



**ABNT – Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 28º andar
CEP 20003-900 – Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro – RJ
Tel.: PABX (21)3974-2300
Fax: (21) 2220-1762/2220-6436
Endereço eletrônico:
www.abnt.org.br

Copyright © 2003,
ABNT–Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

AGO/2003

Projeto 02:135.02-004

Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição

Origem: Projeto 02:135.02-004:2003

ABNT/CB-02 – Comitê Brasileiro de Construção Civil

CE-02:135.02 – Comissão de Estudos de Iluminação Natural de Edificações

02:135.02-004 – Daylighting – Part 4: Experimental evaluation of internal illuminance levels in buildings. Method of measurements

Descriptors: Daylighting. Internal experimental evaluation. Buildings. Method

Palavra(s)-chave: Iluminação natural. Avaliação experimental. Especificações. Método de medição.

13 páginas

Sumário

Prefácio

- 1 Objetivo
- 2 Referências normativas
- 3 Definições
- 4 Instrumentação
- 5 Métodos de medições
- 6 Procedimentos
- 7 Expressão dos resultados

ANEXOS

- A Campo Visual
- B Ambientes de medição: condições de céu
- C Planilha para medições de luminância em cd/m^2
- D Referências bibliográficas

Prefácio

A ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (ABNT/CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos ABNT/CB e ONS circulam para Consulta Pública entre os associados da ABNT e demais interessados.

Esta Norma faz parte de um conjunto de quatro normas referentes à iluminação natural, a saber: Parte 1 - Conceitos básicos e definições, Parte 2 - Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural e Parte 3 - Procedimento de cálculo para a determinação da luz natural em ambientes internos.

O anexo C é de caráter normativo e os anexos A, B e D são de caráter informativo.

1 Objetivo

Esta Norma prescreve métodos para a verificação experimental das condições de iluminância e luminância de ambientes internos.

2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma Brasileira. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das Normas Brasileiras em vigor em um dado momento.

Projeto 02:135.02-001:1998 Iluminação natural - Parte 1: Conceitos básicos e definições

Projeto 02:135.02-002: 1998 Iluminação natural – Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural.

Projeto 02:135.02-003: 1998 Iluminação natural – Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos.

NBR 5413:1991 - Iluminância de interiores - Procedimento.

NBR 5461:1991 - Iluminação: Terminologia.

3 Definições

Para os efeitos desta Norma aplicam-se as definições da NBR 5461 e as dos projetos 02:135.02-001 e 02:135.02-002.

4. Instrumentação

4.1 Tipos de instrumentos

Para a medição de grandezas fotométricas são utilizados fotômetros - conforme detalhados em 4.1.1 e 4.1.2 - ou seja, instrumentos que possuem um sensor fotométrico para medição de radiação visível (luz), cuja resposta espectral apresente um erro máximo de 6%, com relação à sensibilidade do olho humano. Esta Norma recomenda o uso de sensores de silício.

4.1.1 Luxímetros

As medidas de iluminância são realizadas com o auxílio de fotômetros denominados luxímetros, os quais consistem de um sensor fotométrico, geralmente de silício ou selênio, com um filtro de correção óptica, conectado a um circuito de tratamento do sinal (linearização e amplificação) com um visor digital ou analógico.

4.1.2. Luminancímetros

As medidas de luminância são realizadas com o auxílio de fotômetros denominados luminancímetros, os quais consistem essencialmente dos mesmos elementos que os luxímetros mas com a adição de elementos óticos (lentes) apropriados para captar o brilho de objetos contidos num determinado ângulo sólido e medir a intensidade luminosa proveniente deste ângulo sólido. A resolução ótica dos luminancímetros varia de 20° (95 msr) até 1/3° (26,5 μsr) recomenda-se o uso de instrumentos com resolução menor ou igual a 1° (239 μsr) de ângulo sólido.

4.2. Dimensão dos sensores

As medições das condições internas de iluminação, verificadas através de sensores fotométricos, caracterizam condições pontuais de iluminação. Portanto, as fotocélulas devem ter as menores dimensões possíveis.

