de caso. O ambiente é formado por paredes de alvenaria pintada de azul claro, piso cerâmico, laje alveolar, e forro de PVC expandido com isolamento termoacústica. As aberturas são em formato de fita com peitoril baixo, e compostas de esquadrias em alumínio e janelas maxim-ar de vidro simples com aplicação de insulfilm, conforme pode ser observado na figura 1. A porta de acesso ao ambiente é de vidro e recebe iluminação natural da abertura oeste localizada na circulação da edificação (figura 2).



Figura 1: Caracterização do ambiente. Fonte: elaborado pelos autores.



Figura 2: Porta de acesso. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 3: Detalhe do brise horizontal na fachada noroeste. Fonte: elaborado pelos autores.

Os mobiliários são mesas para escritórios em madeira, na cor clara com divisórias baixas que garantem a privacidade dos usuários, cadeiras estofadas na cor azul, armários de madeira clara, arquivos e prateleiras de metal. Estes estão distribuídos pelo ambiente de maneira que os usuários fiquem um ao lado do outro. Além disso, a sala possui uma área apenas com armários. Uma característica importante do ambiente é sua grande extensão, dessa maneira, o centro é prejudicado em relação a iluminação natural. Outro fator é que a sala possui brises horizontais nas aberturas, o que pode ocasionar sombreamento no ambiente em alguns horários do dia e do ano (figura 3). Em relação ao entorno imediato da edificação, foi observado que não possui nenhum elemento que produza sombra nas aberturas.

O sistema de iluminação artificial do ambiente é composto por dois modelos de luminárias, um plafon com quatro lâmpadas fluorescentes tubulares de 9 w e com um fluxo luminoso total de 3000 lm, e a segunda luminária de 30 cm x 30cm com duas lâmpadas fluorescentes de 4 W com um fluxo luminoso total de 800 lm. Na figura 4 é possível observar a distribuição das luminárias na sala.

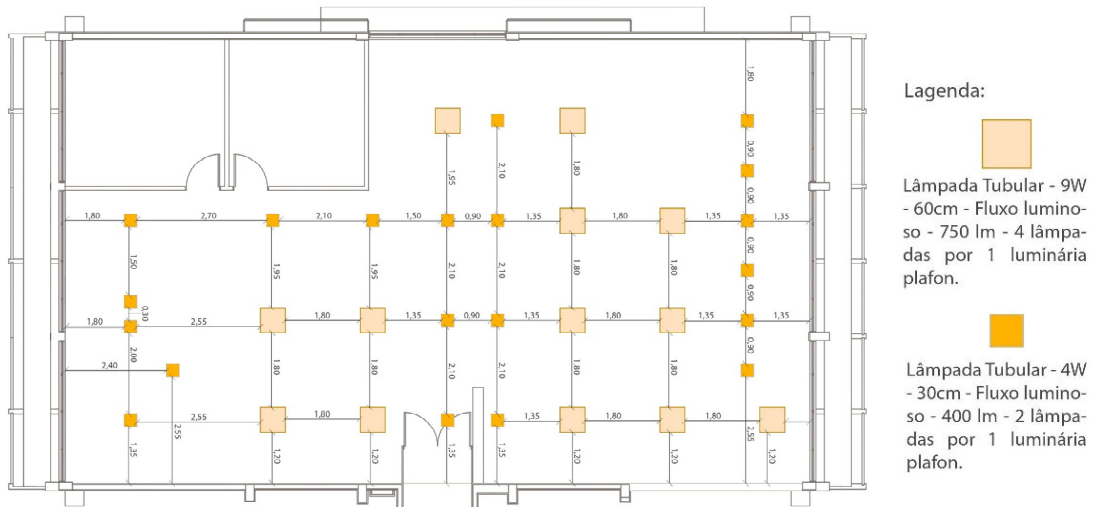


Figura 4: Planta de forro. Fonte: elaborado pelos autores.

2.2 Dia de Medição

A medição ocorreu no dia 23 de julho de 2019, no período da vespertino das 15:00 horas até às 17:00 horas. No dia da medição o céu estava claro e com poucas nuvens. As medições de iluminância foram realizadas em três cenários. O primeiro com todas as luzes apagadas e as janelas abertas, o segundo com todas as luzes ligadas e janelas abertas e por último, somente o sistema de iluminação artificial ligado. Para se obter os valores de iluminância do sistema de iluminação artificial se utilizou o método simplificado de subtração dos valores encontrados para o sistema de iluminação artificial e natural utilizado de forma conjunta menos os valores encontrados no cenário apenas da iluminação natural.

