

THAYNÁ TAVARES LOURENÇO BELMIRO

Avaliação dos níveis de iluminação em um escritório

São Paulo

2021

THAYNÁ TAVARES LOURENÇO BELMIRO

Versão Original

Avaliação dos níveis de iluminação em um escritório

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Especialista em Higiene Ocupacional.

São Paulo

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, por todas as bênçãos e graças que me permitiram crescer profissionalmente e concluir mais uma especialização.

Aos meus pais que são meu porto seguro e sempre incentivaram na busca constante do conhecimento.

Ao meu esposo que me apoia e dá força para buscar sempre o crescimento pessoal e profissional.

À Universidade de São Paulo, através da Escola Politécnica que ofertou esse curso na modalidade EAD possibilitando a realização do curso por profissionais que residem em outros estados, sendo inexequível a participação em modalidade presencial.

Aos docentes renomados e com vasto conhecimento que compartilharam uma parte conosco.

Aos colegas de curso pelo apoio prestado, mesmo que à distância, e troca de experiências através de conversas por redes sociais.

“E disse Deus: Haja luz; e houve luz”.
(Gênesis 1:3)

RESUMO

BELMIRO, Thayná Tavares Lourenço. **Avaliação dos níveis de iluminação em um escritório.** 2021. 54 f. Monografia (Especialização em Higiene Ocupacional) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

Diante da importância da iluminação adequada para o desenvolvimento de atividades nos ambientes de trabalho, este estudo foi realizado em um ambiente de escritório, utilizando-se os critérios e procedimentos de avaliação de iluminância descritos na Norma de Higiene Ocupacional nº 11 (NHO 11) da Fundacentro. Esse trabalho possui o objetivo de avaliar os níveis de iluminação em um escritório e analisar a adequação à norma de higiene ocupacional pertinente. As medições foram realizadas conforme determinação de malhas de medição para cada ambiente do escritório, sendo salão do escritório com recepção e 14 postos de trabalho, sala de reunião, sala 1 e sala 2. Realizou-se avaliação preliminar do local conforme procedimento da NHO 11. A avaliação ocorreu com o sistema de iluminação dentro de suas características típicas de operação. Avaliou-se a existência de interferências da iluminação externa no ambiente, como iluminação natural, proveniente de janelas, porém estas não interferem pois possuem persianas que permanecem fechadas. Utilizou-se um luxímetro para realização das medições, considerando o plano da tarefa visual ou, quando este não for definido, a 0,75 m do piso. Os resultados mostraram que o salão do escritório atende ao estabelecido na NHO, entretanto, a sala de reunião e as salas 1 e 2 não atendem ao nível mínimo estabelecido pela NHO 11 para atividade de escritório. Sugeridas ações corretivas para os ambientes inconformes com os níveis determinados em norma de forma a proporcionar um ambiente de trabalho seguro e saudável para os trabalhadores. Após a implantação destas ações é recomendável a realização de um novo estudo para verificar o atendimento aos níveis de iluminação conforme NHO 11.

Palavras-chave: Iluminância. Níveis de iluminação. NHO 11. Conforto visual. Ergonomia.

ABSTRACT

BELMIRO, Thayná Tavares Lourenço. **Assessment of lighting levels in office.** 2021. 54 f. Monograph (Specialization in Occupational Hygiene) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

Given the importance of adequate lighting for the development of activities in work environments, this study was carried out in an office environment, using the criteria and procedures for assessing illuminance described in Occupational Hygiene Standard No. 11 (NHO 11) of the Fundacentre. This work has the objective of evaluating the lighting levels in an office and analyzing the adequacy to the relevant occupational hygiene standard. The measurements were carried out according to the determination of measurement grids for each office environment, being the office hall with reception and 14 workstations, meeting room, room 1 and room 2. A preliminary assessment of the location was carried out according to the NHO 11 procedure. The evaluation took place with the lighting system within its typical operating characteristics. The existence of interference from external lighting in the environment was evaluated, such as natural lighting from windows, but these do not interfere as they have blinds that remain closed. A luxmeter was used to perform the measurements, considering the plane of the visual task or, when this is not defined, at 0.75 m from the floor. The results showed that the office hall meets the requirements of the NHO, however, the meeting room and rooms 1 and 2 do not meet the minimum level established by NHO 11 for office activity. Corrective actions are suggested for environments that do not comply with the levels established in the standard in order to provide a safe and healthy work environment for workers. After the implementation of these actions, it is recommended to carry out a new study to verify compliance with the lighting levels according to NHO 11.

Keywords: Illuminance. Lighting levels. NHO 11. Visual comfort. Ergonomics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Espectro eletromagnético	14
Figura 2 - Reflexão e refração de um raio luminoso.....	15
Figura 3 - Fluxo luminoso	17
Figura 4 - Eficácia luminosa	17
Figura 5 - Intensidade luminosa	18
Figura 6 - Iluminância	18
Figura 7 - Iluminância e luminância	19
Figura 8 - Variação de cor conforme temperatura.....	21
Figura 9 - Ofuscamento.....	23
Figura 10 - Luxímetro LD 300.....	29
Figura 11 - Sala 1	30
Figura 12 - Área de salão do escritório	31
Figura 13 - Iluminação do escritório	31
Figura 14 - Layout da área do escritório estudada	32
Figura 15 - Malha de medições conforme Figura A1 da NHO 11	33
Figura 16 - Malha de medições adotada para a área do salão	34
Figura 17 - Malha de medições conforme Figura A2 da NHO 11	35
Figura 18 - Malha de medições adotada para as salas 1 e 2	35
Figura 19 - Malha de medições adotada para os postos de trabalho 13 e 14	36
Figura 20 - Malha de medições adotada para a sala de reunião	36
Figura 21 - Pontos de medição para avaliação da iluminância na área da tarefa	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cor e temperatura de cor correlata	21
Tabela 2 - Análise preliminar do ambiente – Salão do escritório.....	38
Tabela 3 - Resultados obtidos nos pontos indicados – Salão do escritório.....	39
Tabela 4 - Resultados obtidos nas áreas de tarefa – Salão do escritório	40
Tabela 5 - Análise preliminar do ambiente – Salas 1 e 2	41
Tabela 6 - Resultados obtidos nos pontos indicados – Sala 1	41
Tabela 7 - Resultados obtidos nos pontos indicados – Sala 2	42
Tabela 8 - Resultados obtidos nas áreas de tarefa – Salas 1 e 2	42
Tabela 9 - Análise preliminar do ambiente – Sala de reunião	43
Tabela 10 - Resultados obtidos nos pontos indicados – Sala de reunião	44
Tabela 11 - Resultados obtidos nas áreas de tarefa – Sala de reunião	44
Tabela 12 - Análise preliminar do ambiente – Postos de trabalho 13 e 14	45
Tabela 13 - Resultados obtidos nos pontos indicados–Postos de trabalho 13 e 14..	46
Tabela 14 - Resultados obtidos nas áreas de tarefa – Postos de trabalho 13 e 14 ..	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ELETOBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras S. A.
ENIT	Escola Nacional de Inspeção do Trabalho
Fundacentro	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho
IRC	Índice de Reprodução de Cor
LED	Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Técnica Brasileira
NHO	Norma de Higiene Ocupacional
NR	Norma Regulamentadora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....	14
2.1.1 Luz	14
2.1.2 Iluminação natural e artificial	15
2.1.3 Fluxo radiante e fluxo luminoso	16
2.1.4 Eficácia luminosa	17
2.1.5 Intensidade luminosa.....	18
2.1.6 Iluminância.....	18
2.1.7 Luminância	19
2.1.8 Índice de Reprodução de Cor.....	20
2.1.9 Temperatura de cor correlata.....	20
2.1.10 Refletância	21
2.1.11 Contraste.....	21
2.1.12 Ofuscamento	22
2.1.13 Cintilação	23
2.1.14 Efeito estroboscópico.....	23
2.1.15 Conforto visual	23
2.1.16 Consequências da iluminação inadequada	24
2.1.17 Iluminação e normas nacionais pertinentes	25
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	27
3.2 INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO UTILIZADO.....	29
3.3 CARACTERÍSTICAS DO LOCAL AVALIADO.....	29
3.4 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE ILUMINÂNCIA MÉDIA.....	33
3.5 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE ILUMINÂNCIA PONTO A PONTO – ÁREA DA TAREFA	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 SALÃO DO ESCRITÓRIO.....	38
4.2 SALAS 1 E 2	41

4.3 SALA DE REUNIÃO.....	43
4.4 POSTOS DE TRABALHO 13 E 14.....	45
5 CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS.....	49
ANEXO A – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO LUXÍMETRO.....	53

1 INTRODUÇÃO

A higiene do trabalho é definida como uma ciência cujos propósitos são a identificação, avaliação e controle dos agentes ambientais ocupacionais (físicos, químicos e biológicos), a fim de garantir a salubridade dos ambientes de trabalho.

A luz é imprescindível para a realização das atividades e de extrema importância em um ambiente de trabalho. A iluminação exerce influência direta na produtividade, bem-estar e conforto dos trabalhadores e segurança das tarefas (MARTINS; BELENKI; SANCHES, 2014).

Locais com iluminação inadequada, com sombras ou ofuscamentos, exigem um esforço maior da visão e pode causar sintomas como estresse psicológico, fadiga, problemas de postura, dores de cabeça (TAKEUCHI, 2019).

A iluminação em excesso também é prejudicial pois o excesso de luz causa um déficit na lubrificação dos olhos, causando lacrimejamento, irritação ocular e vermelhidão (UFJF, 2020).

Conforme a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, uma iluminação adequada deve proporcionar boas condições de visualização do ambiente e possibilitar que as tarefas visuais ocorram de modo eficiente, seguro, preciso e confortável, de forma que não exista desconforto ou fadiga visual. Para isso, é necessário adequar a quantidade e qualidade da iluminação, considerando o índice de reprodução de cor e parâmetros como ofuscamento, contrastes excessivos e homogeneidade.

No Brasil a Norma Regulamentadora NR-17, Portaria 3.214 de 08 de Junho de 1978, que estabelece a obrigatoriedade de adequação dos níveis de iluminância apropriada à natureza da atividade e uniformemente distribuída atendendo a níveis mínimos de iluminamento determinados na Norma de Higiene Ocupacional nº 11 (NHO 11) da Fundacentro.

