

Norma de Higiene Ocupacional

Procedimento técnico

Avaliação dos níveis
de iluminação em ambientes internos
de trabalho

NHO 11

MINISTÉRIO
DO TRABALHO



FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

Norma de Higiene Ocupacional
Procedimiento Técnico

Presidente da República

Michel Temer

Ministro do Trabalho

Caio Luiz de Almeida Vieira de Mello

FUNDACENTRO

Presidente

Leonice Alves da Paz

Diretor Executivo

Odair de Brito Franco

Diretor Técnico

Robson Spinelli Gomes

Diretor de Administração e Finanças

Ricardo Felix

Elaboração
Irlon de Ângelo da Cunha
Elisa Kayo Shibuya
Swylmar dos Santos Ferreira
Robson Spinelli Gomes

Colaboração
Milda Jodelis

Norma de Higiene Ocupacional

Procedimento técnico

Avaliação dos níveis
de iluminação em ambientes internos
de trabalho

NHO 11



2018

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.
Disponível também em: www.fundacentro.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Serviço de Documentação e Biblioteca – SDB / Fundacentro
São Paulo – SP
Erika Alves dos Santos CRB-8/7110

Fundacentro.

Norma de higiene ocupacional [texto] : avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho : procedimento técnico / Fundacentro ; equipe de elaboração: Irlon de Ângelo da Cunha ... [et al.] ; colaboração: Milda Jodelis. – São Paulo, 2018.

63 p. : il. ; 23 cm. - (Normas de higiene ocupacional - NHO ; 11).

ISBN 978-85-92984-27-4

Resumo: Trata de norma que estabelece critérios e procedimentos para avaliação e medida dos níveis de iluminação em ambientes internos.

1. Medida da iluminância – Descrição de procedimento – 2. Iluminação artificial. I. Cunha, Irlon de Ângelo da. II. Shibuya, Elisa Kayo. III. Ferreira, Swylmar dos Santos. IV. Gomes, Robson Spinelli. V. Jodelis, Milda. VI. Título. VII. Série.

CIS – Classificação do “Centre International d’Informations de Sécurité et d’Hygiene du Travail”

CDU – Classificação Decimal Universal

Ficha técnica

Editora-chefe: Glauca Fernandes

Revisão de layout: Karina Penariol Sanches

Revisão de textos: BR75 | Silvia Baisch

Normalização: Sérgio Roberto Cosmano

Design capa e diagramação: Flávio Barbosa Galvão

Apresentação

A Coordenação de Higiene do Trabalho da Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Fundacentro) deu início, na década de 1980, à publicação de uma série de normas técnicas denominadas Normas de Higiene do Trabalho (NHT). Naquela época foi elaborada a NHT 10-I/E – Norma para avaliação ocupacional do nível de iluminamento.

Diante das transformações tecnológicas e da necessidade de atualização dos procedimentos de reconhecimento, avaliação e controle da exposição dos trabalhadores aos agentes ambientais, a revisão das NHT tornou-se imprescindível, bem como a necessidade de elaboração de normas para outros agentes.

Nesse contexto, a norma NHO 11 – Avaliação dos níveis de iluminamento em ambientes de trabalho internos cancela e substitui a NHT 10-I/E de 1986. Acredita-se que a presente norma possa efetivamente contribuir como ferramenta de identificação e melhoria dos aspectos qualitativos e quantitativos relacionados à iluminação interna dos ambientes de trabalho.

Walter dos Reis Pedreira Filho
Gerente da Coordenação de Higiene do Trabalho

Sumário

Prefácio	9
1. Objetivos	11
2. Aplicação.....	11
3. Referências técnicas.....	11
4. Definições	12
5. Critério de avaliação	14
5.1 Escala de iluminância mínima	15
6. Procedimentos de avaliação.....	16
6.1 Avaliação preliminar	16
6.2 Abordagem dos locais e das condições de trabalho.....	16
6.3 Equipamentos de medição	17
6.3.1 Características.....	17
6.3.2 Calibração	17
6.4 Procedimento de medição.....	17
7. Manutenção do sistema de iluminação	18
8. Relatório.....	18
9. Níveis de iluminamento mínimo E (lux)	19
10. Bibliografia	43
Anexo 1 – Procedimentos para determinação da iluminância média..	45
Anexo 2 – Aspectos a serem verificados na análise preliminar	51
Anexo 3 – Verificação do sistema de iluminação	56
Anexo 4 – Exemplo de medição de iluminância	59

Prefácio

As principais modificações e avanços técnicos em relação à norma anterior incluem:

- apresentação de quadro com níveis mínimos de iluminação para ambientes, tarefas ou atividades;
- considerações relacionadas ao tipo de lâmpada e sistemas de iluminação;
- avaliação qualitativa de parâmetros relacionados à segurança, ao desempenho e à visualização de tarefas;
- conteúdo mínimo para elaboração de relatório;
- lista de verificação para avaliação qualitativa do ambiente de trabalho e dos sistemas de iluminação.

1. Objetivos

Estabelecer critérios e procedimentos para avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos;

Indicar os principais parâmetros que interferem nos aspectos quantitativos e qualitativos relacionados à iluminação interna dos ambientes de trabalho.

2. Aplicação

Esta NHO se aplica à avaliação do nível de iluminação em ambientes internos. Aborda também outros aspectos e parâmetros para detecção de não conformidades que possam comprometer requisitos de segurança e desempenho eficiente do trabalho.

3. Referências técnicas

As edições das normas e documento técnico relacionados a seguir encontravam-se em vigor durante a elaboração da presente norma. Os usuários desta NHO devem estar atentos às edições mais recentes das normas referendadas ou daquelas que venham a substituí-las.

- ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, de 2013 (Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: interior);
- ABNT NBR 5461, de 1991 (Iluminação – Terminologia);
- ABNT NBR 5382, de 1985 (Verificação de iluminância de interiores);
- NHT 10-I/E, de 1986 (Norma para avaliação ocupacional do nível de iluminação);
- HSE HSG 38, de 1997 (Lighting at Work).

4. Definições

Ângulo de corte

Medido a partir do plano horizontal, abaixo do qual a lâmpada – ou mais de uma lâmpada – é protegida pela luminária da visão direta do observador.

Aparência da cor

Refere-se à cor aparente (cromaticidade da lâmpada) da luz que a lâmpada emite. Pode ser descrita pela sua temperatura de cor correlata (T_{cp}).

Área adjacente

Área próxima à de trabalho, a partir da região definida como entorno imediato.

Área da tarefa

Área parcial em um local de trabalho no qual determinada tarefa visual é realizada, podendo estar contida em um plano horizontal, vertical ou inclinado.

Área de trabalho

Corresponde à combinação das diversas áreas das tarefas realizadas em um mesmo ambiente, que pode envolver tarefas visuais diferentes, implicando ou não em diferentes níveis de iluminação.

Entorno imediato

Uma zona de no mínimo 0,5 m de largura ao redor da área da tarefa dentro do campo de visão.

Iluminância

Razão do fluxo luminoso incidente em um elemento de superfície que contém o ponto dado e a área desse elemento. Unidade: lux (lm.m^{-2}).

Índice geral de reprodução de cor

Expressa a relação entre a cor real de um objeto ou sua superfície e a aparência percebida diante de uma fonte luminosa. Varia de 0 a 100. É utilizado para medir a fidelidade de cor que a iluminação reproduz nos objetos.

Luminância

Razão entre a intensidade do fluxo luminoso emitido por uma superfície em uma dada direção e a área dessa superfície projetada ortogonalmente sobre um plano perpendicular àquela direção.

Nível de iluminamento mínimo (E)

Valor abaixo do qual não convém que a iluminância de uma tarefa específica, um ambiente ou uma atividade de trabalho seja reduzida. Unidade: lux.

Refletância

Para uma determinada radiação incidente, é a razão do fluxo luminoso refletido para o fluxo incidente. Unidade: lux ou %.

Reflexão veladora ou ofuscamento refletido

Reflexões especulares que aparecem sobre o objeto observado e que o mascaram total ou parcialmente pela diminuição do contraste.

Tarefa visual

Todos os elementos visuais da tarefa a ser realizada.