2.3 Procedimentos de Medição

Para realização das medições, foi calculado o número de pontos necessários para análise de acordo com a NBR 15215-4 (Tabela 1), com a utilização do índice do local (K) conforme equação a seguir. De acordo com Tabela 1 deveriam ser analisados um total de 36 pontos, para uma melhor avaliação devido as dimensões do ambiente foram analisados um total de 52 pontos.

$$K = \frac{C \times L}{H_m \times (C+L)} \quad K = \frac{18,00 \times 10,8}{2(18+10,8)} = 3,37 \quad (1)$$

Sendo:

C = comprimento - L = largura - H_m = altura da luminária até o plano de trabalho

K	Nº de Pontos
$K < 1$	9
$1 \leq K < 2$	16
$2 \leq K < 3$	25
$K \geq 3$	36

Tabela 1: Quantidade de pontos a serem atendidos. Fonte: NBR 15215- 4, 2003.

Para localização dos pontos foi definida uma malha seguindo os parâmetros da NBR 15215-4. O ambiente foi dividido em áreas iguais com dimensão de 1,60m x 1,68m e os pontos localizados no centro de cada área. A malha é afastada 50cm da parede, respeitando os limites estabelecidos em norma (figura 5).

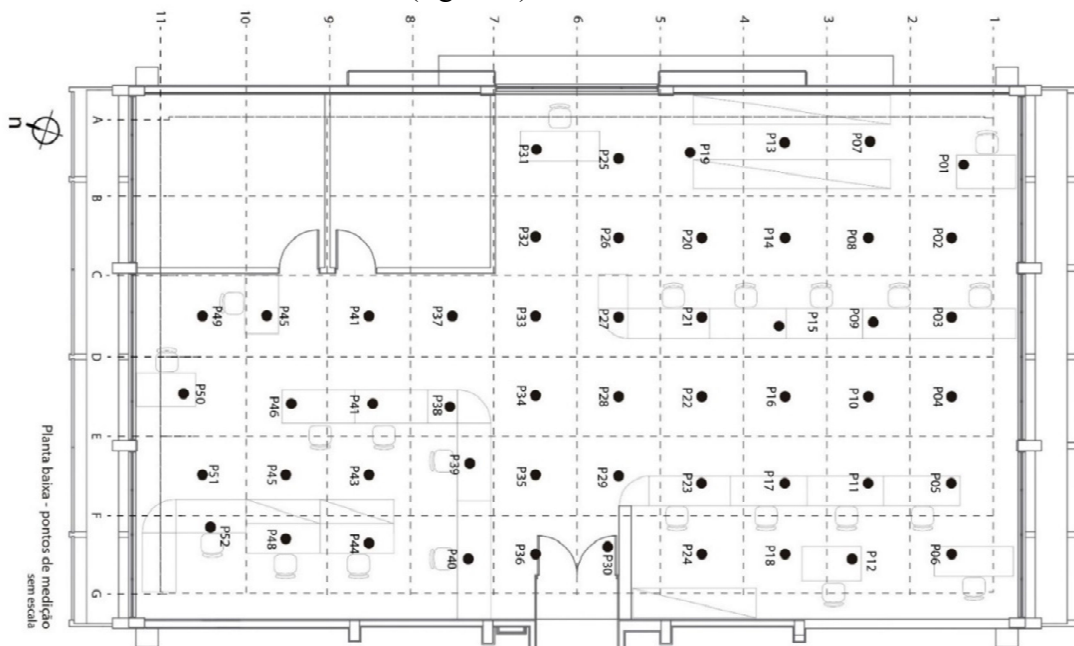


Figura 5: Malha de pontos. Fonte: elaborado pelos autores.

As medições foram realizadas nas superfícies de trabalho, considerando o plano horizontal. No momento das medições evitou-se sombras na fotocélula, para não haver nenhum prejuízo na coleta dos dados. As aferições foram feitas seguindo todas as recomendações presente na NBR 15215-4 e o equipamento utilizado para medir a iluminância de cada ponto foi o luxímetro.

Após as medições, os resultados encontrados foram comparados aos estabelecidos pela a NBR ISO/CIE 8995 para ambientes de escritório, para atividade de escrever, teclar, ler e processar dados. De acordo com a norma a iluminância média (EM), a iluminância a ser mantida é de 500 lux, conforme mostra a Tabela 2. Nos resultados, também foram identificados os valores das iluminâncias máxima, mínima e calculadas as iluminâncias média, mediana e o coeficiente de Uniformidade ($U = E_{mín}/EM$).