Recomenda-se, para modelos arquitetônicos em escala reduzida (ver item 5.1.1), que não se utilize sensores maiores do que 0,03 m² na escala do modelo. Para sensores circulares, o seu diâmetro não deve ser superior a 20 cm na escala do modelo.

NOTA: Exemplificando: para um modelo executado em escala 1:20, o diâmetro máximo aceitável para o sensor será $d = 20/20 = 1$ cm; em escala 1:40, $d = 20/40 = 0,5$ cm.

4.3 Qualidade dos instrumentos

É determinada através dos seguintes fatores:

- resposta espectral: o sensor deve estar corrigido para apresentar uma sensibilidade espectral próxima à curva de sensibilidade do olho humano. A figura 1, mostra a curva óptica padrão do olho humano proposta pela CIE¹. Como se pode perceber, o olho humano não responde igualmente a todos os comprimentos de onda da faixa visível do espectro luminoso. A máxima sensibilidade encontra-se numa faixa entre o verde e o amarelo (550 nm), sendo bastante baixa para o violeta e o vermelho.

¹ Commission Internationale d'Eclairage

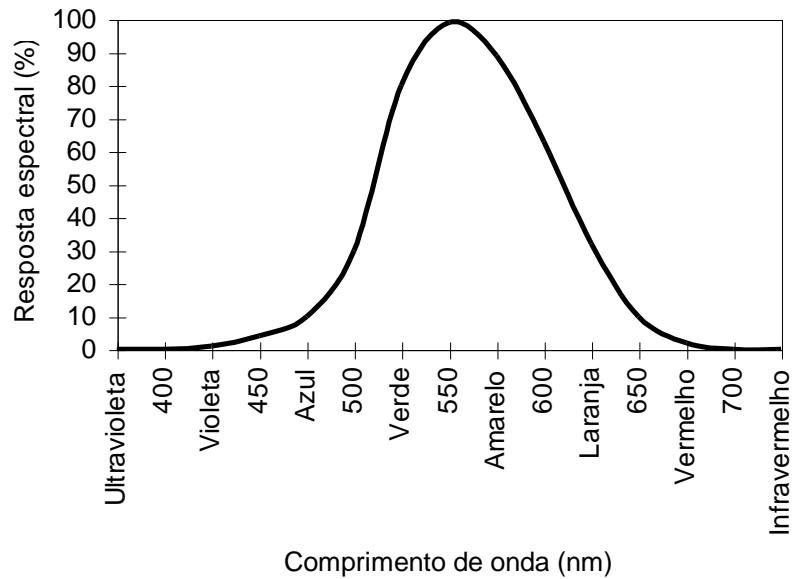


Figura 1 - Curva óptica padrão da CIE (Fonte: CIE 18.2 [1983]).

b) sensibilidade à temperatura: a sensibilidade das fotocélulas à variação de temperatura é influenciada pela resistência do circuito associado a elas. Quando a resistência é alta, as variações de temperatura podem causar erros nas medidas. Desta forma, recomenda-se que as fotocélulas sejam utilizadas em ambientes com temperatura em torno de 25 °C, devendo-se evitar o seu uso em ambientes com temperatura abaixo de 15 °C e acima de 50 °C, salvo recomendações específicas do fabricante

NOTA: As fotocélulas de selênio são consideradas mais sensíveis à temperatura do que as de silício.

c) resposta ao efeito cosseno: é a resposta do medidor para luz incidente na fotocélula em diferentes ângulos. Desta forma, a iluminância E fornecida por uma fonte de luz incidente que forma um ângulo θ com a normal η à fotocélula deve ser dada pela expressão 1, conforme mostra a figura 2. Os medidores que, eventualmente, não apresentem esta correção constituem uma fonte de erros quando usados para medir iluminância produzida por um fluxo luminoso vindo de várias direções. Para a luz incidente em ângulos θ que se afastam muito da normal, a refletividade dos materiais tende a aumentar, provocando a distorção de leitura. Erro máximo admitido conforme tabela 1.

$$E = E_{\eta} \cdot \cos\theta$$

...1)

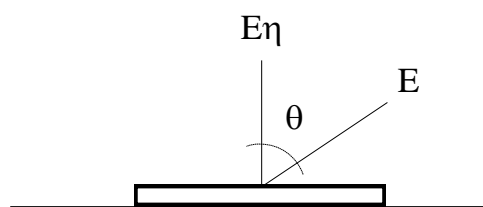


Figura 2 - Efeito cosseno.

d) resposta à linearidade: quanto maior a resistência do circuito associado à fotocélula, maior será a não-linearidade de resposta para iluminâncias elevadas.

e) acurácia: caracteriza o erro total associado ao instrumento e deve ser de, no máximo, 10%, conforme indicado na tabela 1.