Temperatura de cor correlata

Temperatura do corpo negro cuja cor percebida se assemelha o mais próximo possível, nas condições de observação especificadas, àquela do estímulo dado de mesma luminosidade. Unidade: K.

5. Critério de avaliação

O critério adotado nesta norma para avaliação do nível de iluminação 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 (página 19). É permitida uma tolerância de 10% abaixo desse valor.

O ambiente de trabalho deve ser iluminado o mais uniformemente possível. A iluminância média de um ambiente de trabalho deve ser 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.

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. Em situações nas quais existirem o uso de iluminação suplementar, deve ser verificada a iluminância nas áreas do entorno imediato. Nesses casos a iluminação do entorno não deve ser inferior aos valores indicados a seguir:

Tabela 1 – Iluminância do entorno imediato em função da iluminância da área da tarefa.

<i>Iluminância na área da tarefa (lux)</i>	<i>Iluminância no entorno imediato (lux)</i>
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	Mesma iluminância da área da tarefa

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. Quando a iluminação da área da tarefa for superior a 2.500 lux, essa relação não se aplica e deve ser avaliada caso a caso, considerando-se os riscos devido a contraste excessivo.

A razão da iluminância média entre áreas de trabalho adjacentes de ambientes internos não deve ser superior a 5:1.

Para zonas de transição entre ambientes internos e externos, observar o disposto no Anexo 2.

5.1 Escala de iluminância *mínima*

Nas situações especificadas a seguir, os valores de iluminância mínima E (lux) podem ser ajustados segundo a escala de iluminância:

20 – 30 – 50 – 75 – 100 – 150 – 200 – 300 – 500 – 750 – 1.000 – 1.500 – 2.000 – 3.000 – 5.000

A iluminância deve ser aumentada¹ em, pelo menos, um nível na escala de iluminância quando:

- o trabalho visual for crítico;
- a capacidade visual dos trabalhadores estiver abaixo do normal;
- a tarefa apresentar contrastes excepcionalmente baixos.

A iluminância pode ser reduzida em um nível na escala de iluminância quando a tarefa apresentar detalhes excepcionalmente grandes ou de alto contraste. A ocorrência dessa redução deve ser justificada tecnicamente de modo a garantir os preceitos de segurança, conforto e desempenho das atividades.

¹ Condições visuais específicas que exigem maior nível de iluminação podem ser atendidas, por exemplo, mediante uso de iluminação suplementar.

6. Procedimentos de avaliação

6.1 Avaliação preliminar

A avaliação preliminar consiste na verificação de aspectos como ofuscamento, cintilação, efeito estroboscópico, direcionalidade, sombras excessivas, aparência da cor e contraste, descritos no Anexo 2. Esse anexo apresenta, no Quadro A2, subsídios para a identificação de problemas de ordem geral e recomendações para a melhoria da segurança e do desempenho do sistema de iluminação.

O Anexo 3 apresenta o Quadro A3, que pode ser utilizado como ferramenta auxiliar para verificação de não conformidades.

6.2 Abordagem dos locais e das condições de trabalho

Identificar as atividades realizadas e as respectivas áreas das tarefas e áreas de trabalho, a fim de mapear e definir os pontos de avaliação. Descrever os ambientes de trabalho, incluindo o sistema de iluminação utilizado, tipos de luminárias, de lâmpadas e suas características.

Se forem observadas interferências da iluminação externa no ambiente a ser avaliado, as medições devem ser realizadas no ambiente interno sob as condições mais desfavoráveis, por exemplo, em dias nublados, de forma que as condições de iluminamento dependam somente das fontes instaladas no local. No entanto, interferências que podem ocorrer em função da iluminação natural, como ofuscamentos ou reflexos, devem ser levadas em consideração.

Os avaliadores devem evitar usar roupas claras e se posicionarem de modo a não causarem sombras e reflexões sobre a fotocélula.

Quando existirem atividades noturnas no ambiente analisado, as medições deverão ser realizadas nesse período.

6.3 Equipamentos de medição

6.3.1 Características

Medidor de iluminância (unidade de medição em lux) com fotocélula corrigida para a sensibilidade do olho humano e o ângulo de incidência. O equipamento também deve apresentar especificação técnica, informada pelo fabricante, que permita realizar a medição conforme o tipo de lâmpada utilizada, por exemplo, LED, fluorescente ou vapor de sódio.

6.3.2 Calibração

Os medidores de iluminância devem ser periodicamente calibrados e certificados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), por laboratórios acreditados pelo Inmetro para essa finalidade ou por laboratórios internacionais, desde que reconhecidos pelo Inmetro. A periodicidade de calibração deve ser estabelecida com base nas recomendações do fabricante; em dados históricos da utilização dos medidores, que indiquem um possível comprometimento na confiabilidade do equipamento; e em critérios que venham a ser estabelecidos em lei. A calibração também deve ser refeita sempre que ocorrer algum evento que implique suspeita de dano nos medidores.

6.4 Procedimento de medição

A medição deve ocorrer com o sistema de iluminação dentro de suas características típicas de operação. Antes de serem iniciadas as leituras, é preciso observar as recomendações do fabricante com relação ao tempo de estabilização do medidor. O tempo de estabilização deve ser considerado sempre que o instrumento for iniciado, para a primeira leitura, ou quando o sensor for exposto a uma quantidade de iluminação sensivelmente diferente de sua última leitura.

A leitura deve ser 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 deve ser posicionada nesse plano.

A medição na área da tarefa deve ser realizada ponto a ponto, levando-se em consideração a região onde a tarefa visual é efetivamente executada. Os procedimentos para determinação da iluminância média em ambientes internos ou áreas que foram subdivididas² estão descritos no Anexo 1.

7. Manutenção do sistema de iluminação

Deve ser realizada manutenção preventiva e corretiva do sistema de iluminação observando-se aspectos como limpeza, substituição de lâmpadas e de outros componentes. A periodicidade de manutenção depende das características do sistema de iluminação, da atividade desenvolvida, da sujidade e de outros aspectos do ambiente de trabalho.

8. Relatório

O relatório técnico deve documentar os vários aspectos da presente norma, incluindo, no mínimo, os seguintes itens:

- introdução, composta por objetivos do trabalho, justificativa e datas ou períodos em que foram desenvolvidas as avaliações;
- instrumental e acessórios utilizados e registro do certificado de calibração;
- critérios e procedimentos de avaliação adotados;
- descrição dos ambientes de trabalho, das atividades e das tarefas realizadas, do sistema de iluminação, dos tipos de luminárias, das lâmpadas e suas características;
- dados obtidos, parâmetros quantitativos e qualitativos (avaliação preliminar conforme item 6.1);
- interpretação dos resultados;

² Locais de trabalho que envolvam grandes áreas com diferentes tarefas ou atividades, configuração de áreas com formatos irregulares ou com padrões diferenciados (distribuição das luminárias e fluxo luminoso) podem ser subdivididas em áreas menores, que devem ser avaliadas como ambientes em separado.

- informações complementares em decorrência de circunstâncias específicas que tenham envolvido o estudo realizado.

No Anexo 4 é apresentado um exemplo de medição de iluminância.

9. Níveis de iluminamento mínimo E (lux)

Quadro 1 - Níveis mínimos de iluminamento E (lux) em função do tipo de ambiente, tarefa ou atividade

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
1. Áreas gerais da edificação			
Saguão de entrada	100	60	
Sala de espera	200	80	
Área de circulação e corredor	100	40	– Nas entradas e saídas, estabelecer uma zona de transição para evitar mudanças bruscas.
Escada, escada rolante e esteira rolante	150	40	
Rampa de carregamento	150	40	
Refeitório e cantina	200	80	
Sala de descanso	100	80	
Sala para exercícios físicos	300	80	
Vestiário, banheiro e toailete	200	80	
Enfermaria	500	80	
Sala para atendimento médico	500	90	– Tcp mínimo de 4.000 K.