A avaliação quantitativa da iluminância é realizada através de métodos padronizados de acordo com a legislação vigente para determinar os níveis presentes nos postos de trabalho.

A conceituação de termos técnicos do campo de iluminação, a avaliação quantitativa da iluminância e análise do atendimento aos níveis mínimos de iluminamento estabelecidos em norma será tratada neste trabalho.

1.1 OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é avaliar os níveis de iluminação em um escritório e analisar a adequação à norma de higiene ocupacional pertinente.

1.2 JUSTIFICATIVA

Diante da importância da iluminação para a Higiene Ocupacional e níveis de iluminância adequados nos ambientes de trabalho como condição para realização das atividades de forma segura, confortável e eficiente e da necessidade de atendimento aos requisitos legais estabelecidos para níveis de iluminação optou-se pela realização desse estudo em um ambiente de trabalho que devido as características das tarefas, requer iluminação em níveis apropriados para os trabalhadores, sendo escolhido dessa forma um escritório. Esse ambiente foi escolhido por ser um local no qual a autora frequenta regularmente.

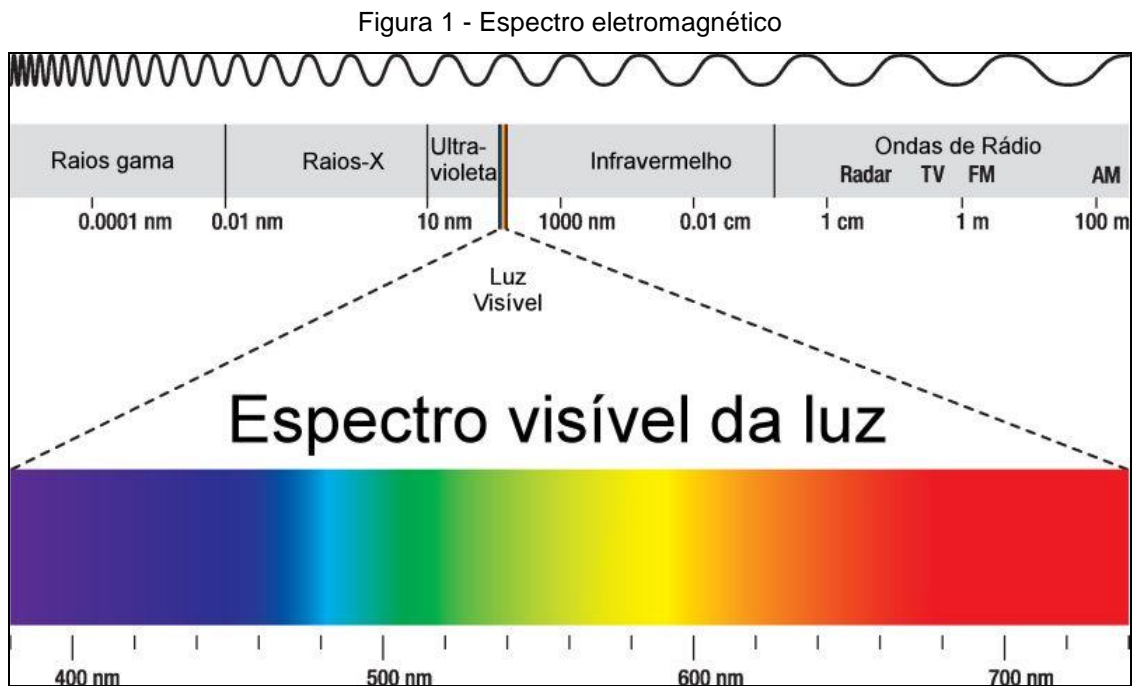
A avaliação dos níveis de iluminação desse escritório permitirá verificar o atendimento a norma de higiene ocupacional específica e propor medidas corretivas caso sejam necessárias.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

2.1.1 Luz

A luz é uma forma de energia eletromagnética que se propaga através de ondas, capaz de produzir uma sensação visual que nos possibilita "ver", através da sensibilização do olho humano. A luz visível compreende a faixa de 380 a 780 nm (USP, 2020). Abaixo Figura 01 sobre o espectro eletromagnético.



Fonte: Infoescola, 2021.

Segundo Freitas (2017), a luz é essencial para a vida na Terra, se não fosse à luz do Sol, seria impossível a vida terrestre, portanto compreender o conceito e as aplicações da luz torna-se mais amplo que apenas o conhecimento científico.

Segundo Almeida (2003), a luz é refletida, absorvida e transmitida quando a energia radiante encontra uma superfície. A Figura 02 ilustra a reflexão e refração de um raio luminoso.

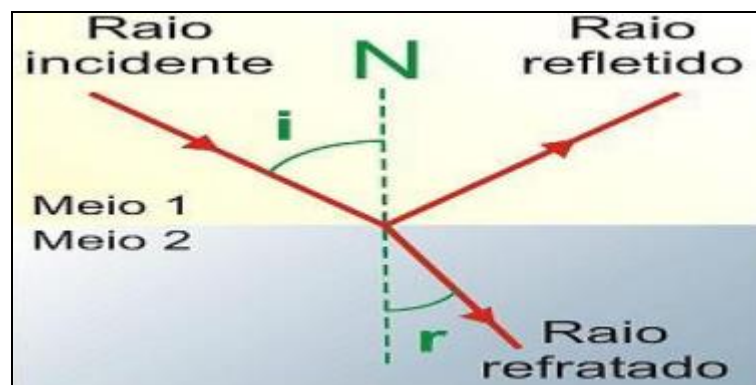
Reflexão: é o fenômeno que representa a mudança de direção de um raio luminoso ao incidir em determinada superfície que separa dois meios diferentes, sem que os raios mudem de meio. A reflexão da luz depende das condições da superfície refletora e do ângulo de incidência dos raios luminosos.

Refração: ocorre quando a direção dos raios luminosos sofre modificações ao passar de um meio para outro de densidade diferente. Isso ocorre devido a velocidade da luz ser menor quanto maior for a densidade do meio que atravessa.

Absorção: é o fenômeno que acontece quando ao haver incidência de um raio luminoso em uma superfície, parte do raio é absorvido, dependendo das características do material, a absorção ocorre em menor ou maior intensidade.

Transmissão: ocorre em superfícies/materiais transparentes ou translúcidos com passagem da luz.

Figura 2 - Reflexão e refração de um raio luminoso



Fonte: Freitas (2017)

2.1.2 Iluminação natural e artificial

A iluminação natural é proveniente da luz do sol, trata-se de uma luz benéfica ao ser humano, uma vez que, induz a produção de vitamina D no organismo. É importante ressaltar que a exposição solar em excesso pode trazer prejuízos a saúde, como exemplo desenvolvimento de câncer de pele (MARTINS; BELENKI; SANCHES, 2014).

Como desvantagem da iluminação natural podemos citar a imprevisibilidade relacionada a intensidade e variação da radiação, além de que não é possível regular conforme a necessidade da sociedade (MARTINS; BELENKI; SANCHES, 2014).

A iluminação artificial não é oriunda do Sol, origina-se de fontes de energia não naturais, sendo a mais utilizada a energia elétrica. A humanidade se tornou dependente das fontes alternativas de luz para a realização da maior parte das atividades. Como vantagens dessa luz temos a possibilidade de controlar a intensidade, quantidade e qualidade conforme as necessidades (CASTIGLIONI, 2016).

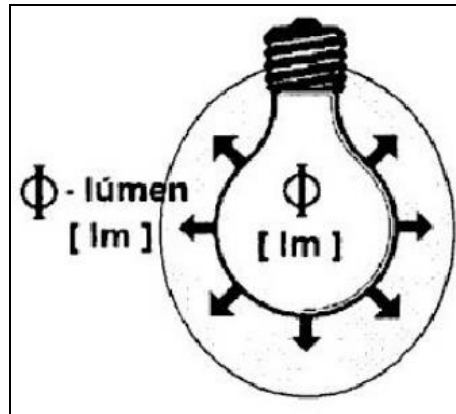
Para a iluminação artificial devem ser considerados o tipo de lâmpadas, quantidade e localização para que os níveis de iluminamento proporcionem a realização das atividades com exatidão, rapidez e facilidade. Podemos contar com a iluminação geral, normalmente de teto, que proporciona claridade de todo um ambiente e a iluminação complementar com objetivo de potencializar o aclaramento da superfície ou tarefa (CASTIGLIONI, 2016).

2.1.3 Fluxo radiante e fluxo luminoso

O fluxo eletromagnético radiante é a quantidade de energia radiante que atravessa uma superfície na unidade de tempo que contém radiações visíveis e não visíveis. A unidade de medida é o Watt (W) (USP, 2020).

O fluxo luminoso corresponde a uma parte do fluxo radiante, aquela que sensibiliza o olho humano. Representa a potência luminosa emitida de uma fonte de luz, por segundo, em todas as direções. Diferente do fluxo radiante, adota-se como unidade de medida o lúmem (lm), que representa a associação do estímulo que o fluxo luminoso provoca na visão (PROSDOSSIMO, 2014). Figura 3 representa o fluxo luminoso.

Figura 3 - Fluxo luminoso

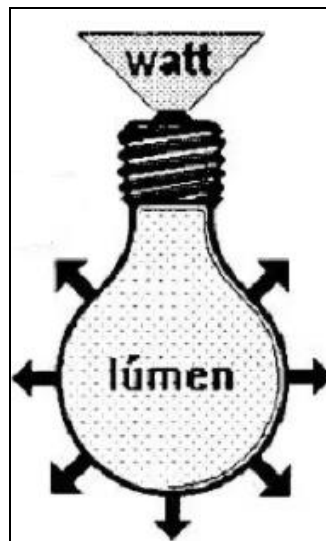


Fonte: Costa, 2006.

2.1.4 Eficácia luminosa

Costa (2006) define eficácia luminosa como a capacidade de uma fonte luminosa receber potência elétrica (em Watts) e transformar em potência luminosa, expressa em lúmens. A unidade de medida utilizada é lúmens por watt (lm/W). Diante desse conceito, buscam-se fontes luminosas cada vez mais eficazes. Abaixo a Figura 4 representa a eficácia luminosa.