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	EM	URGL		Observações
22. Escritórios				
Escrever, teclar, ler, processar dados	500	19	80	Para trabalho com VDT, ver 4.10

Tabela 2: Iluminância média a ser mantida de ambientes de trabalho. Fonte: Adaptado NBR ISO/CIE 8995, 2013.

Para a análise dos resultados obteve-se os mapas das curvas isolux através do Software Surfer 16. Foram criados mapas para cada conjunto de mediações, sendo assim possível observar quais os pontos e áreas são mais críticos no que tange a iluminação e quais estão de acordo com a norma.

Na avaliação do sistema artificial o ambiente foi classificado em zonas, identificando a porcentagem de área do ambiente que está de acordo com as necessidades lumínicas dos

usuários. Para cada zona foi determinada uma cor, desta forma foi possível realizar um mapeamento da sala em diferentes pontos. Os critérios adotados para determinar os limites de cada zona encontram-se na Tabela 3, a seguir.

Intervalo de Iluminância	Zona	Classificação
< (70% E_M - 50 lux)	insuficiente	ruim
(70% E_M - 50 lux) a 70% E_M	transição inferior	regular
70% E_M a 130% E_M	suficiente	bom
130% E_M a 2.000 lux	transição superior	regular
> 2.000 lux	excessiva	ruim

Tabela 3: Critérios de zoneamento da iluminância do sistema artificial. Fonte: Pereira, 2019.

Em relação aos resultados da distribuição da luminância no campo de visão do observador e de possível ocorrência de ofuscamento foi empregada a técnica da fotográfica denominada de High Dynamic Range (HDR). Para as medições de luminância foi definido um observador que estava próximo as aberturas, e foram realizadas duas aferições com direções diferentes do campo de visão.

Para isso foi utilizada a câmera Canon EOS 60D, sensibilidade ISO 100 com alta qualidade das imagens, o tamanho da abertura da lente foi fixado em f/11 e houve registro em 8 velocidade sendo 10, 5, 2, 1/2, 1/8, 1/25, 1/60 e 1/125 segundos. A câmera foi configurada com balanceamento branco para luz natural e o foco automático. Para calibrar o equipamento foi utilizado um luminômetro de mão, e medido a luminância em uma folha cinza e a iluminância vertical com o luxímetro na lente da câmara. O procedimento foi repetido antes e depois de cada sequência de fotos. Os valores para calibração do observador são apresentados na tabela 4.

Medição de Luminância e Iluminância para calibração de imagem HDR						
	Situação 1			Situação 2		
	Inicial	Final	Média	Inicial	Final	Média
Luminância em plano neutro (cd/m^2)	29,1	29,33	29,15	74,6	75	74,8
Iluminância na lente da câmera (lx)	435	432	433,5	298	350	324

Tabela 4: Valores de calibração para o observador 1. Fonte: elaborado pelos autores.

Em seguida, os dados encontrados foram processados no software Aftab Alpha, o qual emprega a imagem original para gerar imagens de falsas cores e de linhas que representam a distribuição da luminância no ambiente e também calcula os índices de ofuscamento do local analisado. Para o estudo optou-se por utilizar o índice de ofuscamento URG disponibilizado pela norma, DGI, CGI, VCP e DGP afim de obter melhores comparativos de índices de ofuscamento, perceptíveis, imperceptíveis, desconfortáveis e intoleráveis no ambiente de estudo.

2.4 Aplicação do Questionário

O questionário aplicado é uma versão elaborada pelo Public Interest Energy Research - California Energy Commission (2014) que verifica a percepção dos usuários frente à iluminação no ambiente construído. As perguntas do questionário foram traduzidas livremente, e estão relacionadas com a qualidade da iluminação no ambiente de trabalho e com a satisfação do usuário em relação a iluminação natural e artificial.

3. Resultados

3.1 Medições dos níveis de Iluminância mantida

Para a análise dos resultados do nível médio de iluminância mantida calculou-se a iluminância média por meio dos pontos distribuídos no recinto, buscando-se avaliar através de um único valor o ambiente estudado. De acordo com as recomendações da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), o valor mínimo é de 500 lux para iluminância mantida na superfície de trabalho em ambiente de escritórios. Conforme a norma valores abaixo do especificado não são considerados apropriados para o desenvolvimento das tarefas. Os resultados obtidos estão ilustrados na figura 6 e se referem à iluminância média definida pela NBR 8995-1, no horário avaliado, com os sistemas de iluminação natural e artificial de forma separada e associada. Também é possível observar na imagem os valores máximos, mínimos e medianas de cada situação.