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Estufa e sala dos disjuntores	200	60	
Correios e quadro de distribuição	500	80	
Depósito, estoque e câmara fria	100	60	– 200 lux se forem continuamente ocupados.
Expedição	300	60	
Estação de controle	150	60	– 200 lux se forem continuamente ocupados.
2. Edificações na agricultura			
Carregamento e operação de mercadorias, equipamentos de manuseio e máquinas	200	80	
Estábulo	50	40	
Cercado para animais doentes e baia para parto de animais	200	80	
Preparação de alimentos, leiteira e lavagem de utensílios	200	80	
3. Padarias			
Preparação e fornada	300	80	
Acabamento e decoração	500	80	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
4. Cimento, concreto e indústria de tijolos			
Secagem	50	20	– As cores de segurança devem ser reconhecíveis.
Preparação dos materiais, trabalhos nos fornos e misturadores	200	40	
Trabalhos em máquinas em geral	300	80	– Vide nota 1.
Formas brutas	300	80	– Vide nota 1.
5. Indústrias de cerâmica e vidro			
Secagem	50	20	
Preparação e trabalho em máquinas em geral	300	80	– Vide nota 1.
Esmaltagem, laminação, compressão, moldagem de peças simples, vitrificação e sopragem do vidro	300	80	– Vide nota 1.
Polimento, moagem, gravação, polimento do vidro, moldagem de peças de precisão e fabricação de instrumentos de vidro	750	80	– Vide nota 1.
Trabalho decorativo	500	80	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Polimento de vidro ótico, polimento manual e gravação de cristais e trabalho em mercadorias comuns	750	80	
Trabalho de precisão (por exemplo, polimento decorativo e pintura à mão)	1.000	90	– Tcp mínimo de 4.000 K.
Fabricação de pedras preciosas sintéticas	1.500	90	– Tcp mínimo de 4.000 K.
6. Indústrias de borracha, plástica e química			
Instalação de processamento operada remotamente	50	20	– As cores de segurança devem ser reconhecíveis.
Instalação de processamento com intervenção manual limitada	150	40	
Instalação de processamento com trabalho manual constante	300	80	
Metrologias e laboratórios	500	80	
Produção farmacêutica	500	80	
Produção de pneus	500	80	
Inspeção de cor	1.000	90	– Tcp mínimo de 6.500 K.

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Corte, acabamento e inspeção	750	80	
7. Indústrias de elétrica			
Fabricação de cabos e fios	300	80	– Vide nota 1.
Bobinagem:			
– bobinas grandes	300	80	– Vide nota 1.
– bobinas médias	500	80	– Vide nota 1.
– bobinas pequenas	750	80	– Vide nota 1.
Impregnação de bobinas	300	80	– Vide nota 1.
Galvanoplastia	300	80	– Vide nota 1.
Montagem:			
– bruta (por exemplo, grandes transformadores)	300	80	– Vide nota 1.
– média (por exemplo, quadros de distribuição)	500	80	
– fina (por exemplo, telefone)	750	80	
– de precisão (por exemplo, equipamentos de medição)	1.000	80	
Oficina eletrônica, ensaio e ajuste	1.500	80	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
8. Indústrias de alimentos			
Locais de trabalho e zonas em cervejarias, maltagem, lavagem, enchimento de barris, limpeza, peneiração, descascamento, alimentos em conserva, fábricas de chocolate, locais de trabalho e zonas em fábricas de açúcar, para secagem e fermentação de tabaco cru, câmaras de fermentação	200	80	
Triagem e lavagem de produtos, moagem, mistura e embalagem	300	80	
Locais de trabalho e zonas para abatedouros, açougues, leiteiras, áreas de filtragem e em refinarias de açúcar	500	80	
Corte e triagem de frutas e vegetais	300	80	
Fabricação de alimentos finos e cozinha	500	80	
Fabricação de charutos e cigarros	500	80	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Inspeção de vidros e garrafas, controle do produto, ornamentação e triagem na decoração	500	80	
Laboratórios	500	80	
Inspeção de cor	1.000	90	– T _{cp} mínimo de 4.000 K.
9. Fundições e plantas de fundição de metal			
Túnel do tamanho de um homem sob o piso, porão etc.	50	20	– As cores de segurança devem ser reconhecíveis.
Plataforma	100	40	
Preparação da areia	200	80	– Vide nota 1.
Vestiário	200	80	– Vide nota 1.
Trabalho nos cadinhos e misturadores	200	80	– Vide nota 1.
Baia da fundição	200	80	– Vide nota 1.
Área dos vibradores	200	80	– Vide nota 1.
Máquina de moldagem	200	80	– Vide nota 1.
Moldagem central e auxiliar	300	80	– Vide nota 1.
Fundição	300	80	– Vide nota 1.
Construção de modelos	500	80	– Vide nota 1.
10. Cabeleiros			
Cabeleiro	500	90	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
11. Fabricação de joias			
Trabalho com pedras preciosas	1.500	90	– T _{cp} mínimo de 4.000 K.
Fabricação de joias	1.000	90	
Relojoaria (manual)	1.500	80	
Relojoaria (automática)	500	80	
12. Lavanderias e limpeza a seco			
Entrada de mercadorias, marcação e distribuição	300	80	
Lavagem e limpeza a seco	300	80	
Área para passar roupas	300	80	
Inspeção e reparos	750	80	
13. Indústrias de couro			
Trabalho em cubas, barris e tanques	200	40	
Descarnar, aparar, esfregar e tombar peles	300	80	
Trabalho em selas, fábricas de sapatos, costura, polimento, modelagem, corte e puncionamento	500	80	
Triagem	500	90	– T _{cp} mínimo de 4.000 K.
Tingimento de couro (máquina)	500	80	
Controle de qualidade	1.000	80	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Inspeção de cor	1.000	90	– T _{cp} mínimo de 4.000 K.
Fabricação de sapatos	500	80	
Fabricação de luvas	500	80	
14. Trabalho e processamento em metal			
Forjamento de molde aberto	200	60	
Forjamento por derramamento, soldagem e moldagem a frio	300	60	
Usinagem grosseira e média Tolerâncias > 0,1 mm	300	60	
Usinagem de precisão: retificação Tolerâncias > 0,1 mm	500	60	
Gravação: inspeção	750	60	
Desenho de formas de fio e tubo	300	60	
Usinagem de placa ≥ 5 mm	200	60	
Trabalho em folha de metal < 5 mm	300	60	
Ferramentaria e fabricação de equipamentos de corte	750	60	
Montagem:			
– bruta	200	80	– Vide nota 1.

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
– média	300	80	– Vide nota 1.
– fina	500	80	– Vide nota 1.
– de precisão	750	80	– Vide nota 1.
Galvanoplastia	300	80	– Vide nota 1.
Pintura e preparação de superfícies	750	80	
Confecção de ferramentas, modelo e dispositivo, mecânica de precisão e micromecânica	1.000	80	
15. Indústrias de papel			
Processamento de madeira ou fibra e moagem	200	80	– Vide nota 1.
Processo e fabricação de papel, máquinas de papel, papel canelado e fábrica de papelão	300	80	– Vide nota 1.
Trabalho de encadernação de livros padrões (por exemplo, dobra, triagem, colagem, corte, gravação em relevo e costura)	500	60	
16. Subestações			
Instalação de abastecimento de combustíveis	50	20	– As cores de segurança devem ser reconhecíveis.
Casa da caldeira	100	40	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Sala de máquinas	200	80	– Vide nota 1.
Sala auxiliar (por exemplo, sala das bombas, sala dos capacitores, quadro de chave de distribuição etc.)	200	60	
Sala de controle	500	80	– Os painéis de controle frequentemente estão na vertical; – Dimerização pode ser necessária; – Vide nota 2.
17. Gráficas			
Corte, douração, gravação em relevo, gravura em bloco, trabalho em pedras e placas, impressoras e matriciais	500	80	
Triagem de papel e impressão manual	500	80	
Configuração de tipo, retoque e litografia	1.000	80	
Inspeção de cor em impres- são multicolorida	1.500	90	– T _{cp} mínimo de 5.000 K.