A tabela 1, indica os erros máximos aceitáveis para os cinco fatores determinantes da qualidade dos instrumentos. Estes erros caracterizam instrumentos de qualidade intermediária e devem ser verificados através de catálogos ou diretamente com os fabricantes.

Tabela 1 - Erros máximos aceitáveis¹.

Fator	Erro
Resposta espectral	6%
Sensibilidade à temperatura	1%/ K
Resposta ao efeito cosseno	3%
Resposta à linearidade	2%
Acurácia	10%

4.4 Recomendações de utilização

Para garantir a precisão e a continuidade das medições, as seguintes recomendações, relativas aos instrumentos, devem ser observadas:

- a) calibrar periodicamente ;
- b) evitar choques de qualquer natureza ;
- c) não expor às intempéries e aos limites de umidade e temperatura recomendados pelo fabricante;
- d) guardar os instrumentos em seus estojos, após a utilização, certificando-se que estejam desligados e sem bateria.

5 Métodos de medições

5.1 Medições de iluminância

As medições de iluminância podem ser realizadas em ambientes reais ou em modelos físicos executados em escala reduzida.

5.1.1 Modelos arquitetônicos em escala reduzida

Modelos em escala são ferramentas de projeto que podem ser utilizados para avaliação de vários aspectos do projeto do edifício, bem como a sua forma, orientação, fachadas e, principalmente, para o estudo da iluminação natural nos espaços internos, visto que considerações a respeito da iluminação de ambientes constituem a medida mais efetiva no controle das qualidades visuais destes ambientes.

Ao contrário de outros modelos físicos - nos quais o comportamento do fenômeno físico (transmitância térmica, tensões estruturais, fluxo de ar etc) sofre distorções pelo efeito da escala - o modelo para iluminação não requer compensações em função da escala. Como o comprimento de onda da luz visível é extremamente reduzido em comparação ao tamanho dos modelos em escala, um modelo arquitetônico que represente com fidelidade um espaço real, exposto às mesmas condições de céu e mantendo a mesma geometria e as mesmas características das superfícies, apresenta um padrão de distribuição da iluminação interna idêntico.

Portanto, como a luz não sofre distorções, as medições, neste caso, têm como objetivo avaliar as condições de iluminação do ambiente ainda em fase de projeto, através da execução de maquetes, permitindo a adoção de sistemas de aberturas mais eficientes e uma melhor orientação dos componentes construtivos.

Para avaliações em modelos reduzidos, cuidados devem ser tomados quanto à dimensão dos sensores a serem adotados conforme detalhado em 4.2.

5.1.2 Ambientes reais

As medições em ambientes reais (avaliação in loco), têm como objetivo avaliar as condições de iluminação natural do ambiente construído, em condições reais de ocupação e utilização.

5.2 Medições de luminância

Quando uma parte da luz incidente sobre uma superfície é refletida, o olho humano perceberá a superfície como uma fonte de luz. O brilho observado é chamado de luminância, que depende da posição e da direção em que o usuário olha (ver anexo A).

As luminâncias também podem ser medidas em modelos em escala reduzida ou em ambientes reais.

NOTAS:

1 O ofuscamento fisiológico (impedimento da visão) ocorre a partir de 25.000 cd/m².

2 Os olhos podem ser facilmente danificados pela visão direta da luz solar que apresenta uma luminância 1000 vezes maior que o limite máximo aceitável.

¹ Fonte: CIE 69[1987]

6 Procedimentos

6.1 Medições de iluminância

6.1.1 Condições de céu

Medições podem ser desenvolvidas em condições simuladas (céu artificial) ou reais (sob condições de céu real), conforme descrito no anexo B.