A iluminância média encontrada medição demonstra que o escritório não possui as condições lumínicas necessárias para ser utilizado apenas com iluminação natural, pois o valor encontrado foi de 73,50 lux muito abaixo dos 500 lux sugeridos pela norma. Um dos motivos que levam a esse resultado é formato da sala, o qual é muito comprida e larga, desta forma o centro da sala recebe pouca iluminação natural. Também o horário o qual foi avaliado, sendo no período de inverno dia 23 de julho e próximo ao fim da tarde. Ao analisar o sistema de iluminação artificial e o sistema de iluminação artificial em conjunto com a luz natural os valores encontrados estão próximos aos recomendados pela NBR 8995-1, 395 lux e 433lux respectivamente. Importante ressaltar que nenhum cenário atendeu as recomendações da norma.

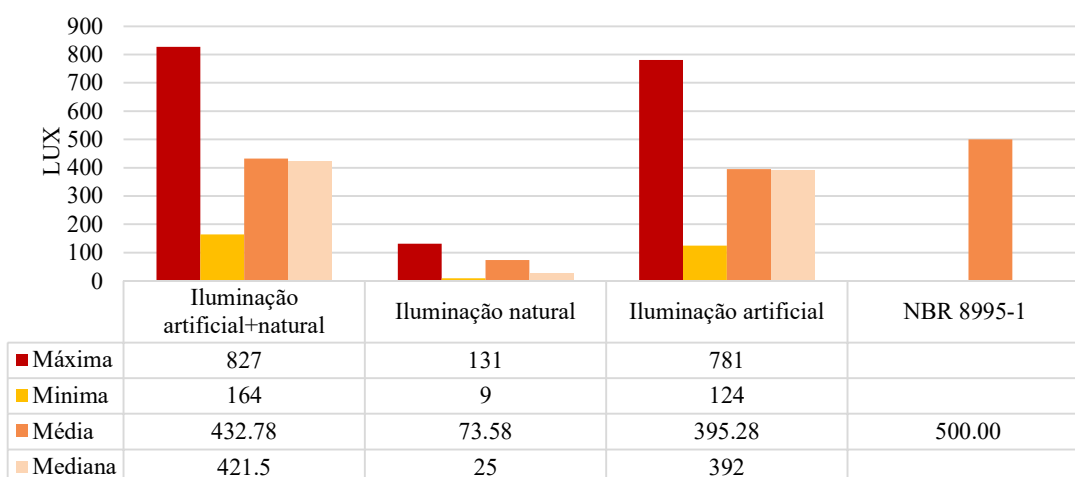


Figura 6: Resultados de iluminância média. Fonte: elaborado pelos autores.

O valor da mediana é importante pois representa o valor central da medição, sendo o valor do meio do conjunto de medições. Observando os valores da mediana encontrados para o cenário da iluminação artificial em conjunto com a natural, e o cenário de iluminação artificial são muitos próximos dos valores da média encontrado. Em relação as mínimas e as máximas, o cenário com iluminação natural como já era esperado apresenta os menores valores, o valor mínimo foi encontrado no ponto 17 que fica localizado no centro da sala, distante das aberturas, já o valor máximo no ponto 49, está bem ao lado da abertura da parede

noroeste. O valor máximo em relação aos três cenários foi encontrado na avaliação da iluminação natural em conjunto com a artificial sendo de 827 lux localizado no ponto 46, que também fica ao lado da abertura da parede noroeste e próximo as luminárias.

Outro critério avaliado foi o coeficiente de uniformidade, o qual é definido pela razão entre o valor mínimo e médio de iluminância. De acordo com a NBR 8995-1:2013 a iluminação na área de tarefa deve ser o mais uniforme possível, portanto, não deve ser inferior á 0,7. A Tabela 5 a seguir ilustra os resultados do coeficiente de uniformidade para o ambiente analisado. É possível perceber que nenhuma dos cenários obteve o coeficiente mínimo. Isso se explica por dois motivos dimensão e formato do ambiente e o sistema de iluminação artificial não apresenta uma distribuição uniforme das luminárias.

	Iluminação artificial e natural	Iluminação natural	Iluminação artificial
Coeficiente de uniformidade	0,37	0,12	0,31

Tabela 5 - Coeficiente de uniformidade. Fonte: elaborado pelos autores.