Figura 4 - Eficácia luminosa

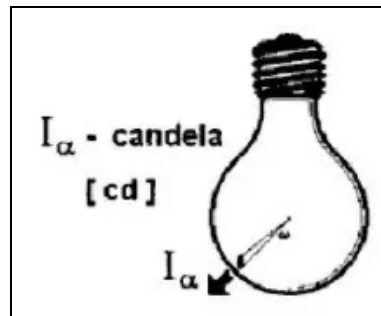


Fonte: Costa, 2006 (adaptado).

2.1.5 Intensidade luminosa

Conforme Costa (2006), a intensidade luminosa é conceituada como um vetor luminoso emitido por uma fonte. Considerando tratar-se de um vetor, possui módulo, direção e sentido, sendo o módulo o valor em candelas (cd), a direção (α) medida dentro de uma esfera na qual a fonte luminosa se encontra no centro, e o sentido é do centro para a periferia da esfera, conforme representado na Figura 5. Trata-se de uma grandeza que engloba a reação da visão humana para a luz.

Figura 5 - Intensidade luminosa

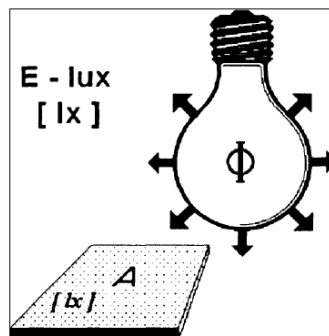


Fonte: Costa, 2006

2.1.6 Iluminância

A iluminância é compreendida como a o fluxo luminoso incidente sobre uma superfície por unidade de área iluminada, representada na Figura 6. A unidade de medida é o Lux (lx), que representa lúmen por metro quadrado (lm/m^2) (MAIER; CESSEL, 2016).

Figura 6 - Iluminância



Fonte: Costa, 2006

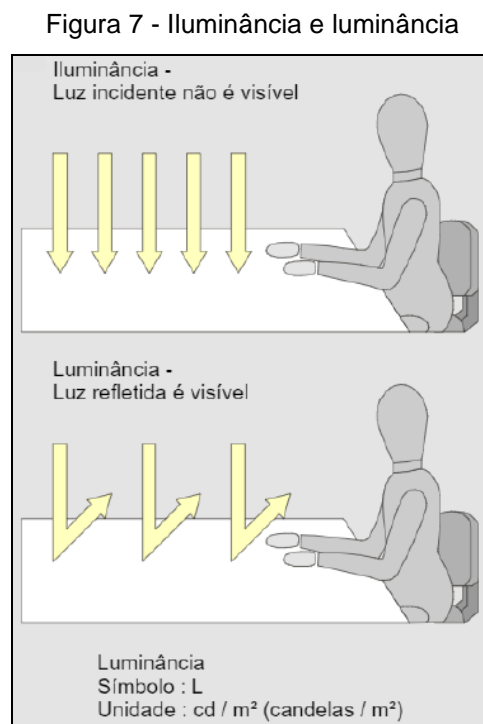
Conforme Pozzer (2015), dentro de um ambiente a quantidade de luz pode ser medida utilizando-se um luxímetro, porém deve-se considerar que a iluminância não será a mesma em toda a área, pois o fluxo luminoso não é distribuído de maneira uniforme, portanto considera-se a iluminância média.

2.1.7 Luminância

Segundo Velazquez (2016), a luminância é determinada como a excitação visual que a reflexão da luz em uma superfície causa no olho humano e uma sensação de claridade. A unidade de medida da luminância é a candela por metro quadrado (cd/m^2). Já o brilho consiste na resposta visual, sendo sensitivo, ao passo que a luminância é quantitativa.

Considerando que as superfícies refletem a luz de forma diferente, entende-se por que a mesma iluminância pode originar luminâncias diferentes (VELAZQUEZ, 2016).

Abaixo Figura 7 ilustrando iluminância e luminância.



Fonte: OSRAM, 2006

2.1.8 Índice de Reprodução de Cor

O Índice de Reprodução de Cor (IRC) mensura o quanto uma determinada fonte de luz permite visualizar cores com precisão, considerando como referência a qualidade da luz natural, proveniente do sol. O IRC possui uma escala de 0 a 100, sendo que quanto mais próximo de 100, melhor a reprodução das cores (ALUMBRA, 2019).

Segundo PROCEL (2002), existe uma variação de IRC entre os modelos de lâmpadas, por exemplo, as lâmpadas incandescentes possuem IRC próximo ou igual a 100, já as lâmpadas fluorescentes e LED normalmente possuem IRC próximo a 80. O IRC das lâmpadas é independente da temperatura de cor (K).

É importante considerar que IRC iguais não significa que as fontes de luz possuem a mesma reprodução para todas as cores, como exemplo, lâmpadas fluorescentes e LED que possuem mesmo IRC, no entanto o LED detém uma reprodução de cor superior, uma vez que, conta com espectro de cores contínuo com bons índices de reprodução (PROCEL, 2002).

2.1.9 Temperatura de cor correlata

A temperatura de cor é a aparência de cor da luz emitida por uma determinada fonte de iluminação. Considerando esse conceito, quanto mais alta a temperatura de cor, mais branca é a cor da luz e quanto mais baixa a temperatura de cor, mais suave será a tonalidade. A unidade de medida da temperatura de cor correlata é o kelvin (K) (MAIER; CESSEL, 2016).

Conforme Campos (2017), a temperatura da cor é importante para medir o conforto por ela causado. Ao referir-se a luz quente ou fria, não se trata do calor físico da lâmpada, e sim da tonalidade de cor que a lâmpada apresenta ao ambiente. Luz com tonalidade de cor mais suave torna-se mais aconchegante e relaxante, luz mais clara mais estimulante.

As lâmpadas são divididas em três grupos, de acordo com suas temperaturas de cor correlata (ABNT, 2013).

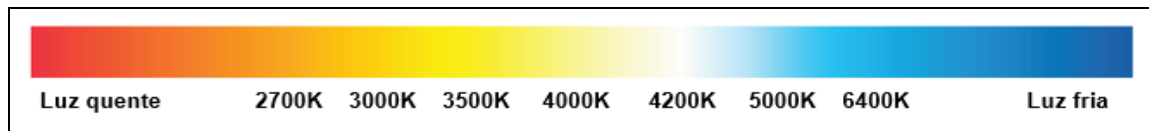
Tabela 1 - Cor e temperatura de cor correlata

Aparência da cor	Temperatura de cor correlata
Quente	abaixo de 3 300 K
Intermediária	3 300 K a 5 300 K
Fria	acima de 5 300 K

Fonte: ABNT, 2013 (adaptado).

Abaixo a figura 8 ilustra a variação de cor conforme temperatura.

Figura 8 - Variação de cor conforme temperatura



Fonte: ALUMBRA, 2019 (adaptado).

2.1.10 Refletância

Conforme PROCEL (2002), a refletância é a relação entre a luz refletida por uma superfície e o fluxo luminoso incidente sobre ela, portanto, é a medida da eficiência de uma superfície em devolver a luz incidente. Quanto maior a refletância, maior será a iluminação do local, sendo diretamente relacionada com a cor. Portanto, a adoção de cores claras em ambientes proporciona uma melhor iluminação do local.

2.1.11 Contraste

É a relação entre refletâncias de um objeto e o ambiente de fundo sobre o qual ele é visto, sendo a diferença de luminância entre o objeto e o fundo, a maneira pela qual o objeto é visto em relação a superfície (ELETROBRAS, 2011).

Conforme Costa (2006), é necessário aumentar a iluminação quando existem baixos níveis de contraste, pois nessas condições pode ocorrer um tempo maior para visualização. Como exemplo de baixo contraste temos as atividades em costura, em que a linha e o tecido possuem praticamente a mesma cor, gerando um desconforto visual. Essa situação pode ser melhorada com fornecimento de iluminação diretamente no local, por exemplo, lâmpada da máquina de costura.

2.1.12 Ofuscamento

Ofuscamento é a sensação visual produzida por áreas brilhantes dentro do campo de visão, causando prejuízos na função visual devido a presença da fonte de luz diretamente no campo de visão, sendo importante a limitação do ofuscamento para prevenção de acidentes e fadiga (ABNT, 2013).

Conforme a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, o ofuscamento pode ser classificado como desconfortável, inabilitador e refletido. O desconfortável ocorre no interior dos ambientes, surgindo normalmente direto de luminárias brilhantes ou janelas. O ofuscamento inabilitador frequentemente ocorre em iluminação exterior, podendo também ocorrer em iluminação pontual ou fontes brilhantes intensas, como uma janela em um ambiente pouco iluminado. Já o ofuscamento refletido é causado por reflexões em superfícies especulares.

É conveniente que o ofuscamento seja evitado pois pode dificultar a visualização dos objetos devido a luminâncias excessivas ou contrastes no campo de visão. Podem ser adotadas proteções contra visão direta das lâmpadas ou utilização de anteparos (exemplo persianas) para escurecimento nas janelas (ABNT, 2013).

Abaixo a figura 9 ilustra o ofuscamento.

Figura 9 - Ofuscamento



Fonte: OSRAM, 2006 (adaptado)

2.1.13 Cintilação

Consiste nas variações de brilho aparente ou de cor de uma fonte luminosa percebida visualmente. A cintilação pode provocar fadiga física e psíquica, além de dor de cabeça, incômodo visual e estresse (FUNDACENTRO, 2018).

2.1.14 Efeito estroboscópico

O efeito estroboscópico acontece quando uma fonte de luz intermitente ilumina um objeto em movimento, sendo capaz de, aparentemente, ocasionar modificação do seu movimento ou sua imobilização. Esse efeito pode causar situações de perigo devido a percepção, equivocada, do movimento e rotação de máquinas e equipamentos. É prejudicial à visão e causa desconforto, cansaço visual e dores de cabeça (FUNDACENTRO, 2018).

2.1.15 Conforto visual

Para que as atividades possam ser desenvolvidas com segurança, celeridade e eficiência, uma iluminação apropriada é fator imprescindível, além de proteger os trabalhadores de danos e proporcionar conforto visual (PROSDOSSIMO, 2014).

Um ambiente com iluminação adequada oferece melhor desempenho das atividades, conforto visual, visualização de cores e texturas com fidelidade e provê menor incidência de erros, acidentes, fadiga e possíveis problemas de visão (ELETROBRAS, 2011).