6.1.2 Medições em modelos

As seguintes recomendações devem ser seguidas:

- a) construir modelos em escala não menor do que 1:40;
- b) garantir que todas as superfícies estejam presentes (modelos seccionados não são adequados);
- c) adequar as refletividades das superfícies e representar o mais corretamente possível as refletividades das superfícies reais;
- d) evitar modelos mal executados onde possam ocorrer vazamentos de luz em suas juntas;
- e) garantir que as obstruções externas apresentem tamanhos e refletividades corretas;
- f) modelar adequadamente os detalhes das aberturas; e
- g) planejar com antecedência as posições das medições.

6.1.3 Medições em ambientes reais

Para uma avaliação mais precisa dos níveis de iluminação, os procedimentos seguintes para as medidas devem ser observados:

- a) considerar a quantidade de luz no ponto e no plano onde a tarefa for executada, seja horizontal, vertical ou em qualquer outro ângulo;
- b) manter o sensor paralelo à superfície a ser avaliada ou deixá-lo sobre a superfície cujos níveis de iluminação estão sendo medidos;
- c) atentar para o nivelamento da fotocélula quando ela não for mantida sobre a superfície de trabalho e sim na mão da pessoa que faz as medições, pois pequenas diferenças na posição podem acarretar grandes diferenças na medição;
- d) evitar sombras sobre a fotocélula, acarretada pela posição de pessoas em relação a ela, a não ser que seja necessário para a caracterização de um posto de trabalho;
- e) verificar, sempre que possível, o nível de iluminação em uma superfície de trabalho, com e sem as pessoas que utilizam estes ambientes em suas posições, desta forma, é possível verificar eventuais falhas de leiute;
- f) expor a fotocélula à luz aproximadamente cinco minutos antes da primeira leitura, evitando-se sua exposição a fontes luminosas muito intensas, como por exemplo, raios solares;
- g) realizar as medições num plano horizontal a 75 cm do piso quando a altura da superfície de trabalho não é especificada ou conhecida.

Em virtude da variação freqüente das condições de céu ao longo do dia e do ano, para valores mais precisos de níveis de iluminação, deve-se verificá-lo em diferentes horas do dia (horário legal) e também em diferentes épocas do ano.

Para levantamentos nos quais não seja possível um monitoramento da iluminação natural ao longo do ano recomenda-se verificar a iluminância nas condições de céu mais representativas do local nos seguintes períodos:

- a) em um dia próximo ao solstício de verão (22 de dezembro);
- b) em um dia próximo ao solstício de inverno (22 de junho);
- c) de duas horas em duas horas a partir do início do expediente (horário legal).

6.1.4 Iluminância em planos de trabalho

Para avaliação da iluminância em postos de trabalho deve-se fazer medições em uma quantidade de pontos suficiente para caracterizar adequadamente tal plano.

6.1.4.1 Quantidade de pontos

Para determinar o número mínimo de pontos necessários para verificação do nível de iluminação natural com erro inferior a 10% deve-se determinar o Índice do Local (K) pela expressão 2 e recorrer à tabela 2.

$$K = \frac{C \cdot L}{H_m \cdot (C + L)} \quad \dots 2)$$

Onde:

L é a largura do ambiente, em metros [m];

C é o comprimento do ambiente, em metros [m];

H_m é a distância vertical em metros entre a superfície de trabalho e o topo da janela, em metros [m], conforme indica a figura 3.

Tabela 2 - Quantidade mínima de pontos a serem medidos¹.

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

Salienta-se que este índice caracteriza um número mínimo de pontos a serem medidos e que este deve ser aumentado para que se consiga simetria nas medições e sempre que se desejar uma melhor caracterização da iluminância do ambiente.

NOTA: Caso não haja disponibilidade de sensores em número suficiente recomenda-se a normalização dos dados conforme item 7.1.