3.2 Curvas de Isoluminância

A análise apenas da média da iluminância não representa a forma como a iluminação está sendo distribuída no ambiente, para uma avaliação mais completa é necessário analisar as curvas de isoluminância, as quais possibilitam a avaliação espacial dos valores de iluminância, permitindo um estudo mais preciso sobre o ambiente lumínico.

Foram gerados três mapas de curvas isolux, Figuras de 7 a 9, contemplando todos os cenários analisados, considerando a iluminação natural e artificial tanto de maneira separada quanto conjunta.

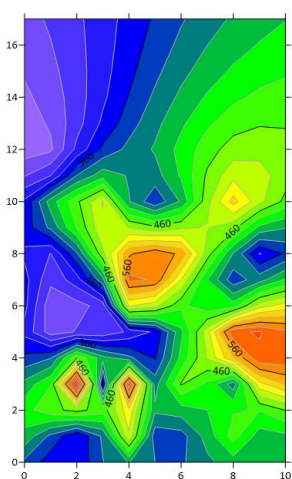


Figura 7 - Mapa curva isolux iluminação artificial e natural. Fonte: elaborado pelos autores.

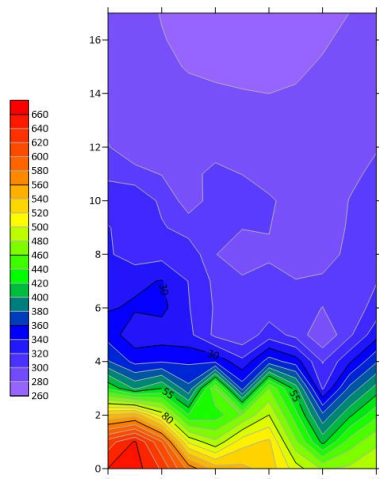


Figura 8 - Mapa curva isolux natural. Fonte: elaborado pelos autores.

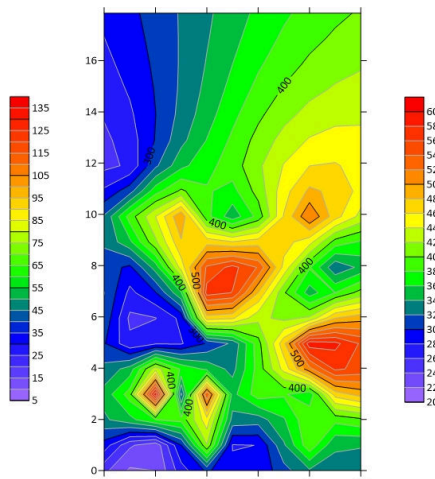


Figura 9 - Mapa curva isolux iluminação artificial. Fonte: elaborado pelos autores.

A figura 7 apresenta o cenário da iluminação natural em conjunto com a iluminação artificial, pode ser observado que a distribuição que maiores iluminância fica em torno de 560 lux e são encontrados no centro da sala devido a iluminação artificial e próximo a fachada noroeste devido a iluminação natural em estar ocorrendo nessa fachada no momento da medição. Já os menores valores de iluminância são de 360 de lux e ficam localizados no

centro da sala e próximo da zona da sala que não possui área de trabalho, apenas armários e o número de luminárias é inferior ao resto da sala.

Na figura 8 é possível observar a distribuição da iluminância da luz natural, os pontos com maior luminância ficam próximo a fachada noroeste ao qual estava recebendo iluminação no horário da medição, no entanto os valores encontrados são muito inferiores ao recomendado pela norma, em torno de 90 lux. Esse fato ocorre devido a medição ter sido realizada no período de inverno e no fim da tarde. E também devido as dimensões e formato da sala, o lado da sala que não estava recebendo iluminação natural e o centro da sala apresentaram os menores valores de iluminância no valor de 20 lux. Devido ao horário e o período do ano esses resultados não são representativos para iluminação natural. Para a análise de iluminação natural deveria ser realizadas medições em diferentes estações e horários do dia.

Na figura 9 encontra-se a distribuição da iluminância para a iluminação artificial, é possível observar que o maior valor de iluminância é de 550 lux e fica localizado no centro e na lateral esquerda da sala. Essa distribuição fica próxima a localização das áreas de trabalho onde as luminárias são maiores e mais próximas. Já os menores valores de iluminância ficam localizado na área da sala onde se encontra os armários e as lâmpadas estão colocadas de forma mais espaçadas conforme já mencionado.