Conforme a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 uma boa iluminação nos ambientes de trabalho é fundamental para a realização das atividades com conforto e destreza, portanto a iluminação deve atender a critérios quantitativos e qualitativos conforme características do ambiente e da tarefa executada. A iluminação adequada garante:

- conforto visual com sensação de bem-estar;
- desempenho visual, gerando precisão e agilidade na execução das atividades mesmo que complexas e por períodos prolongados;
- segurança visual através da identificação de riscos e perigos no ambiente de forma geral.

Desta forma, devem ser considerados alguns parâmetros para um local adequadamente iluminado:

- distribuição da luminância,
- iluminância,
- ofuscamento,
- direcionalidade da luz,
- aspectos da cor da luz e superfícies,
- cintilação,
- luz natural,
- manutenção.

2.1.16 Consequências da iluminação inadequada

Várias das atividades desenvolvidas pelo homem requerem a utilização da visão, sendo fundamental a presença de luz incidente sobre a superfície que se deseja visualizar. Considerando que detalhes menores ou baixo contraste

necessitam de maior quantidade de luz para que os olhos consigam observar (ELETROBRAS, 2011).

A capacidade de ver bem é imprescindível para o desenvolvimento das tarefas de forma eficiente e segura e, para que seja possível uma boa visualização deve ser considerados os seguintes aspectos:

- iluminação adequada proporciona precisão da visão;
- o sistema visual humano funciona melhor com menor esforço dos músculos oculares quando vemos objetos à distância;
- o campo visual é amplo, porém deve-se evitar colocar objetos de trabalho muito em baixo, muito em cima e muito próximo dos olhos (UFJF, 2020).

Uma iluminação deficiente interfere no desempenho do trabalhador, causando redução do ritmo de trabalho, menor percepção de detalhes, aumento de erros na execução de determinadas atividades e aumento nos índices de acidentes do trabalho. Níveis de iluminação inadequados afetam diretamente a visão do trabalhador, locais com baixa iluminação exigem maior esforço da visão, provocando fadiga visual e dores de cabeça (ELETROBRAS, 2011).

A iluminação em excesso também é prejudicial pois o excesso de luz causa um déficit na lubrificação dos olhos, causando lacrimejamento, irritação ocular e vermelhidão (UFJF, 2020).

Desta forma, para evitar problemas de saúde nos trabalhadores, baixo desempenho e acidentes é fundamental o atendimento a requisitos legais relacionados a iluminação.

2.1.17 Iluminação e normas nacionais pertinentes

A iluminação dos ambientes deve atender a requisitos legais e normas específicas garantindo segurança e desempenho eficiente das atividades. Para a realização de avaliações quantitativas e qualitativas relacionadas a iluminação é fundamental o embasamento técnico e legal em normas vigentes.

Em 08 de Junho de 1978, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) publicou através da Portaria N^o 3.214, a Norma Regulamentadora n^o 17 que estabelece

parâmetros para adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, proporcionando conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 1978).

Através da redação dada pela Portaria MTPS n.º 3.751, de 23 de novembro de 1990, a NR 17 estabelece no item 17.5.3.3 que os níveis de iluminação nos locais de trabalho devem estar em concordância com os valores estabelecidos pela NBR 5413 – Iluminância de interiores.

A NBR 5413 estabelece os valores de iluminâncias médias mínimas para iluminação artificial em interiores, em atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras (ABNT, 1992).

Em 2013 a NBR 5413 de 1992 foi substituída pela NBR ISO CIE 8995-1, que trouxe maior clareza em relação aos níveis de iluminação mínimos em LUX e ainda adicionou outros critérios como qualidade da luz (IRC), contraste, sombras excessivas, ofuscamento, cintilação, efeito estroboscópio e direcionalidade entre outros.

A NBR ISO 8995-1 determina requisitos de iluminação em ambientes de trabalho e visa o desempenho de atividades visuais com conforto, segurança e eficiência. Aborda aspectos quantitativos e qualitativos da iluminação (ABNT, 2013).

A NBR ISO 8995-1 substitui a ABNT NBR 5413 - Iluminância de interiores, com última revisão em 1992, e a ABNT NBR 5382 – Verificação de iluminância de interiores, que havia sido inicialmente publicada em 1977 e sem atualização desde 1985.

Em 2018 é publicada a NHO 11, Norma de Higiene Ocupacional elaborada pela Fundacentro, com o objetivo de estabelecer critérios e procedimentos para avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos. Diante da publicação da NHO 11 surgem dúvidas sobre qual norma deveria prevalecer, considerando que a NR 17 - Ergonomia, estabelece no item 17.5.3.3 que os níveis de iluminação nos locais de trabalho devem estar em concordância com os valores estabelecidos pela NBR 5413.

Desta forma, a NR 17 foi atualizada através da Portaria MTb 876/2018 publicada em 26/10/2018, citando a NHO 11 da Fundacentro como referência na avaliação da iluminação nos ambientes de trabalho.

A NHO 11 traz especificações e níveis de iluminação para diversos ramos de atividade: hospitais, clínicas médicas, padarias, grandes galpões, entre outros. A norma também contempla método para análise preliminar dos ambientes de trabalho e verificação de inconsistências no sistema de iluminação. Apresenta os requisitos relacionados aos instrumentos de medição, sua calibração e um conteúdo mínimo para a elaboração de relatórios técnicos.

O objetivo da NHO 11 é oferecer conforto aos trabalhadores, evitando problemas de saúde e aumentando a produtividade. São adotadas como referências as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), como a NBR ISO/CIE 8995-1, de 2013.

Uma das mudanças presentes na NHO 11 é inclusão de mais parâmetros além da quantidade de luz, “nível de iluminação”, ou iluminância. A unidade de iluminância é medida em lux e representa o fluxo luminoso em lumens por metro quadrado.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desse trabalho contou inicialmente com levantamento bibliográfico realizado através de internet, com acessos a normas e legislação brasileira em sites governamentais como Escola Nacional de Inspeção do Trabalho – Enit e Fundacentro. Utilizou-se também publicações da indústria de iluminação, como Manuais Técnicos da OSRAM, ELETROBRAS e ALUMBRA e publicações de profissionais da área de higiene ocupacional e segurança do trabalho.

Conforme consta no item 17.5.3.3 da NR 17 utilizou-se os critérios e procedimentos da NHO 11 para a avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho.

O critério adotado para avaliação do nível de iluminamento conforme NHO 11 é a medição ponto a ponto nas diferentes tarefas e a comparação com os valores mínimos exigidos correspondentes ao valor da iluminância mínima E (lux) para as tarefas apresentadas no Quadro 1 da Norma de Higiene Ocupacional – NHO 11 da Fundacentro.

A iluminância média do ambiente de trabalho foi obtida conforme método estabelecido no Anexo 1. A iluminância medida ponto a ponto na área da tarefa não deve ser inferior a 70% da iluminância média determinada conforme o Anexo 1, mesmo que haja recomendação para um valor menor no Quadro 1. A razão entre o maior valor de iluminância medido na área da tarefa e a iluminância média daquele ambiente, determinada conforme o Anexo 1, não deve ser superior a 5:1.

Caso uma tarefa específica não esteja apresentada no Quadro 1, o valor de iluminância mínimo exigido deverá ser obtido por associação com tarefa similar do referido Quadro 1. Em áreas nas quais são realizadas tarefas de forma contínua, a iluminância não pode ser inferior a 200 lux.

A avaliação ocorreu com o sistema de iluminação dentro de suas características típicas de operação. A leitura dos valores encontrados foi realizada no plano da tarefa visual ou, quando este não for definido, a 0,75 m do piso. O plano da tarefa visual pode ser horizontal, vertical ou inclinado e a fotocélula posicionada nesse plano.

Realizou-se avaliação preliminar, com avaliação de aspectos como ofuscamento, cintilação, efeito estroboscópico, direcionalidade, sombras excessivas, aparência da cor e contraste, descritos no Anexo 2 da Norma de Higiene Ocupacional – NHO 11 da Fundacentro.

Considerou-se também a abordagem dos locais e das condições de trabalho de forma a identificar as atividades realizadas e as respectivas áreas das tarefas e áreas de trabalho, com a finalidade de mapear e definir os pontos de avaliação. Os ambientes de trabalho são descritos, incluindo o sistema de iluminação utilizado, tipos de luminárias, de lâmpadas e suas características.

Avaliou-se a existência de interferências da iluminação externa no ambiente, como causada por iluminação natural e considerou-se que as medições devem ser realizadas no ambiente interno sob as condições mais desfavoráveis, como

exemplo, em dias nublados, de forma que as condições de iluminamento dependam somente das fontes instaladas no local.

3.2 INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO UTILIZADO

As medições foram realizadas utilizando-se o luxímetro digital marca Instrutherm modelo LD 300 com fotocélula corrigida para a sensibilidade do olho humano e o ângulo de incidência, com alcance de 10 até 50.000 LUX (Figura 10). Mede a luz de luminárias visíveis equipadas com LED de luz branca, fluorescente, halogeneto de metal e incandescentes. O aparelho utilizado encontra-se devidamente calibrado e o Certificado de calibração consta no Anexo A.

Figura 10 - Luxímetro LD 300



Fonte: arquivo pessoal.

3.3 CARACTERÍSTICAS DO LOCAL AVALIADO

O ambiente desse estudo trata-se de um escritório localizado no estado do Pará que conta com uma área de salão com a recepção com um posto de trabalho composto por mesa de escritório em L e cadeira executiva giratória, 14 postos de trabalho, constituídos de mesa de escritório em L na cor branca com altura de 75cm e cadeiras executiva giratória com encosto e assento em espuma injetável,

regulagem de altura de braços e assento, base giratória com regulagem de altura de assento e regulagem no sentido vertical do encosto com apoio lombar.

Além do salão do escritório, existem 2 salas com um posto de trabalho com mesa de escritório em L e cadeira executiva giratória cada sala (Figura 11) e mais uma sala de reuniões com mesa retangular na cor marrom rústico com 75 cm de altura e de 10 lugares, considerando que devido a necessidade de distanciamento gerado pela pandemia de coronavírus são utilizados apenas 5 lugares, com cadeiras estofadas.