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Gravação em aço e cobre	2.000	80	– A iluminação em direção específica pode ser utilizada para revelar detalhes da tarefa e aumentar sua visibilidade.
18. Trabalhos em ferro e aço			
Instalação de produção sem intervenção manual	50	20	– As cores de segurança devem ser reconhecíveis.
Instalação de produção com operação manual ocasional	150	40	
Instalação de produção com operação manual contínua	200	80	– Vide nota 1.
Depósito de chapas	50	20	– As cores de segurança devem ser reconhecíveis.
Forno	200	20	– As cores de segurança devem ser reconhecíveis.
Usinagem, bobinadeira e linha de corte	300	40	
Plataforma de controle e painéis de controle	300	80	
Ensaio, medição e inspeção	500	80	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Túnel do tamanho de um homem sob o piso, porões etc.	50	20	– As cores de segurança devem ser reconhecíveis.
19. Indústria têxtil			
Local de trabalho, zona de banhos e abertura de fardos	200	60	
Cardar, lavar, passar, extrair, pentear, dimensionar, cortar a carda, pré-fiação, juta e fiação de linho	300	80	
Fiação e para encordoar, bobinar, enrolar, urdir, tecer, trançar e trabalhar em malha	500	80	– Prevenir contra os efeitos estroboscópicos.
Costurar, trabalho fino em malha e atividade de prender pontos	750	90	
Projeto manual e desenho de padrões	750	90	– T _{cp} mínimo de 4.000 K.
Acabamento e tingimento	500	80	
Sala de secagem	100	60	
Estampagem automática	500	80	
Extrair, selecionar e aparar	1.000	80	
Inspeção de cor e controle do tecido	1.000	90	– T _{cp} mínimo de 4.000 K.

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Reparo invisível	1.500	90	– T _{cp} mínimo de 4.000 K.
Fabricação de chapéu	500	80	
20. Construção de veículos			
Trabalho no chassi e na montagem	500	80	
Pintura, câmara de pulverização e câmara de polimento	750	80	
Pintura: retoque e inspeção	1.000	90	– T _{cp} mínimo de 4.000 K.
Fabricação de estofamento (manuseamento)	1.000	80	
Inspeção final	1.000	80	
21. Marcenaria e indústrias de móveis			
Processo automático (por exemplo, secagem na fabricação de madeira compensada)	50	40	
Poço de vapor	150	40	
Sistema de serras	300	60	– Prevenir contra os efeitos estroboscópicos.
Trabalho de marceneiro em bancos de carpintaria, colagem e montagem	300	80	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Polimento, pintura e marcenaria de acabamento	750	80	
Trabalho em máquinas de marcenaria (por exemplo, tornear, acanelar, desempenar, rebaixar, chanfrar, cortar e serrar afundar)	500	80	– Prevenir contra os efeitos estroboscópicos.
Seleção de madeira folheada, marchetaria e trabalhos de embutir	750	90	– Tcp mínimo de 4.000 K.
Controle de qualidade	1.000	90	– Tcp mínimo de 4.000 K.
22. Escritórios			
Arquivamento, cópia, circulação etc.	300	80	
Escrever, teclar, ler e processar dados	500	80	– Vide nota 2.
Desenho técnico	750	80	
Estação de projeto assistido por computador	500	80	– Vide nota 2.
Sala de reunião e conferência	500	80	– Recomenda-se que a iluminação seja controlável.
Recepção	300	80	
Arquivo	200	80	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
23. Varejo			
Área de vendas pequena	300	80	
Área de vendas grande	500	80	
Área da caixa registradora	500	80	
Mesa do empacotador	500	80	
24. Restaurantes e hotéis			
Recepção, caixa e portaria	300	80	
Cozinha	500	80	
Restaurante, sala de jantar e sala de eventos	200	80	– Recomenda-se que a iluminação seja projetada para criar um ambiente íntimo.
Restaurante <i>self-service</i>	200	80	
Bufê	300	80	
Sala de conferência	500	80	– Recomenda-se que a iluminação seja controlável.
Corredor	100	80	– Durante o período da noite são aceitáveis baixos níveis de iluminação.
25. Locais de entretenimento			
Teatro e sala de concerto	200	80	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Sala multiuso	300	80	
Sala de ensaio e camarim	300	80	– É necessário que a iluminação do espelho seja isenta de ofuscamento para a maquiagem.
Museu (em geral)	300	80	– Iluminação adequada para atender aos requisitos de exibição e proteção contra os efeitos de radiação.
26. Bibliotecas			
Estante	200	80	
Área de leitura	500	80	
Bibliotecárias	500	80	
27. Estacionamentos públicos (internos)			
Rampa de entrada e saída (durante o dia)	300	40	– As cores de segurança devem ser reconhecíveis.
Rampa de entrada e saída (durante a noite)	75	40	– As cores de segurança devem ser reconhecíveis.

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Pista de tráfego	75	40	– As cores de segurança devem ser reconhecíveis.
Estacionamento	75	40	– Uma iluminância vertical elevada aumenta o reconhecimento facial das pessoas e, por essa razão, a sensação de segurança.
Guichê	300	80	– Evitar reflexões nas janelas; – Prevenir ofuscamento oriundo do lado externo.
28. Construções educacionais			
Brinquedoteca	300	80	
Berçário	300	80	
Sala dos profissionais do berçário	300	80	
Sala de aulas e sala de aulas particulares	300	80	– Recomenda-se que a iluminação seja controlável.

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Sala de aulas noturnas, classes e educação de adultos	500	80	
Sala de leitura	500	80	– Recomenda-se que a iluminação seja controlável.
Quadro negro	500	80	– Prevenir reflexões especulares.
Mesa de demonstração	500	80	– Em salas de leitura, 750 lux.
Sala de arte em artesanato	500	80	
Sala de arte em escolas de arte	750	90	– T _{cp} > 5.000 K.
Sala de desenho técnico	750	80	
Sala de aplicação e laboratórios	500	80	
Oficina de ensino	500	80	
Sala de ensino de música	300	80	
Sala de ensino de compu- tador	500	80	– Vide nota 2.
Laboratório linguístico	300	80	
Sala de preparação e oficinas	500	80	
Sala comum de estudantes e sala de reunião	200	80	
Sala dos professores	300	80	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Sala de esportes, ginásio e piscina	300	80	– Para as instalações do acesso público, ver CIE 58, de 1983, e CIE 62, de 1984.
29. Locais de assistência médica			
Sala de espera	200	80	– Iluminância no nível do piso.
Corredor: durante o dia	200	80	– Iluminância no nível do piso.
Corredor: durante a noite	50	80	– Iluminância no nível do piso.
Quarto com claridade	200	80	– Iluminância no nível do piso.
Escritório dos funcionários	500	80	
Sala dos funcionários	300	80	
Enfermaria:			
– iluminação geral	100	80	– Iluminância no nível do piso
– iluminação de leitura	300	80	
– exame simples	300	80	
Exame e tratamento	1.000	90	
Iluminação noturna e iluminação de observação	5	80	
Banheiro e toalete para os pacientes	200	80	

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Sala de exames geral	500	90	
Exame de ouvido e olhos	1.000	90	– Luminária para exame local.
Leitura e teste de visão colorida com gráficos de visão	500	90	
Escâner com intensificadores de imagem e sistemas de televisão	50	80	– Vide nota 2.
Sala de diálise	500	80	
Sala de dermatologia	500	90	
Sala de endoscopia	300	80	
Sala de gesso	500	80	
Banho medicinal	300	80	
Massagem e radioterapia	300	80	
Sala de pré-operatório e sala de recuperação	500	90	
Sala de cirurgia	1.000	90	
Cavidade cirúrgica	Especial		– E = 10.000 lux – 100.000 lux
UTI:			
– iluminação geral	100	90	– No nível do piso.
– exame simples	300	90	– No nível do leito.

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
– exame e tratamento	1.000	90	– No nível do leito.
– observação noturna	20	90	
Dentista:			
– iluminação geral	500	90	– Convém que a iluminação seja isenta de ofuscamento para o paciente.
– no paciente	1.000	90	– Luminária para exame local.
– na cavidade cirúrgica	5.000	90	– Valores mais altos que 5.000 lux podem ser necessários.
– clareamento dos dentes	5.000	90	– $T_{cp} \geq 6.000$ K.
Inspeção de cor (laboratório)	1.000	90	– $T_{cp} \geq 5.000$ K.
Sala de esterilização	300	80	
Sala de desinfecção	300	80	
Sala de autópsia e necrotério	500	90	
Mesa de autópsia e mesa de dissecação	5.000	90	– Valores maiores que 5.000 lux podem ser necessários.