3.3 Classificação por Zonas de Iluminância

Para análise mais completa de desempenho do sistema de iluminação artificial, adotou-se a classificação do ambiente através de zonas de iluminância de acordo com a Tabela 6. A metodologia define e qualifica o ambiente em cinco zonas diferentes conforme a quantidade de iluminação presente.

Após a classificação das zonas foi realizado o mapeamento no ambiente de cada zona (figura 10), sendo possível identificar os pontos que estão com uma iluminação suficiente. Conforme apresentado na tabela 6 a classificação adequada encontra-se no intervalo de 350 luz a 650 luz, que representa quase que 60% da área da sala (tabela 7). A classificação regular (inferior e superior) também é considerada aceitável, sendo que no ambiente a somatória das duas apresenta uma área de 15%. É possível observar que os pontos que ficaram classificados como insuficiente totalizam uma área de 25% do ambiente e estão localizados na área da sala onde ficam localizados os armários e que não são realizadas tarefas, além disso está área e que apresenta as luminárias menores e mais espaçadas.

Intervalo de iluminância	Zona	Classificação
< 300 lux	insuficiente	ruim
300 a 500 lux	transição inferior	regular
350 a 650 lux	suficiente	bom
650 a 2.000 lux	transição superior	regular
> 2.000 lux	excessiva	ruim

Tabela 6 - Classificação das zonas. Fonte: PEREIRA, 2005.

Zona	% da área do ambiente de cada zona
Insuficiente	25
Transição inferior	13
Suficiente	60
Transição superior	2
Excessiva	0

Tabela 7 – Porcentagem do ambiente em cada zona. Fonte: elaborado pelos autores.

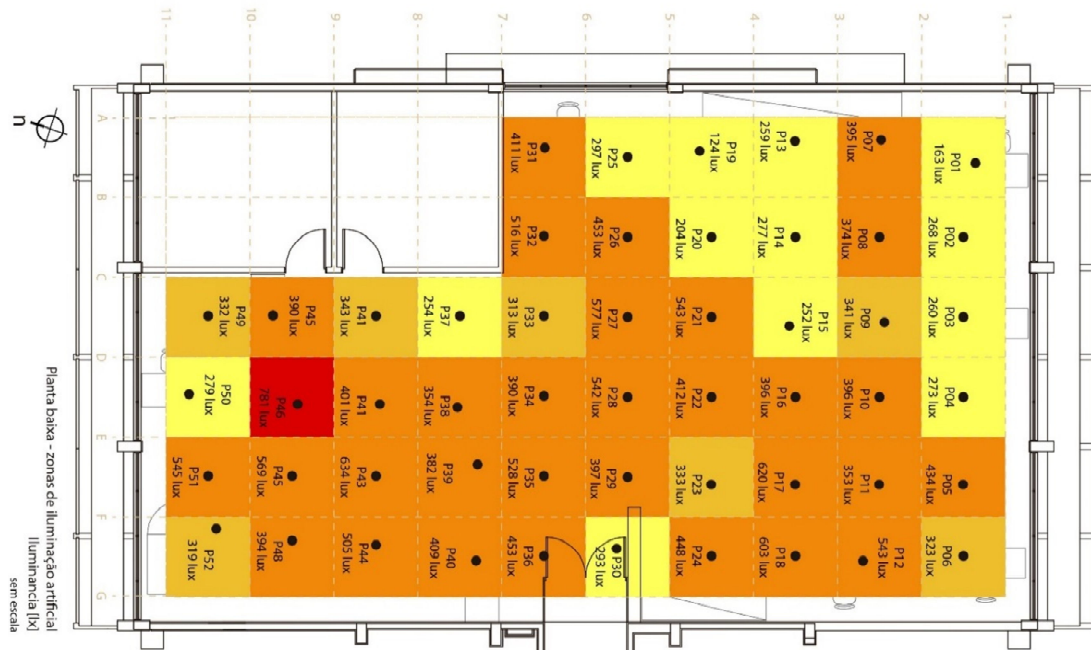


Figura 10 - Zonas de iluminâncias para iluminação artificial. Fonte: elaborado pelos autores.

3.4 Luminância

Foi avaliado um observador em duas posições distintas, onde, obteve-se dois resultados de distribuição das luminâncias (cd/m^2) e duas imagens de índices de ofuscamento. A cena foi selecionada por estar próxima as aberturas da sala, que consequentemente podem proporcionar desconforto visual por ofuscamento e/ou reflexo nos usuários.