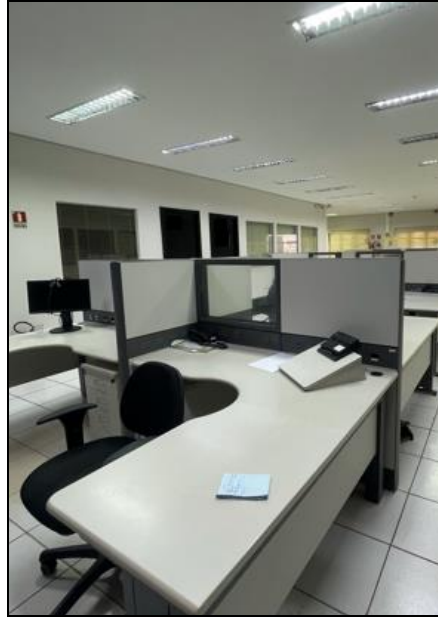
Figura 11 - Sala 1



Fonte: arquivo pessoal.

Todo o ambiente do escritório é constituído de alvenaria com teto em gesso, sendo as paredes e teto pintados na cor branco em tom fosco (Figura 12). A iluminação é artificial com luminárias em calha embutidas para 2 lâmpadas tubulares, são utilizadas lâmpadas de led tubular com potência de 18W, comprimento de 1,2m, emissão de cor branca e temperatura de cor de 6500K.

Figura 12 - Área de salão do escritório



Fonte: arquivo pessoal.

O salão possui 24 luminárias com 2 lâmpadas tubulares cada, dispostas em 2 fileiras. A sala de reunião possui 3 luminárias com 2 lâmpadas tubulares cada e as salas 01 e 02 possuem 2 luminárias com 2 lâmpadas tubulares cada. Durante a realização das avaliações todas as lâmpadas encontravam-se em funcionamento (Figura 13).

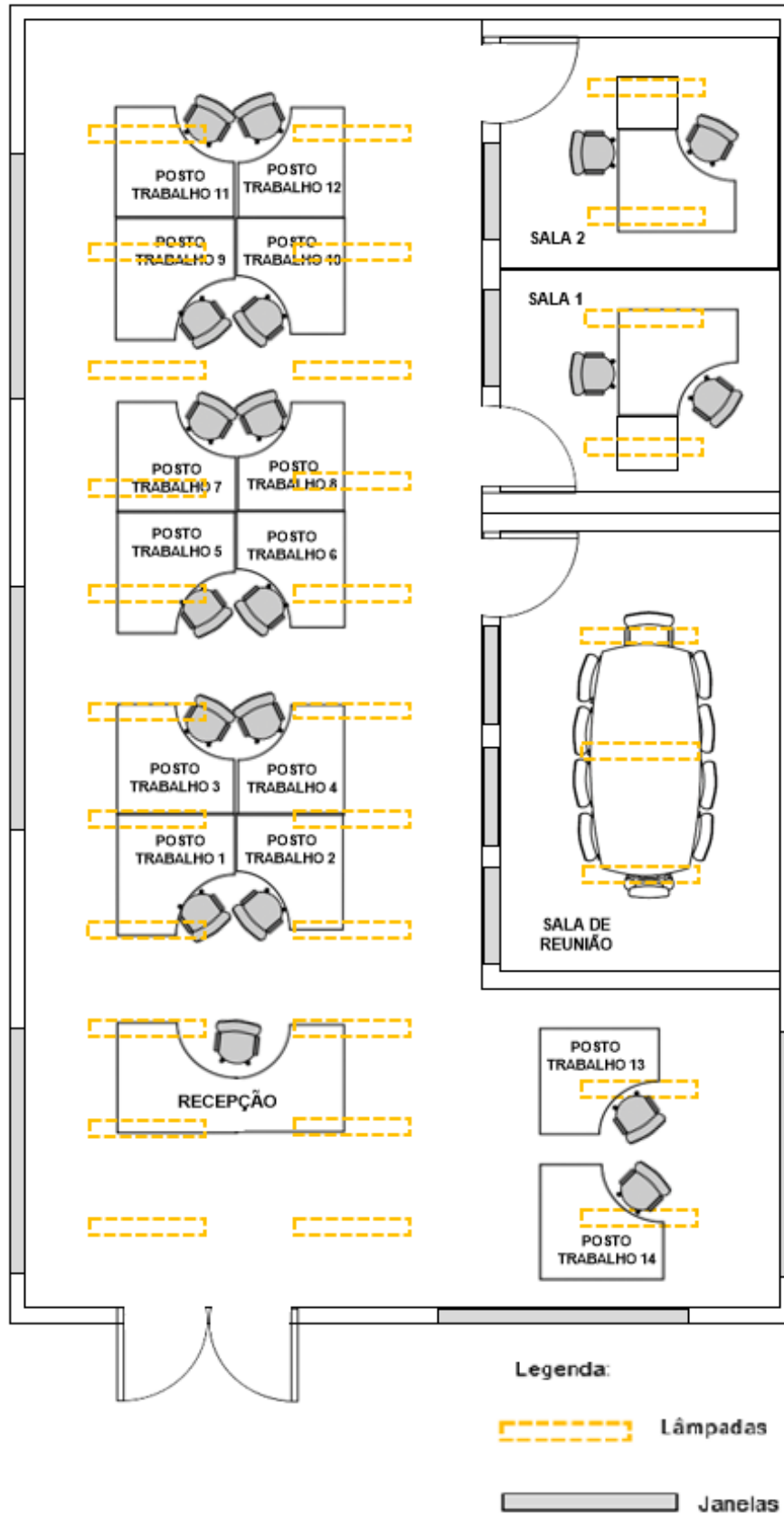
Figura 13 - Iluminação do escritório



Fonte: arquivo pessoal.

No ambiente do escritório existem algumas janelas, porém não interferem na iluminação do ambiente pois possuem persianas que permanecem fechadas. Layout da área do escritório estudada representado na Figura 14.

Figura 14 - Layout da área do escritório estudada



Fonte: arquivo pessoal.

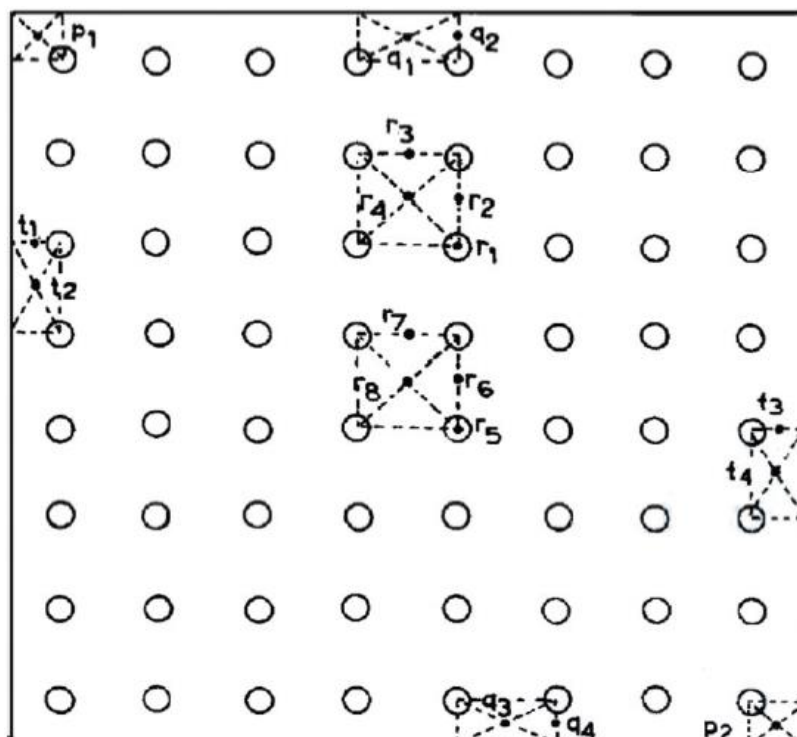
3.4 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE ILUMINÂNCIA MÉDIA

Para a determinação dos pontos de medição para cálculo da iluminância média, utilizou-se o procedimento definido no Anexo 1 – Procedimentos para determinação da iluminância média da NHO 11. As medições foram realizadas posicionando a fotocélula a uma distância de 75 cm do piso em um plano horizontal.

Conforme modelos de malhas de medição do Anexo 1 da NHO 11, determinou-se a malha que se enquadrava melhor conforme a disposição da iluminação do ambiente estudado.

Para o salão do escritório, área que possui a recepção e os 12 postos de trabalho adotou-se a malha de ambiente de trabalho com área retangular, iluminado com fontes de iluminação com padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras conforme Anexo 1 da NHO 11, Figura 15 abaixo.

Figura 15 - Malha de medições conforme Figura A1 da NHO 11

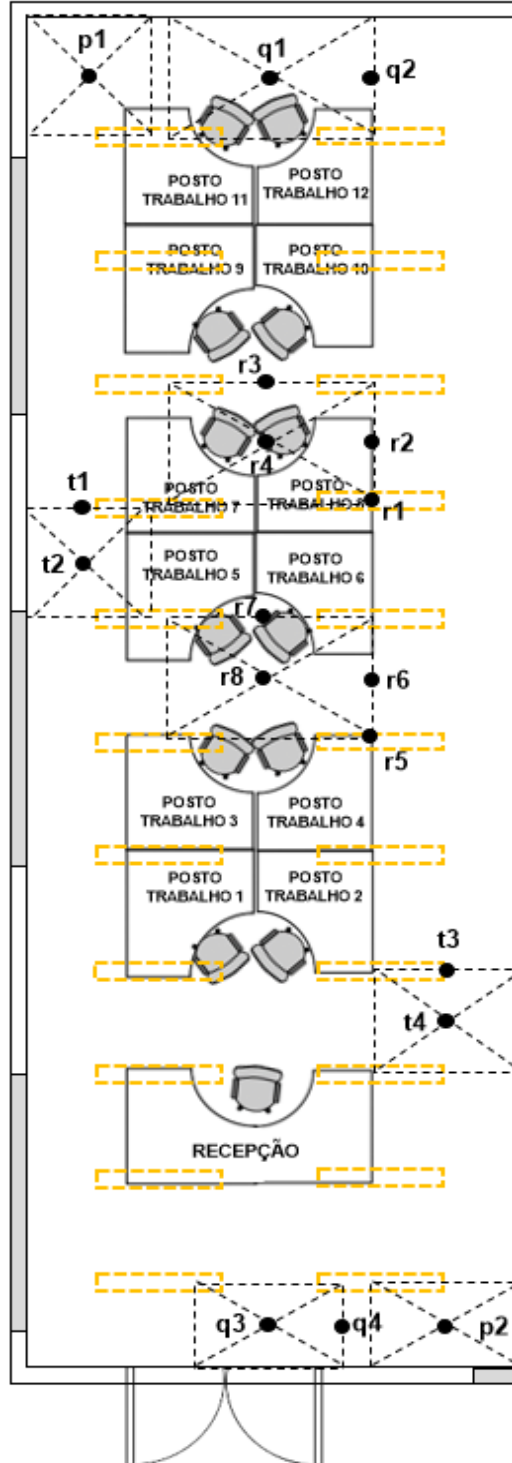


Fonte: Fundacentro (2018)

Para o cálculo da iluminação média da área do salão realizou-se uma adaptação dos pontos de medição, considerando que a quantidade de fileiras de

luminárias é menor que a malha da NHO 11 da Fundacentro, de forma que se mantivesse a avaliação de todos os pontos indicados pela referida norma (Figura 16).