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
30. Aeroportos			
Saguão de embarque e desembarque e área de entrega da bagagem	200	80	– Vide nota 1.
Área de conexão, escada rolante e esteira rolante	150	80	
Balcão de informações e <i>check-in</i>	500	80	– Vide nota 2.
Alfândega e balcão de controle de passaportes	500	80	– Importante a iluminância vertical.
Sala de espera	200	80	
Local de armazenamento de bagagens	200	80	
Área de verificação de segurança	300	80	– Vide nota 2.
Torre de controle de tráfego aéreo	500	80	– Recomenda-se que a iluminação seja dimerizável; – Vide nota 2; – Recomenda-se que seja evitado o ofuscamento oriundo da luz natural.
Sala de tráfego aéreo	500	80	– Recomenda-se que a iluminação seja dimerizável; – Vide nota 2.

(...)

(...)

<i>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</i>	<i>E (lux)</i>	<i>IRC/Ra*</i>	<i>Observações</i>
Hangar de reparos e testes	500	80	– Vide nota 1.
Área de testes dos motores	500	80	– Vide nota 1.
Área de medição em hangares	500	80	– Vide nota 1.
Plataforma e passagem subterrânea para passageiros	50	40	
Saguão de compra de passagens e grandes espaços abertos para circulação de multidões	200	40	
Escritório de bagagens, de passagens e de contadores	300	80	
Sala de espera	200	80	
31. Locais para celebrações e cultos religiosos (igrejas, mosteiros, sinagogas, templos etc.)			
Corpo do local	100	80	
Cadeira, altar e púlpito	300	80	

* Não é recomendada a utilização de lâmpadas com Índice Geral de Reprodução de Cor (IRC, também denominado Ra) inferior a 80 em locais onde as pessoas trabalham por longos períodos. Esse índice é normalmente fornecido pelo fabricante da lâmpada e, quando não o for, pode ser medido utilizando-se um medidor de iluminância que forneça esse parâmetro.

Nota 1: pode haver exceções para o IRC para iluminação de montagem alta (superior a 6 m) e para iluminação externa, quando não houver pessoas trabalhando por longos períodos ou quando for necessária a identificação de cores para segurança.

Nota 2: em locais que apresentem estações de trabalho com monitores de vídeo ou displays visuais, os teclados podem sofrer ofuscamento desconfortável ou inabilitador, sendo necessário selecionar e reposicionar as luminárias a fim de se evitar o desconforto por reflexões de alto brilho. Também pode ser necessária a verificação das telas quanto à luminância para adequação às condições visuais da tarefa.

Nota 3: a unidade da Tcp indicada no Quadro 1 é o Kelvin (K).

10. Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT.
NBR 5413: iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992. 13 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 17: ergonomia, de 8 de junho de 1978. *Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]*. Brasília, DF. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. BS 667:2005: illuminance meters. Requirements and test methods. [S.l.]: jan. 2005. 14 p.

INDUSTRIAL ACCIDENT PREVENTION ASSOCIATION. *Lighting at Work*, 2008. Disponível em: <http://www.gvsafety.com/Documents/SAFETY%20HANDOUTS/Industrial%20Hygeine/Workplace%20Lighting/Lighting%20at%20Work.pdf>. Acesso nov. 2017.

PERRE, I. Is measuring LEDS with lux meter accurate?. *Institute of Lighting Professionals*. [S.l.], out. 2014. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/theilp/pls-2014-is-measuring-led-illuminance-with-a-lux-meter-accurate>>. Acesso em: fev. 2018.

Anexo 1 – Procedimentos para determinação da iluminância média

Este anexo estabelece procedimentos para a verificação da iluminância de interiores de áreas retangulares, por meio da iluminância média sobre um plano horizontal, proveniente da iluminação geral. Os instrumentos de medição devem atender aos requisitos estabelecidos no item 6.3 e os resultados podem ser influenciados por diversos fatores, como refletâncias, tipo de lâmpada e sua vida útil, tensão de operação e instrumentação utilizada. Portanto, os resultados são válidos para as condições em que foram realizadas as medições.

As medições devem ser realizadas de modo que a superfície da fotocélula fique posicionada em um plano horizontal, a uma distância de 0,75 m do piso, exceto nas situações em que a iluminância deva ser medida no nível do piso, conforme os casos indicados na coluna “Observações” do Quadro 1.

Cálculo da iluminação média

1. Ambiente de trabalho de área retangular, iluminado com fontes de iluminação com padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras (Figura A1).

1.1 Efetuar as medições na área central, nos pontos r1 a r4 e nos pontos r5 a r8, conforme a Figura A1. Calcular a média aritmética das oito medições (R).

1.2 Efetuar as medições nos pontos q1, q2, q3 e q4, localizados em lados opostos do ambiente de trabalho, conforme a Figura A1. Calcular a média aritmética das quatro leituras (Q).

1.3 Efetuar as medições nos pontos t1, t2, t3 e t4, localizados em lados opostos do ambiente de trabalho, conforme a Figura A1. Calcular a média aritmética das quatro leituras (T).

1.4 Efetuar as medições em dois cantos opostos do ambiente de trabalho, nos pontos p1 e p2, conforme a Figura A1. Calcular a média aritmética das duas leituras (P).

1.5 A iluminância média (\bar{I}) deste ambiente de trabalho é dada por:

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

Sendo:

N = quantidade de luminárias por fila

M = número de filas

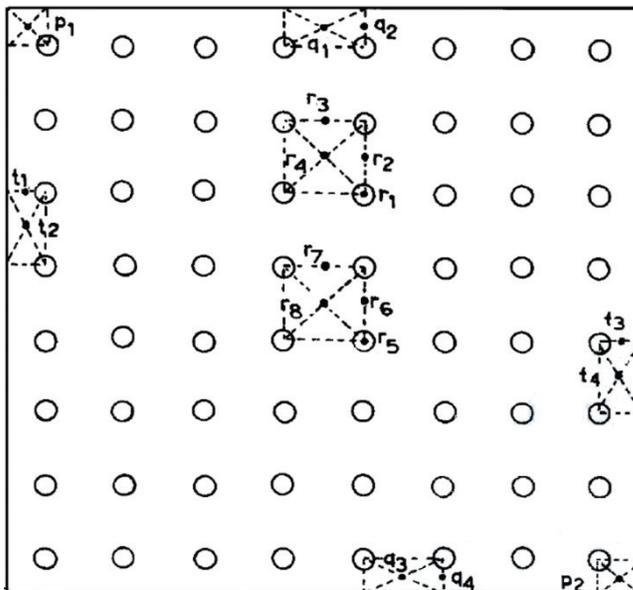


Figura A1 Ambiente de trabalho de área retangular, iluminado com fontes de iluminação com padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras.

2. Ambiente de trabalho de área retangular com luminária central (Figura A2).

2.1 Efetuar medições nos pontos p1 a p4, conforme Figura A2.

A iluminância média é dada pela média aritmética desses quatro pontos (P).

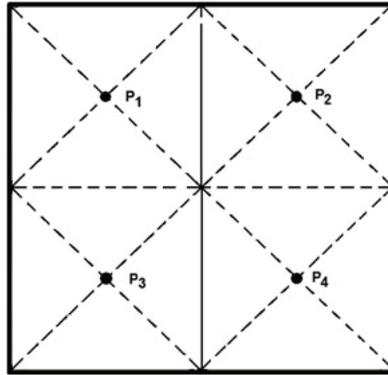


Figura A2 Ambiente de trabalho de área retangular com luminária central.

3. Ambiente de trabalho de área retangular com linha única de luminárias (Figura A3).

3.1 Efetuar as medições nos pontos q1 a q8, conforme Figura A3, distribuídos no ambiente de trabalho. Calcular a média aritmética das oito leituras (Q).