Com o auxílio do software Aftab, foram geradas as imagens dos níveis de luminância e ofuscamento para cada cena definida posteriormente. Na imagem 11 abaixo, o usuário está posicionado conforme sua rotina cotidiana de trabalho, tendo a visão direcionada ao computador. Pode-se observar que entorno de 65% da imagem é constituída de luminância entre a 45 a 75 cd/m^2 . E o restante da imagem é composta por luminâncias superiores a 255 cd/m^2 . A iluminação natural proveniente das janelas a esquerda, e a iluminação artificial das luminárias no forro, formam a luminância da fonte. Já as luminâncias de fundo, são constituídas pela divisória frontal, alguns mobiliários e grande parte do forro.

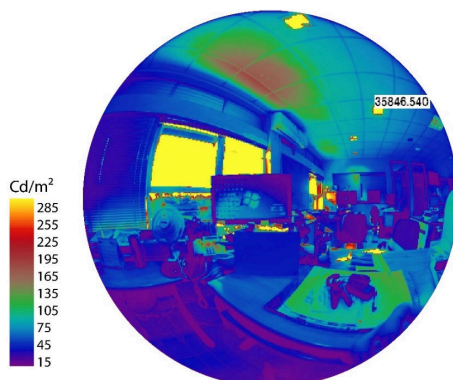


Figura 11 - Imagem em cores falsas com níveis de luminância do observador 1, cena 1. Fonte: elaborado pelos autores.

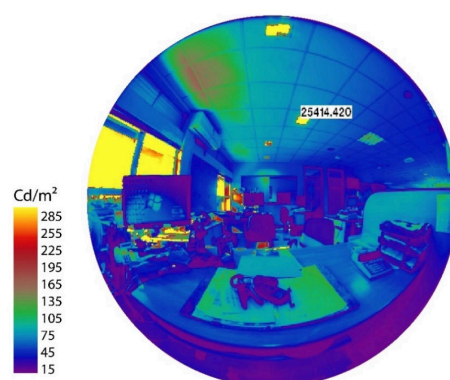


Figura 12 - Imagem em cores falsas com níveis de luminância do observador 1, cena 2. Fonte: elaborado pelos autores.

O mesmo observador foi ainda avaliado em uma segunda posição, na figura 12, o usuário está reto em relação a mesa de trabalho. Percebe-se as mesmas contribuições de luminância da fonte e luminância do fundo, sendo em menor proporção a luminância da fonte, provenientes da iluminação natural, pois o observador não está orientado como a figura anterior, tendo uma redução dos níveis de luminância superiores a 255 cd/m².

Para ambas as cenas deste usuário, foram avaliados os ofuscamentos proporcionados pelas luminâncias de fundo e/ou fonte. O DGI nas duas situações foi inferior a 20, sendo pouco perceptível conforme ilustrado nas figuras 13 e 14 a seguir. O UGR também está abaixo de 26,36, que é o recomendado pela NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Desta forma, nota-se poucos índices de ofuscamento no dia e horário avaliado.



DGP:imper. (0.211)
D. Gl. Index: 16.49
Unified Gl. Rating: 18.56
Background Lum.: 96.92
Average Lum.: 106.27
Dir. Ver. Eye Illum.: 93.28
Vertical Eye Illum.: 397.77
Vs. Cmf. Probability: 45.13
CIE Gl. Index: 21.47
Av. Lum. All Gl. Src.: 4444.29
Solid Ang. All Gl. Src.: 0.04
Veil. lum. (Poynter): 16.24
Veil. lum. (S. Holladay): 1.19
Discomfort Gl. Rating: 133.09
Unified Gl. Probability: 0.6
UGR_EXP: 11.7
DGI_MOD: 18.06
Ave. Lum. (Pos. Idx): 34.86
Ave. Lum. (SqPos. Idx): 2.58
Median Luminance: 46.82
Median Pos. Idx. Lum.: 8.85
Median SqPos. Idx. Lum.: 2.23

Figura 13 - Origens e índices de ofuscamento da posição 1 do observador 1. Fonte: elaborado pelos autores.



DGP:imper. (0.19)
D. Gl. Index: 13.97
Unified Gl. Rating: 15.92
Background Lum.: 64.34
Average Lum.: 88.53
Dir. Ver. Eye Illum.: 54.39
Vertical Eye Illum.: 256.52
Vs. Cmf. Probability: 62.74
CIE Gl. Index: 18.69
Av. Lum. All Gl. Src.: 4719.16
Solid Ang. All Gl. Src.: 0.03
Veil. lum. (Poynter): 5.65
Veil. lum. (S. Holladay): 0.26
Discomfort Gl. Rating: 94.9
Unified Gl. Probability: 0.52
UGR_EXP: 6.72
DGI_MOD: 15.31
Ave. Lum. (Pos. Idx): 21.67
Ave. Lum. (SqPos. Idx): 1.4
Median Luminance: 46.72
Median Pos. Idx. Lum.: 9.27
Median SqPos. Idx. Lum.: 2.46

Figura 14 - Origens e índices de ofuscamento da posição 2 do observador 1. Fonte: elaborado pelos autores.