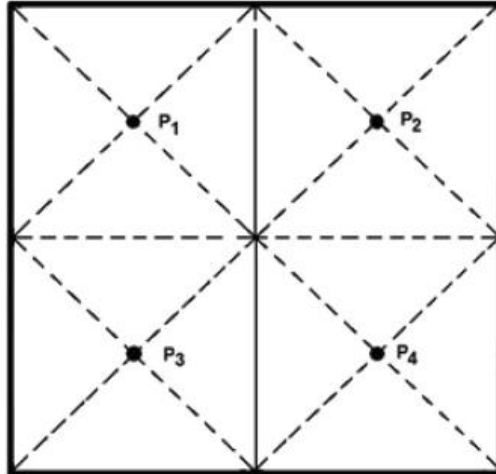
Figura 16 - Malha de medições adotada para a área do salão



Fonte: Arquivo pessoal.

Para as salas 1 e 2, sala de reunião e postos de trabalho 13 e 14 adotou-se a malha de ambiente de trabalho com área retangular com luminária central conforme Anexo 1 da NHO 11, Figura 17 abaixo.

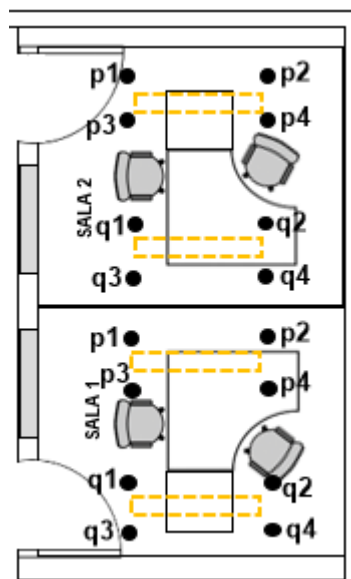
Figura 17 - Malha de medições conforme Figura A2 da NHO 11



Fonte: Fundacentro (2018)

Para o cálculo da iluminação média das salas 1 e 2 realizou-se uma adaptação dos pontos de medição, considerando que ambas as salas possuem duas luminárias, portanto realizou-se a medição em 4 pontos próximos a cada luminária conforme malha de medições representada na Figura 18.

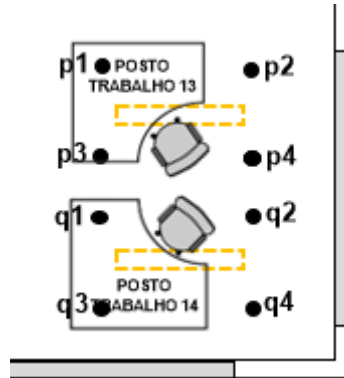
Figura 18 - Malha de medições adotada para as salas 1 e 2



Fonte: Arquivo pessoal.

Para o cálculo da iluminação média dos postos de trabalho 13 e 14 realizou-se a medição em 4 pontos próximos a cada luminária conforme malha de medições representada na Figura 19.

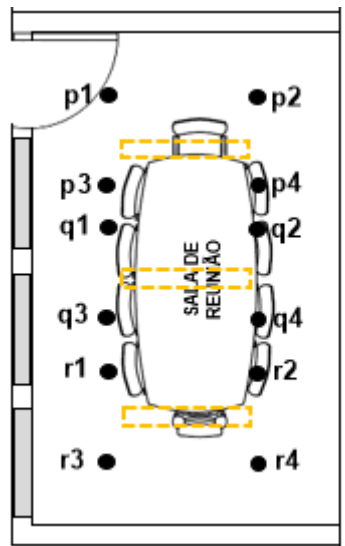
Figura 19 - Malha de medições adotada para os postos de trabalho 13 e 14



Fonte: Arquivo pessoal.

Para a avaliação da iluminação da sala de reunião adotou-se a malha de medições apresentada na Figura 20.

Figura 20 - Malha de medições adotada para a sala de reunião

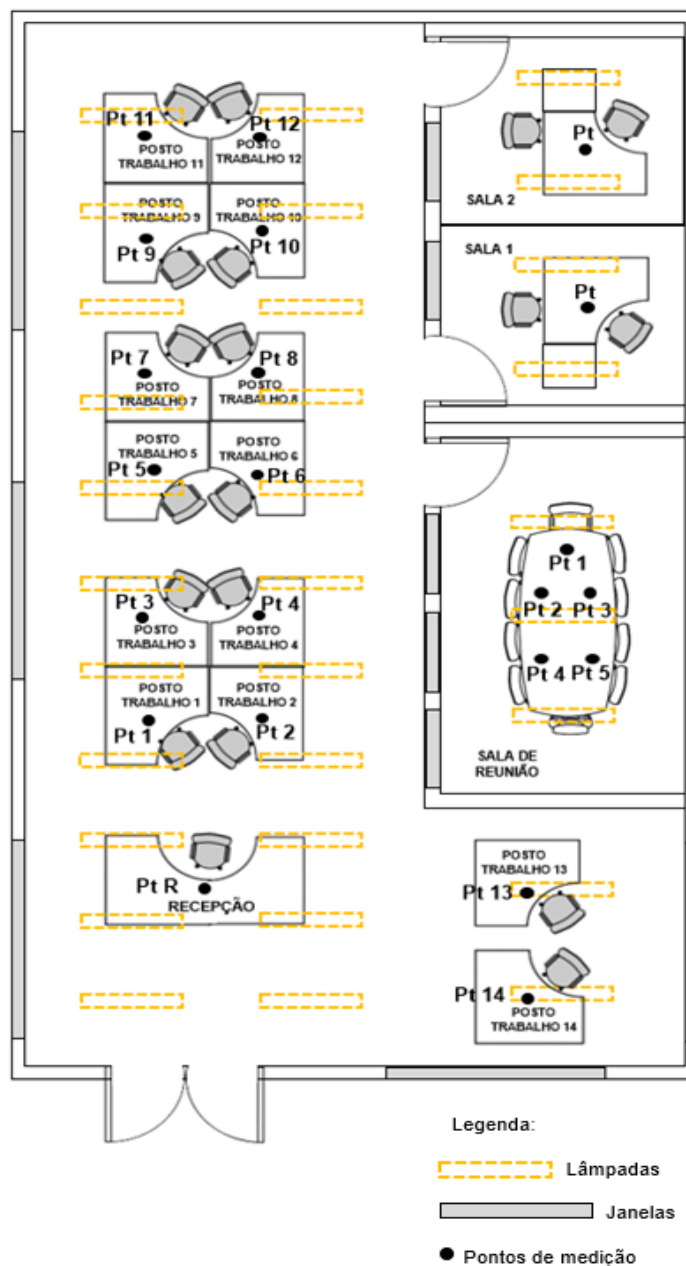


Fonte: Arquivo pessoal.

3.5 CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE ILUMINÂNCIA PONTO A PONTO – ÁREA DA TAREFA

Para a avaliação da iluminância na área da tarefa realizou-se medição em X pontos distintos, correspondentes a área de trabalho, sendo cada ponto localizado em frente a uma cadeira, na maioria das vezes é utilizado notebook ou desktop, leitura e escrita. A Figura 21 representa os pontos de medição.

Figura 21 - Pontos de medição para avaliação da iluminância na área da tarefa



Fonte: Arquivo pessoal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme malhas de medição determinadas seguem análise preliminar do ambiente, os resultados obtidos para iluminação média e na área da tarefa e interpretação dos resultados conforme critérios e procedimentos da NHO 11 da Fundacentro.

4.1 SALÃO DO ESCRITÓRIO

Análise preliminar do ambiente referente ao salão do escritório descrita na Tabela 2 e resultados das avaliações nos pontos indicados na malha de medições para o salão do escritório na Tabela 3.

Tabela 2 - Análise preliminar do ambiente – Salão do escritório

Aspectos	Aspecto verificado	Recomendações
Cintilação	Não identificado	Sem necessidade
Efeito estroboscópico	Não identificado	Sem necessidade
Tipos de lâmpada	Lâmpadas de led	Sem necessidade
Ofuscamento	Não identificado	Sem necessidade
Aparência da cor	Fria	Sem necessidade
Iluminação irregular ou não uniforme do ambiente de trabalho	Não identificado	Sem necessidade
Iluminação excessiva ocasionada por luz natural (janelas, claraboias, portas, etc.)	A luz natural não interfere no ambiente	Sem necessidade

Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 3 - Resultados obtidos nos pontos indicados – Salão do escritório

Ponto	Resultado lux	Iluminação Média lux
r1	506	514,25
r2	490	
r3	503	
r4	521	
r5	515	
r6	506	
r7	553	
r8	520	
q1	497	494
q2	483	
q3	501	
q4	495	
t1	551	544,25
t2	516	
t3	567	
t4	543	
p1	472	480
p2	488	

Fonte: Arquivo pessoal.

Cálculo da Iluminação Média de acordo com o item 1.5 do Anexo 1 da NHO 11 da Fundacentro:

$$\bar{I} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM}$$

Sendo:

N= quantidade de luminárias por fila;

M= número de filas;

R = média aritmética dos pontos r1 a r8;

Q = média aritmética dos pontos q1 a q4;

T= média aritmética dos pontos t1 a t4;

P = média aritmética dos pontos p1 e p2.