3.2 Efetuar medições nos pontos p1 e p2, conforme Figura A3, e calcular a média aritmética (P).

3.3 A iluminância média (\bar{I}) é dada por:

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

Sendo N = quantidade de luminárias

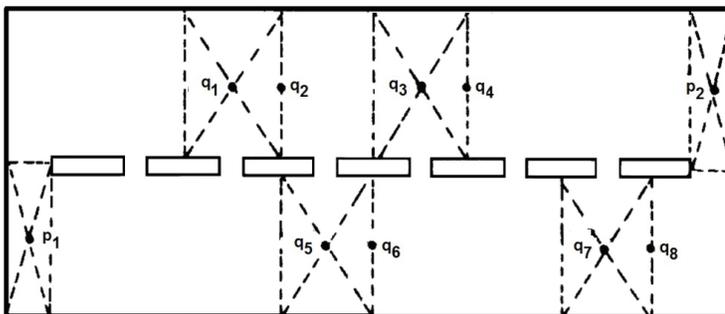


Figura A3 Ambiente de trabalho de área retangular com linha única de luminárias.

4. Ambiente de trabalho de área retangular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias (Figura A4).

4.1 Efetuar as medições nos pontos r1 a r4, p1 e p2, t1 a t4 e q1 e q2, conforme Figura A4. Calcular as médias aritméticas R, P, T e Q.

4.2 A iluminância média é dada pela seguinte equação:

Sendo:

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

N = quantidade de luminárias por fila

M = número de filas

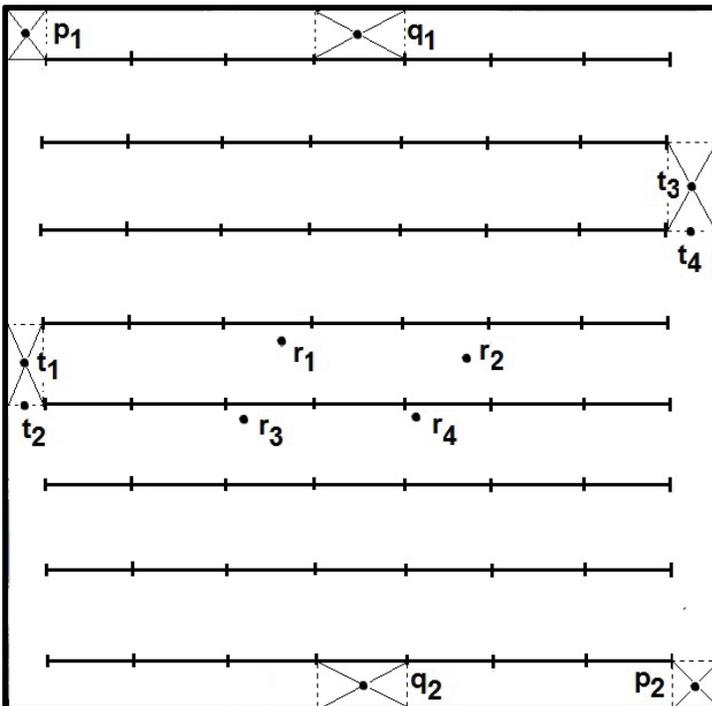


Figura A4 Ambiente de trabalho de área retangular com duas ou mais linhas contínuas de luminárias.

5. Ambiente de trabalho de área retangular com uma linha contínua de luminárias (Figura A5).

5.1 Efetuar as medições nos pontos q1 a q6 e p1 e p2, conforme Figura A5. Calcular as médias aritméticas Q e P.

5.2 A iluminância média (\bar{I}) é dada por:

$$\bar{I} = \frac{Q \cdot N + P}{N + I}$$

Sendo N = quantidade de luminárias

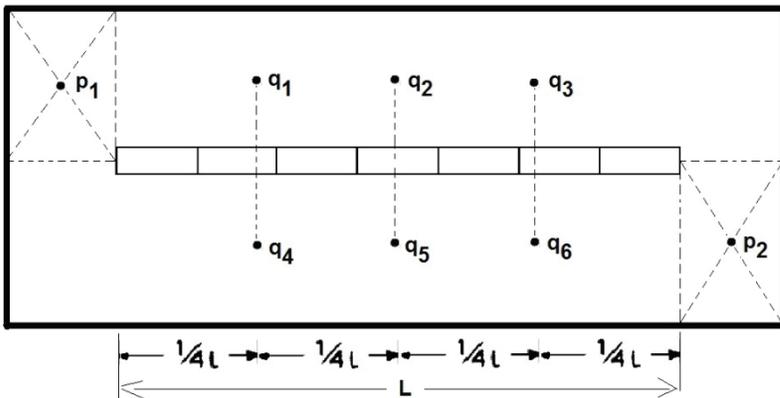


Figura A5 Ambiente de trabalho de área retangular com uma linha contínua de luminárias.

6. Ambiente de trabalho de área retangular com teto luminoso³ (Figura A6).

6.1 Efetuar as medições nos pontos r1 a r4 e p1 e p2, distribuídos de forma similar à da Figura A6. Calcular as médias aritméticas R e P.

6.2 Efetuar as medições nos pontos q1 e q2, a uma distância de aproximadamente 60 cm da parede lateral e distribuídos de forma

³ Por exemplo, utilização de iluminação indireta.

similar à da Figura A6, no sentido longitudinal. Calcular a média aritmética (Q).

6.3 Efetuar as medições nos pontos t1 e t2, a 60 cm aproximadamente da parede e distribuídos de forma similar à da Figura A6, no sentido transversal. Calcular a média aritmética (T).

6.4 A iluminância média (\bar{I}) é dada por:

Sendo:

$$I = \frac{R(L-8)(W-8) + 8Q(L-8) + 8T(W-8) + 64P}{W \cdot L}$$

W = largura do recinto, em metros

L = comprimento do recinto, em metros

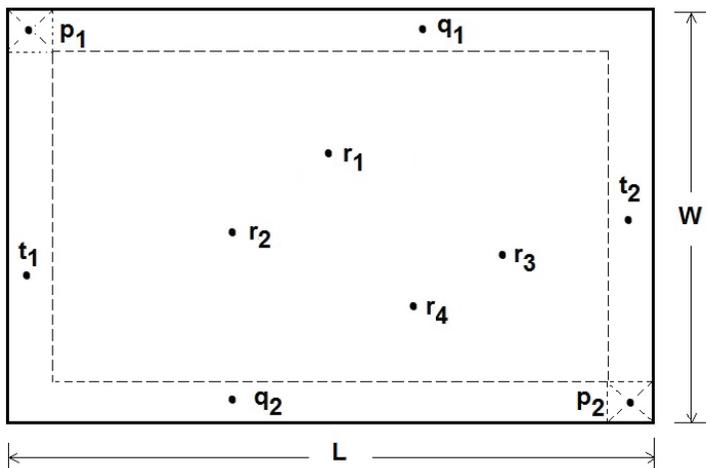


Figura A6 Ambiente de trabalho de área retangular com teto luminoso.

Anexo 2 – Aspectos a serem verificados na análise preliminar

Cintilação (*flicker*)

Termo utilizado para descrever variações de brilho aparente ou de cor de uma fonte luminosa percebida visualmente. A cintilação pode provocar fadiga física e psíquica e ocasionar efeitos fisiológicos como dor de cabeça, incômodo visual e estresse. Pode ser resultado de pequenas flutuações de tensão provocadas pelo funcionamento de cargas variáveis de grande porte: fornos a arco, máquinas de solda, motores etc.

Efeito estroboscópico

Ocorre quando uma fonte de luz pulsante ilumina um objeto em movimento, podendo ocasionar modificação aparente do seu movimento ou sua imobilização aparente. Os efeitos estroboscópicos podem levar a situações de perigo pela mudança da percepção de movimento de rotação ou por máquinas alternativas (de movimento repetitivo).

Tipos de lâmpada

O tipo de lâmpada pode interferir na sensação percebida e nas questões de conforto e aparência de cor.

Ofuscamento

Condição de visão na qual há desconforto ou redução da capacidade de distinguir detalhes ou objetos, devido a uma distribuição desfavorável das luminâncias, contraste excessivo ou reflexões em superfícies especulares. O ofuscamento é a sensação visual produzida por áreas brilhantes dentro do campo de visão, que pode resultar em fadiga visual, erros e até mesmo acidentes. Pode ser classificado como desconfortável, inabilitador ou refletido. O ofuscamento desconfortável geralmente surge diretamente de luminárias brilhantes ou janelas no interior de locais de trabalho. O ofuscamento inabilitador é mais comum na iluminação externa, mas também pode ser experimentado em iluminação pontual ou fontes brilhantes intensas, tais como uma janela em um espaço relativamente pouco iluminado. O ofuscamento refletido é aquele causado por

reflexões em superfícies especulares, também sendo conhecido como reflexão veladora.