Para fim das avaliações dos índices de ofuscamento, foi utilizado a norma brasileira NBR ISO/CIE 8995-1:2013, e os índices de ofuscamento disponibilizado pelo PEREIRA (2005), conforme tabela relacionada abaixo.

	Imperceptível	Perceptível	Desconfortável	Intolerável
DGI	< 18	18 - 24	24 - 31	> 31
UGR	< 13	13 - 22	22 - 28	> 28
CGI	< 13	22 - 28	22 - 28	> 28
VCP	80 - 100	60 - 80	40 - 60	> 40
DGP	< 0.3	0.3 - 0.35	0.35 - 0.4	> 0.45

Tabela 8 – Índices de ofuscamento. Fonte: PEREIRA, 2005.

3.5 Questionário

No questionário adotado as perguntas são referentes a satisfação do usuário em relação a iluminação natural e artificial no local de trabalho. As perguntas foram analisadas considerando a resposta da maioria das pessoas. No momento da análise tinham 15 funcionários e apenas 9 responderam o questionário. A idade dos usuários que responderam ao questionário era de 18 até 34 anos e as principais atividades exercidas no local são digitação usando o computador, ler e escrever, utilizar impressora e realizar cópias. O local tem funcionamento apenas no período diurno e os funcionários passam em torno de 8 horas por dia no local. Dentre os questionários avaliados, não houve nenhum relato de problemas para distinguir cores e apenas três utilizavam óculos.

A maioria dos usuários estão satisfeitos com o número de aberturas e da visão que possuem para o ambiente exterior, no entanto ao relatar o uso apenas da iluminação natural é considerada insuficiente para a maioria das pessoas. Em relação ao uso da iluminação artificial todos os usuários consideram suficientes e relatam que não é necessário ligar todas as luminárias. Um funcionário descreve que no período da manhã quando a persiana está aberta ocorre ofuscamento e sugeriu o fechamento total das persianas nas aberturas superiores. Outro funcionário propôs alterar o posicionamento de algumas luminárias no teto, e conseqüentemente melhorar as condições de iluminação no interior do ambiente.

4. Conclusão

Conclui-se que, apesar dos valores da iluminância média mantida não estarem de acordo com os valores recomendados pela NBR 8995-1:2013 os usuários em sua maioria relatam que se sentem em conforto visual no ambiente. Além disso, observando avaliação em relação ao método da classificação por zona podemos concluir que a maioria da área do ambiente está satisfatória em relação a iluminação artificial. No que tange a iluminação natural, a análise não é representativa, visto que foi realizada apenas em um horário do dia e no fim da tarde. Para uma análise eficiente da iluminação natural deveria ser realizadas medições em diferentes períodos do ano e em diferentes horários do dia.

Por fim, concluímos que para uma correta avaliação do ambiente luminoso deve-se realizar mais de uma avaliação de iluminação, e principalmente verificar a distribuição da iluminância através das curvas de isoluminância, as quais possibilitam verificar os locais do ambiente em que a iluminação não está satisfatória. Apenas uma média de iluminância conforme a norma orienta não é suficiente para caracterizar o ambiente luminoso. Entretanto, por meio dos procedimentos e método utilizados foi possível obter a percepção dos usuários e os dados para caracterização do ambiente luminoso de um escritório coletivo (planta livre), dessa forma o artigo está em conformidade com seu objetivo principal, que é a apresentação de método para avaliação do ambiente luminoso.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISSO/CIE: 8995-1 – Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior. Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15215-4: Iluminação natural - Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

CALIFORNIA ENERGY COMMISSION. CEC, the Northwest Energy Efficiency Alliance and the New York State Research and Development Authority. **Occupant Survey - How Comfortable is this Room?** New York. 2014.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O.R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: PW Editores, 1997.

PEREIRA, Fernando O.R.; SOUZA, Marcos B. **Apostila de Conforto Ambiental - Iluminação.** Florianópolis: Programa de Pós-graduação - Pós-Arq, UFSC, 2005.