Considerando que o ambiente possui 11 luminárias por fila e 2 filas, a iluminação média é igual a 504,85 lux.

Segundo a norma, recomenda-se que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da iluminância média, portanto, de 353,4 lux. Na tabela 4 os resultados obtidos nas áreas de tarefa.

Tabela 4 - Resultados obtidos nas áreas de tarefa – Salão do escritório

Ponto	Resultado lux	70% da iluminação média lux	Valor Recomendado Quadro 1 da NHO 11 lux
Pt R	427	353,4	300
Pt 1	504	353,4	500
Pt 2	509	353,4	500
Pt 3	495	353,4	500
Pt 4	488	353,4	500
Pt 5	513	353,4	500
Pt 6	521	353,4	500
Pt 7	508	353,4	500
Pt 8	519	353,4	500
Pt 9	516	353,4	500
Pt 10	522	353,4	500
Pt 11	496	353,4	500
Pt 12	503	353,4	500

Fonte: Arquivo pessoal.

Com base no Quadro 1 da NHO 11 da Fundacentro, para a atividade e o ambiente considerado (escritórios), o valor recomendado é de 500 lux, para recepção o valor recomendado é 300 lux. A maioria dos medidos nos postos de trabalho (Pt) atendem às especificações do Quadro 1, e são superiores ao valor correspondente a 70% da iluminação média (353,4 lux). Porém alguns pontos estão com valores muito próximos ao recomendado no Quadro 1 da NHO 11 apesar de não atender aos 500 lux recomendados para esse ambiente. No entanto, esses pontos são superiores a 70% da iluminação média.

Para atender ao critério previsto no item 5 da NHO 11 da Fundacentro, a razão entre o maior valor medido na área da tarefa (522 lux) e a iluminância média

do ambiente (504,85 lux) não pode ultrapassar a proporção de 5:1. Desta forma, a iluminância média do ambiente não pode ser inferior a 104 lux.

4.2 SALAS 1 E 2

Análise preliminar do ambiente referente as salas 1 e 2 descrita na Tabela 5 e resultados das avaliações nos pontos indicados na malha de medições para a sala 1 na Tabela 6 e para a sala 2 na Tabela 7.

Tabela 5 - Análise preliminar do ambiente – Salas 1 e 2

Aspectos	Aspecto verificado	Recomendações
Cintilação	Não identificado	Sem necessidade
Efeito estroboscópico	Não identificado	Sem necessidade
Tipos de lâmpada	Lâmpadas de led	Sem necessidade
Ofuscamento	Não identificado	Sem necessidade
Aparência da cor	Fria	Sem necessidade
Iluminação irregular ou não uniforme do ambiente de trabalho	Não identificado	Sem necessidade
Iluminação excessiva ocasionada por luz natural (janelas, claraboias, portas, etc.)	A luz natural não interfere no ambiente	Sem necessidade

Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 6 - Resultados obtidos nos pontos indicados – Sala 1

Ponto	Resultado (lux)	Iluminação Média (lux)
p1	458	466,4
p2	477	
p3	465	
p4	481	
q1	452	
q2	473	
q3	459	
q4	466	

Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 7 - Resultados obtidos nos pontos indicados – Sala 2

Ponto	Resultado lux	Iluminação Média lux
p1	476	473,7
p2	452	
p3	461	
p4	484	
q1	490	
q2	473	
q3	469	
q4	485	

Fonte: Arquivo pessoal.

Segundo a norma, recomenda-se que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da iluminância média, portanto, de 326,5 lux para a sala 1 e 331,6 lux para a sala 2. Na tabela 8 os resultados obtidos nas áreas de tarefa.

Tabela 8 - Resultados obtidos nas áreas de tarefa – Salas 1 e 2

Ponto	Resultado lux	70% da iluminação média lux	Valor Recomendado Quadro 1 da NHO 11 lux
Pt Sala 1	472	326,5	500
Pt Sala 2	481	331,6	500

Fonte: Arquivo pessoal.

Com base no Quadro 1 da NHO 11 da Fundacentro, para a atividade em ambiente de escritório o valor recomendado é de 500 lux, os postos de trabalho das salas 1 e 2 não atendem às especificações do Quadro 1, porém são superiores ao valor correspondente a 70% da iluminação média para esses dois ambientes. Dessa forma, a iluminação desses pontos pode ser corrigida com disponibilização de luminárias de mesa ou substituição das lâmpadas por outras que permitam maior iluminância da área de trabalho.

Para atender ao critério previsto no item 5 da NHO 11 da Fundacentro, a razão entre o maior valor medido na área da tarefa (472 e 481 lux) e a iluminância

média do ambiente (466,4 e 473,7 lux) não pode ultrapassar a proporção de 5:1. Desta forma, a iluminância média do ambiente não pode ser inferior a 96,2 lux.

4.3 SALA DE REUNIÃO

Análise preliminar do ambiente referente a sala de reunião descrita na Tabela 9 e resultados das avaliações nos pontos indicados na malha de medições para a sala de reunião na Tabela 10.

Tabela 9 - Análise preliminar do ambiente – Sala de reunião

Aspectos	Aspecto verificado	Recomendações
Cintilação	Não identificado	Sem necessidade
Efeito estroboscópico	Não identificado	Sem necessidade
Tipos de lâmpada	Lâmpadas de led	Sem necessidade
Ofuscamento	Não identificado	Sem necessidade
Aparência da cor	Fria	Sem necessidade
Iluminação irregular ou não uniforme do ambiente de trabalho	Iluminação irregular não uniforme ocasionando regiões claras e escuras (sombras)	Substituição de luminárias para uma distribuição mais uniforme, sem causar ofuscamento. Reposicionamento, troca ou aumento do número de lâmpadas
Iluminação excessiva ocasionada por luz natural (janelas, claraboias, portas, etc.)	A luz natural não interfere no ambiente	Sem necessidade

Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 10 - Resultados obtidos nos pontos indicados – Sala de reunião

Ponto	Resultado lux	Iluminação Média lux
p1	411	404,5
p2	398	
p3	413	
p4	387	
q1	401	
q2	407	
q3	423	
q4	428	
r1	389	
r2	376	
r3	412	
r4	409	

Fonte: Arquivo pessoal.

Segundo a norma, recomenda-se que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da iluminância média, portanto, de 283 lux. Na tabela 11 os resultados obtidos nas áreas de tarefa.

Tabela 11 - Resultados obtidos nas áreas de tarefa – Sala de reunião

Ponto	Resultado lux	70% da iluminação média lux	Valor Recomendado Quadro 1 da NHO 11 lux
Pt 1	401	283	500
Pt 2	407	283	500
Pt 3	411	283	500
Pt 4	382	283	500
Pt 5	388	283	500

Fonte: Arquivo pessoal.

Com base no Quadro 1 da NHO 11 da Fundacentro, para a atividade em sala de reunião o valor recomendado é de 500 lux, os postos de trabalho da sala de reunião não atendem às especificações do Quadro 1, porém são superiores ao valor correspondente a 70% da iluminação média. Dessa forma, a iluminação desses

pontos pode ser corrigida com aumento das luminárias ou substituição das lâmpadas por outras que permitam maior iluminância da área de trabalho.

Para atender ao critério previsto no item 5 da NHO 11 da Fundacentro, a razão entre o maior valor medido na área da tarefa (411 lux) e a iluminância média do ambiente (404,5 lux) não pode ultrapassar a proporção de 5:1. Desta forma, a iluminância média do ambiente não pode ser inferior a 82,2 lux.

4.4 POSTOS DE TRABALHO 13 E 14

Análise preliminar do ambiente referente aos postos de trabalho 13 e 14 descrita na Tabela 12 e resultados das avaliações nos pontos indicados na malha de medições na Tabela 13.

Tabela 12 - Análise preliminar do ambiente – Postos de trabalho 13 e 14

Aspectos	Aspecto verificado	Recomendações
Cintilação	Não identificado	Sem necessidade
Efeito estroboscópico	Não identificado	Sem necessidade
Tipos de lâmpada	Lâmpadas de led	Sem necessidade
Ofuscamento	Não identificado	Sem necessidade
Aparência da cor	Fria	Sem necessidade
Iluminação irregular ou não uniforme do ambiente de trabalho	Não identificado	Sem necessidade
Iluminação excessiva ocasionada por luz natural (janelas, claraboias, portas, etc.)	A luz natural não interfere no ambiente	Sem necessidade

Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 13 - Resultados obtidos nos pontos indicados – Postos de trabalho 13 e 14

Ponto	Resultado lux	Iluminação Média lux
p1	517	502
p2	499	
p3	509	
p4	501	
q1	511	
q2	486	
q3	503	
q4	490	

Fonte: Arquivo pessoal.

Segundo a norma, recomenda-se que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da iluminância média, portanto, de 351,4 lux. Na tabela 14 os resultados obtidos nas áreas de tarefa.

Tabela 14 - Resultados obtidos nas áreas de tarefa – Postos de trabalho 13 e 14

Ponto	Resultado lux	70% da iluminação média lux	Valor Recomendado Quadro 1 da NHO 11 lux
Pt 13	508	351,4	500
Pt 14	516	351,4	500

Fonte: Arquivo pessoal.

Com base no Quadro 1 da NHO 11 da Fundacentro, para a atividade em escritório o valor recomendado é de 500 lux, os postos de trabalho 13 e 14 atendem às especificações do Quadro 1, e são superiores ao valor correspondente a 70% da iluminação média.

Para atender ao critério previsto no item 5 da NHO 11 da Fundacentro, a razão entre o maior valor medido na área da tarefa (516 lux) e a iluminância média do ambiente (351,4 lux) não pode ultrapassar a proporção de 5:1. Desta forma, a iluminância média do ambiente não pode ser inferior a 103,2 lux.

Diante dos resultados avalia-se que a iluminação média e na área da tarefa para o salão do escritório e postos de trabalho 13 e 14 atendem ao valor

recomendado no Quadra 1 da NHO 11, não sendo necessário correções na iluminação do local. Para as Salas 1 e 2 a iluminação média e na área da tarefa não atendem ao valor recomendado de 500 lux para atividade em escritório com tarefas de escrever, teclar, ler e processar dados, sendo indicado ações que possibilitem maior iluminância do local, como a disponibilização de luminárias de mesa ou substituição das lâmpadas.