Zonas de transição entre ambientes internos e externos

Diferenças significativas nos níveis de iluminação entre as áreas de trabalho e suas áreas adjacentes podem causar desconforto visual e ocasionar acidentes em locais onde haja movimentação frequente. Esse problema provém, na maioria das vezes, quando há movimentação de ambiente interno para externo e vice-versa. Nesses casos, deve ser avaliada a necessidade de criação de uma zona de transição.

Aparência da cor

As lâmpadas normalmente são divididas em três grupos, de acordo com suas temperaturas de cor correlata (T_{cp}) – Quadro A1. Quanto mais alta a temperatura de cor, mais branca é a tonalidade da luz emitida. Unidade: K.

Quadro A1 Aparência da cor e temperatura de cor correlata

<i>Aparência da cor</i>	<i>Temperatura de cor correlata</i>
Quente	Abaixo de 3.300 K
Intermediária	3.300 a 5.300 K
Fria	Acima de 5.300 K

As cores mais quentes induzem ao relaxamento, não sendo indicadas para ambientes de trabalho, e sim domésticos (a exemplo de dormitórios). As cores intermediárias são interessantes em aplicações que não interferem na coloração dos objetos (como em salões de beleza e museus). As cores frias são recomendadas para aplicações em escritórios e salas de aula.

No Quadro A2 são listados os procedimentos para verificação de inconsistências no sistema de iluminação, bem como as recomendações para sua correção ou minimização.

Quadro A2 *Identificação e verificação de inconsistências no sistema de iluminação*

<i>Aspectos</i>	<i>Verificação</i>	<i>Recomendações</i>
Efeito estroboscópico	<ul style="list-style-type: none"> • Observar se há modificação aparente do movimento ou imobilização aparente de um objeto em movimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de fontes de iluminação adjacentes, alimentadas por diferentes fases do sistema elétrico; • Utilização de fontes de alta frequência, como reatores de alta frequência; • Substituição do tipo de iluminação.
Cintilação	<ul style="list-style-type: none"> • Observar visualmente a variação de brilho aparente ou de cor de uma fonte luminosa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação de deficiências no circuito elétrico de alimentação; • Substituição de lâmpadas com tempo de uso próximo à sua vida útil; • Utilização de fontes de alta frequência, como reatores de alta frequência;
Iluminação insuficiente na tarefa	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar a existência de lâmpadas queimadas ou se o sistema de iluminação apresenta sujidade; • Verificar se os níveis de iluminação atendem aos requisitos mínimos previstos nesta norma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição de lâmpadas queimadas ou defeituosas; • Limpeza de luminárias e lâmpadas; • Mudanças na decoração do local, com o uso de cores mais claras; • Remoção de objetos que bloqueiem a iluminação; • Redução do espaçamento das luminárias ou outros ajustes, como o uso de lâmpadas de maior fluxo luminoso; • Fornecimento de iluminação suplementar; • Mudança da tarefa para outro local.

(...)

(...)

<i>Aspectos</i>	<i>Verificação</i>	<i>Recomendações</i>
Iluminação irregular ou não uniforme do ambiente de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar visualmente regiões claras ou escuras (sombras) que possam resultar em áreas de trabalho e de circulação não iluminadas de maneira uniforme; • Verificar os níveis de iluminamento; • Verificar as luminâncias das superfícies: pisos, tetos e paredes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição de lâmpadas queimadas ou defeituosas; • Limpeza de luminárias e lâmpadas; • Redução do espaçamento das luminárias; • Substituição de luminárias para uma distribuição mais uniforme, sem causar ofuscamento; • Aumento da refletância das superfícies da sala; • Remoção de objetos que bloqueiem a iluminação.
Iluminação excessiva	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar o efeito do brilho da luminária protegendo os olhos com as mãos; • Verificar se lâmpadas sem proteção encontram-se na região definida pelo ângulo de corte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nos casos de iluminação direta, utilize alguma adaptação para controle da incidência direta, ajuste do ângulo de corte ou remoção do trabalhador para fora da região definida pelo ângulo de corte. • Alteração do direcionamento de lâmpadas tubulares e luminárias lineares; • Aumento da altura das luminárias; • Alteração na refletância das superfícies do local de trabalho.
Iluminação excessiva ocasionada por luz natural (janelas, claraboias, portas etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar se a luz natural provoca algum efeito indesejável. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de bloqueios parcial ou total (cortinas, persianas) em janelas, claraboias e portas; • Alteração na refletância das superfícies do local de trabalho; • Mudança do local ou posicionamento da tarefa.

(...)

(...)

<i>Aspectos</i>	<i>Verificação</i>	<i>Recomendações</i>
Brilho excessivo em áreas localizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar a refletância de superfícies próximas à área de tarefa; • Verificar a localização e a distribuição do fluxo luminoso das luminárias; • Verificar se há imagens refletidas na posição de visão normal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração na refletância das superfícies do local de trabalho; • Uso de painéis de difusão; • Reposicionamento, troca ou aumento do número de lâmpadas; • Alteração nas características da superfície de trabalho (brilhante/fosco); • Reposicionamento da área de tarefa.
Contraste reduzido da tarefa devido a reflexões veladoras	<ul style="list-style-type: none"> • Localizar as fontes de reflexões veladoras e os ângulos de reflexão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração nas características da superfície de trabalho (brilhante/fosco); • Troca de local da estação de trabalho; • Deslocamento das fontes luminosas que geram as reflexões veladoras; • Utilização de iluminação suplementar; • Alteração nos níveis de iluminância e nas reflexões das superfícies do local de tarefa de modo a reduzir os efeitos da reflexão veladora.
Aparência de cor	<ul style="list-style-type: none"> • Observar se a iluminação apresenta características de cores quentes (tons amarelados) ou frias (branca/azulada) 	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição das lâmpadas por outras que apresentem temperatura de cor adequada ao tipo de ambiente.

Anexo 3 – Verificação do sistema de iluminação

Quadro A3 Lista de verificação do sistema de iluminação

	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Ação recomendada, prazos, responsáveis, observações</i>
As áreas de trabalho e as partes de equipamentos estão bem iluminadas de modo a permitir aos trabalhadores a percepção de possíveis riscos ou perigos visíveis?			
O sistema de iluminação permite boa visualização da sinalização de segurança?			
Os trabalhadores conseguem visualizar suas tarefas sem dificuldade?			
Verificou-se a necessidade de iluminação específica ou suplementar?			
O sistema de iluminação atende às necessidades dos trabalhadores mais idosos?			
Foi realizado ajuste no sistema de iluminação para atender os trabalhadores com limitações visuais?			
As áreas de trabalho estão livres de sombras?			

(...)

(...)

O ambiente de trabalho está livre de efeito estroboscópico?			
Os locais de trabalho estão livres de cintilações perceptíveis?			
Para tarefas que exigem iluminação específica, existe o ajuste de intensidade?			
As superfícies de trabalho, incluindo telas ou monitores, estão livres de ofuscamento?			
Os trabalhadores dispõem de tempo suficiente para realizar suas tarefas visuais? (Por exemplo, se eles precisam de maior tempo para transitar entre áreas com diferenças significativas de intensidade luminosa)			
O contraste na iluminação entre as áreas de trabalho e adjacentes está adequado?			
Os sistemas de iluminação e as superfícies das áreas de trabalho (bancadas, pisos e paredes, por exemplo) são limpos regularmente?			
As lâmpadas com algum problema são substituídas de imediato?			

(...)

(...)

Os sistemas de iluminação de emergência estão operando de forma adequada?			
Os trabalhadores foram orientados a relatar irregularidades observadas no sistema de iluminação que possam ocasionar acidentes, problemas na atividade ou na produção?			
Existem medições regulares dos níveis de iluminância?			
Responsável: _____ Data: _____			

Nota: Esse quadro é uma ferramenta auxiliar na identificação de falhas no sistema de iluminação e indicação das ações recomendadas. Sempre que houver mudança de *layout*, deve ser verificado se o sistema de iluminamento atende aos requisitos necessários.