A sala de reunião também não apresentou resultado coerente com o recomendado pela NHO 11, sendo a iluminação média e na área da tarefa abaixo de 500 lux. A sugestão para correção da iluminação nessa sala é o aumento das luminárias ou substituição das lâmpadas por outras que permitam maior iluminância da área de trabalho.

Níveis de iluminação abaixo do recomendado na NHO 11 acarretam dificuldade de realização da atividade, esforço excessivo para visualização, desconforto visual causando prejuízos para o desempenho das atividades e saúde dos trabalhadores. Os pontos que se encontram com níveis de iluminância abaixo do recomendado pela NHO 11 são valores próximos ao indicado em norma e podem ser corrigidos com aplicação de algumas ações citadas anteriormente.

5 CONCLUSÕES

Conforme definido em legislação, deve haver iluminação adequada nos locais de trabalho conforme as atividades que são desenvolvidas, distribuída uniformemente e evitando ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.

Nesse trabalho buscou-se avaliar os níveis de iluminamento em um escritório, de forma a identificar o atendimento aos critérios mínimos estabelecidos na NHO 11 da Fundacentro. Para essa avaliação foi utilizado um luxímetro para realização das medições in loco, procedimento definido na NHO 11 e análise e observação das características do local.

Após os resultados identificou-se que o salão do escritório e postos de trabalho 13 e 14 atendem ao recomendado no Quadra 1 da NHO 11, não sendo necessário correções na iluminação do local. No entanto, a sala de reunião e as salas 1 e 2 não atendem ao nível mínimo estabelecido pela NHO 11 para atividade de escritório, apesar desses resultados apresentarem-se próximos ao valor estabelecido na norma. Sendo necessária adoção de algumas medidas corretivas para esses locais, foi proposto o aumento das luminárias ou substituição das lâmpadas por outras que permitam maior iluminância da área de trabalho.

Após a implantação destas ações recomenda-se a realização de um novo estudo para verificar o atendimento aos níveis de iluminamento conforme NHO 11.

Portanto, esse trabalho atingiu os objetivos pretendidos, apresentando resultados confiáveis e possíveis correções factíveis, de modo a possibilitar um ambiente de trabalho iluminado adequadamente, eficiência na realização das tarefas, segurança e garantindo conforto visual e bem estar aos trabalhadores.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992. 13 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013. 54 p.

ALMEIDA, R. J. S. **Influência da iluminação artificial nos ambientes de produção: uma análise econômica**. 2003. 105 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2003. Disponível em: <https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/interiores/ilumina%E7%E3o%20i ndustrial/influencia_da_illuminacao_artificial_nos_ambientes_de_producao_uma_an alise_economica.pdf>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

ALUMBRA. **Catálogo geral de iluminação**. 2019. Disponível em: <https://www.alumbra.com.br/sitealumbra/UPCATALOGOS/Catalogolluminacao_2019 .pdf>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria Mtb nº 3214, de 08 de junho de 1978. **Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17)**: Ergonomia. Brasil: MTE, 2018.

CAMPOS, E. T. S. **Luminosidade, cores e fotometria**. 2017. 48 p. Monografia (Graduação em Ciências Naturais) – Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2017. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/18185/1/2017_ErickThomasCampos_tcc.pdf>. Acesso em: 07 de agosto de 2021.

CASTIGLIONI, I. F. **Análise dos Níveis de Iluminância em Escritório de Consultoria**. 2016. 55 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <

<https://sites.google.com/site/monografiaslacasemin/downloads>>. Acesso em: 29 de junho de 2021.

COSTA, G. J. C. **Iluminação Econômica – Cálculo e Avaliação**. 4. Ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006. 562 f. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/346662500/Iluminacao-Economica-Calculo-e-Avaliacao-COSTA-G-J-C-Da>>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S. A. **Manual de Iluminação**. Rio de Janeiro, 2011.

FREITAS, F. A. M. **Uma proposta para o ensino do conceito de luz no ensino médio**. 2017. 136 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2017. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/mnpef/_dissertacoes/Dissertacao_Felipe_Freitas.pdf>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Norma de Higiene Ocupacional nº 11 (NHO11): Procedimento técnico - Avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho**. São Paulo, 2018. 63 p.

MAIER, A. S.; CESSEL, R. F. **Avaliação do uso de luminárias tipo led em garagens de edifícios comerciais e residenciais quando comparadas com luminárias convencionais**. 2016. 59 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/8076>>. Acesso em: 24 de julho de 2021.

MARTINS, J. C.; BELENKI, S. A.; SANCHES, H. L. C. **Iluminação e sua influência nos usuários da edificação: o bom e o mau projeto**. 2014. 27 p. Monografia (Graduação Tecnologia de Design de Interiores) - Faculdade do Norte Novo de Apucarana, Paraná, 2014. Disponível em: <<https://facnopar.com.br/conteudo->

arquivos/arquivo-2019-08-28-15670309785134.pdf>. Acesso em: 02 de agosto de 2021.

OSRAM. **Manual Luminotécnico Prático**. 2006. Disponível em: <<http://www.osram.com.br/download/manual/MANUAL.PDF>>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

POZZER, N. C. O. **Estudo luminotécnico de um escritório de engenharia e arquitetura**. 2015. 71 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/monografiaslacasemin/downloads>>. Acesso em: 29 de junho de 2021.

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Manual de iluminação eficiente**. 2002. 36 p.

PROSDOSSIMO, C. **Condições de iluminação em ambientes de uma escola de educação profissional de São José dos Pinhais**. 2014. 61p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3524/1/CT_CEEEST_XXVIII_2014_09.pdf>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

TAKEUCHI, D. M. **Análise dos níveis de iluminância: estudo de caso na área de leitura de uma biblioteca pública**. 2019. 55 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/monografiaslacasemin/downloads>>. Acesso em: 29 de junho de 2021.

UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora. Núcleo de Planejamento, Assessoria e Assistência. **Conforto visual e iluminação no trabalho**. 2020. 16 p. Disponível em: <<https://www2.ufjf.br/progepe/wp->

content/uploads/sites/28/2020/05/MANUAL__CONFORTO_VISUAL_ERGONOMIA_UFJF_marco_2020.pdf>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada. **Agentes Físicos I**. Epusp- EAD/ PECE, 2020. 176p.

VELAZQUEZ, E. C. E. **Avaliação do rendimento luminoso e da vida útil das lâmpadas fluorescentes compactas em regime de uso intermitente**. 2016. 120 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em:<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-23012017-144327/pt-br.php>>. Acesso em: 02 de agosto de 2021.

ANEXO A – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO LUXÍMETRO


Certificado de Calibração
Laboratório Medição Uberlândia

Certificado: 122242/21

Data Calibração: 01/06/2021

Validade: 01/06/2023

OS: 682086-A/2021

1 / 2

Solicitante: H. R. LEAL E SOARES LTDA
 Rua Barão Do Rio Branco, 1864, - Centro - Patos De Minas - MG - 38700-170 - Brasil

Contratante: H. R. LEAL E SOARES LTDA

Características do Instrumento

Descrição: LUXIMETRO Identificação: LUX-001
 Marca: INSTRUTERM Modelo: LD300
 N° Série: 999729648

Condições Ambientais

Serviço executado nas instalações permanentes do Laboratório.

Temperatura: 24.1 °C ± 1.0 °C Umidade: 42.0 %ur ± 5.0 %ur

Procedimentos

Calibração Executada conforme: ITTEC209

Revisão: 1

Padrões

Identificação: PTO-1313 LUXIMETRO PADRÃO Marca: DR. METER Certificado: L0001A/2020 Calibrado por: LABELO-CAL0024 Validade: 01/2023

Resultados Obtidos**LUMINOSIDADE 0 - 100**

Faixa de Uso: 0,0 a 100,0 lux

Faixa de Indicação: 0,0 a 100,0 lux Resolução: 0,1 lux

V.I	V.R	Erro de Medição	Incerteza Expandida	Incerteza Expandida + Erro	(k)	Veff
lux	lux	lux	lux	lux		
21,0	17,1	3,9	5,5	9,4	2,00	infinito
75,9	60,8	15,1	5,5	20,6	2,00	infinito

LUMINOSIDADE 100 - 50000

Faixa de Uso: 100 a 50000 lux

Faixa de Indicação: 100 a 50000 lux Resolução: 1 lux

V.I	V.R	Erro de Medição	Incerteza Expandida	Incerteza Expandida + Erro	(k)	Veff
lux	lux	lux	lux	lux		
188	150,8	37,2	5,5	42,7	2,00	infinito
352	302,0	50,0	11,1	61,1	2,00	infinito
730	700,0	30,0	23,2	53,2	2,00	infinito
988	938,0	50,0	38,9	88,9	2,00	infinito



Certificado de Calibração Laboratório Medição Uberlândia

Certificado: 122242/21

Data Calibração: 01/06/2021

Validade: 01/06/2023

OS: 682086-A/2021

2 / 2

Observações Gerais

NÃO HOUVE AJUSTE

- V.I: Valor indicado no instrumento na unidade do mesmo.
- V.R: Valor de Referência na unidade de medição do padrão.
- A Incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k , o qual para uma distribuição t com V_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%.
- A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
- A condição de Aprovado/Reprovado se restringe apenas as grandezas metrológicas do instrumento, sendo que o limite de erro especificado para esta condição é de responsabilidade do Cliente.
- A operação de ajuste / regulagem não faz parte do escopo dos serviços.
- A validade de calibração do instrumento, quando apresentada neste certificado, é de responsabilidade do cliente.

Endereço de Emissão: Rua Nicarágua, 1390 - Bairro: Tibery - Uberlândia - Minas Gerais
Data de emissão: 02 de Junho de 2021

Assinado Eletronicamente

Leandro Silva de Bastos

Gerente Técnico



Assinado Digitalmente por:
Leandro Silva de Bastos
Data: 07/06/2021 16:08

O CONTEÚDO APRESENTADO NESTE DOCUMENTO/REGISTRO TEM SIGNIFICADO RESTRITO E SE APLICA SOMENTE A ESTA SITUAÇÃO. É PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DO MESMO SEM A AUTORIZAÇÃO DO EMITENTE.