Anexo 4 – Exemplo de medição de iluminância

Neste exemplo, a avaliação foi realizada numa sala de reuniões que possui seis luminárias no teto, conforme representação gráfica apresentada na Figura A7. Este ambiente apresenta uma mesa de reunião retangular com seis cadeiras e uma tela de exibição – monitor de plasma para reprodução de imagens e videoconferência.

Considerando-se os modelos para determinação da iluminância média apresentados no Anexo 1, observa-se que a configuração do item 1 – ambiente de trabalho de área retangular, iluminado com fontes de iluminação com padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras – é a que melhor se enquadra a este exemplo. Como neste caso a quantidade de luminárias é inferior ao do modelo utilizado, os pontos de medição estarão mais próximos um do outro.

Utilizou-se um luxímetro calibrado com as correções necessárias especificadas no item 6.3.1 desta norma.

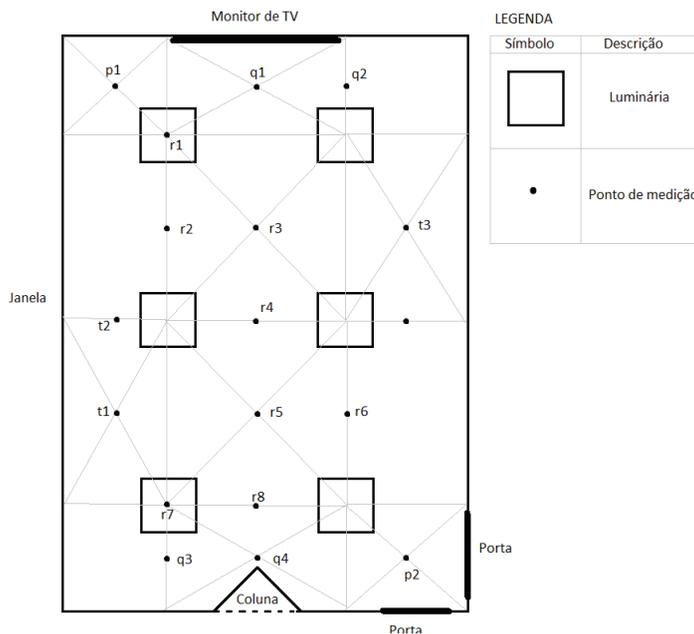


Figura A7 Representação gráfica do local avaliado

Tabela A1 Resultados obtidos nos pontos indicados na Figura A7

Ponto	Resultado (lux)	Média
p1	200	275,00
p2	350	
t1	470	417,50
t2	380	
t3	420	
t4	400	
q1	350	473,75
q2	320	
q3	600	
q4	625	
r1	360	662,50
r2	680	
r3	730	
r4	650	
r5	840	
r6	790	
r7	600	
r8	650	

Cálculo da IM de acordo com o item 1.5 do Anexo 1

Cálculo da IM de acordo com o item 1.5 do Anexo 1

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

Sendo:

N = número de luminárias por fila

M = número de filas

$$IM = \frac{662,5(3-1)(2-1) + 473,75(3-1) + 417,5(2-1) + 275}{3 \times 2} = 494,2$$

Crêterios de compara o

Segundo esta norma, recomenda-se que a iluminância medida ponto a ponto nas áreas de tarefa não seja inferior a 70% da iluminância média. Caso o valor recomendado para a atividade seja inferior a 70% da média, utiliza-se o maior valor.

Considerando-se os resultados da medi o para a iluminância média de 494,2 lux, tem-se:

- 70% da IM = 346 lux

No exemplo acima, os valores da iluminância medidos na área de tarefa não poderão ser inferiores a 346 lux.

Verifica o da iluminância na área da tarefa

Foram feitas medi es em seis pontos distintos da mesa de reuniões, sendo cada ponto de medi o localizado em frente a uma cadeira, local correspondente   área da tarefa, onde, na maioria das vezes, utiliza-se um *notebook*.

As medi es foram feitas na pior situa o, com as cortinas da sala de reuniões fechadas para evitar influencia da ilumina o natural. Os valores estão apresentados na Tabela A2.

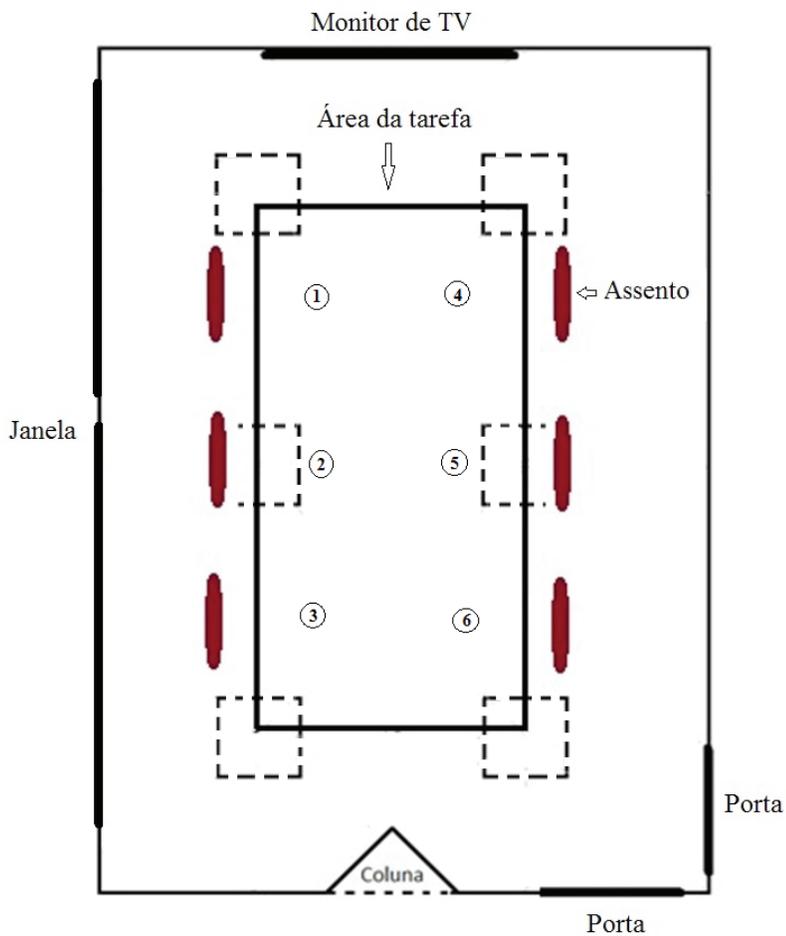


Figura A8 Distribuição das áreas de tarefa

Tabela A2 Resultados obtidos nas áreas de tarefa

<i>Ponto de medição</i>	<i>Resultado da medição pontual (lux)</i>
1	550
2	600
3	620
4	550
5	650
6	700

Com base no Quadro 1 desta norma, para a atividade e o ambiente considerados (sala de reuniões e conferências), o valor recomendado é de 500 lux e o índice de reprodução de cor é 80. Os valores medidos nas áreas das tarefas atendem às especificações do Quadro 1, bem como são superiores ao valor correspondente a 70% da IM (346 lux).

Foi realizada uma avaliação preliminar conforme o item 6.1 e aspectos citados na lista de verificação do Anexo 3 desta norma, não sendo verificada nenhuma inconformidade, bem como as lâmpadas apresentam a aparência de cor fria (temperatura de cor de 6.400 K) e índice de reprodução de cor superior a 80, adequados às tarefas.

Para atender ao critério previsto no item 5 desta norma, a razão entre o maior valor medido na área da tarefa (700 lux) e a iluminância média do ambiente (494,2 lux) não pode ultrapassar a proporção de 5:1. Desta forma, a iluminância média do ambiente não pode ser inferior a 140 lux.

Sobre o livro

Composto em Times 11 (textos)
em papel offset 90g/m² (miolo)
e cartão supremo 250g/m² (capa)
no formato 16x23 cm

**MINISTÉRIO
DO TRABALHO**

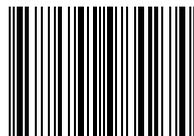


FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

Rua Capote Valente, 710
São Paulo - SP
05409-002
tel.: 3066-6000

www.fundacentro.gov.br

978-85-92984-27-4



9 788592 984274 >