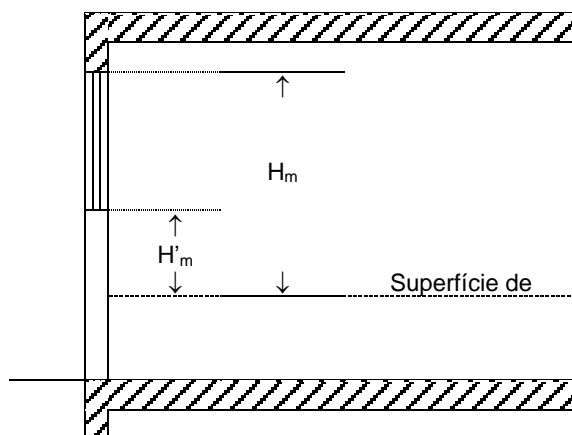


Figura 3 - Determinação de H_m .

Quando o peitoril da janela estiver mais de um metro acima do plano de trabalho, deve-se tomar H_m como a distância vertical entre a superfície de trabalho e o peitoril (H'_m).

¹ Fonte: CIBSE [1984]

6.1.4.2 Malha de pontos para medições

O ambiente interno deve ser dividido em áreas iguais, com formato próximo ou igual a um quadrado. A iluminância E é medida no centro de cada área, conforme mostra a figura 4.

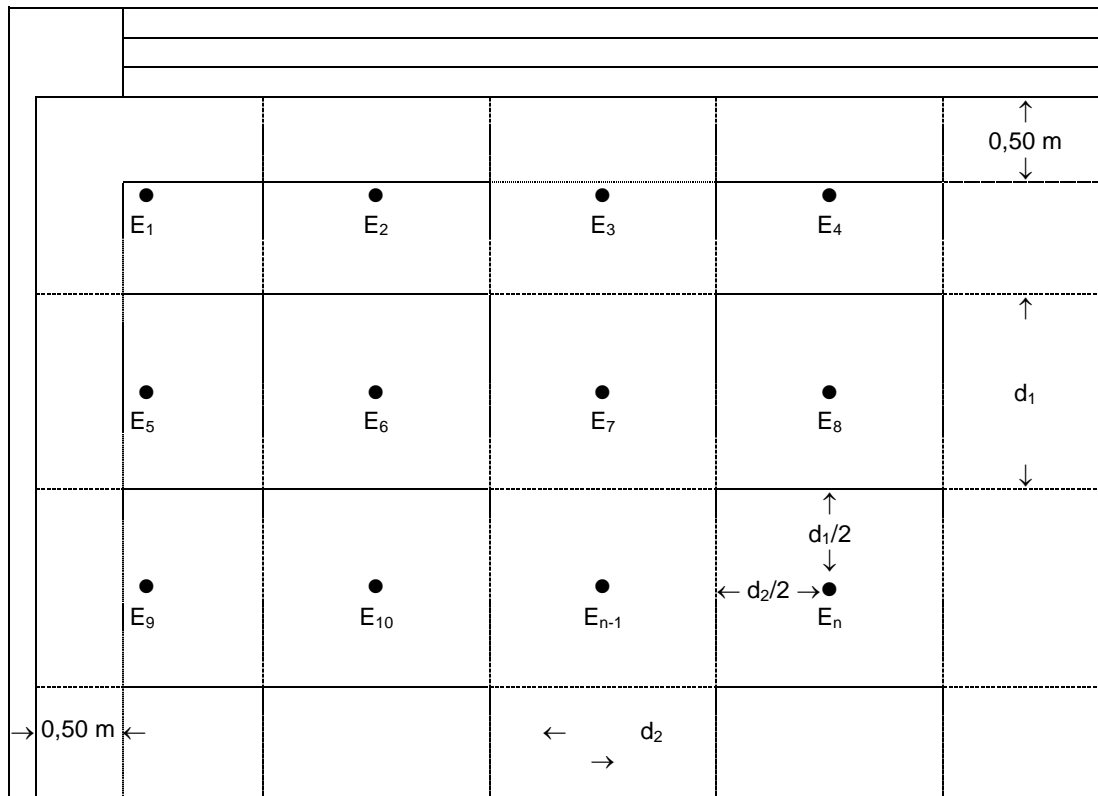


Figura 4 - Malha de pontos para medições.

Deve-se planejar a malha evitando pontos muito próximos às paredes. Para isto, recomenda-se um afastamento mínimo de 0,50 m. Sempre que possível deve-se fazer $d_1 = d_2$.

6.1.4.3 Medição da iluminância externa de referência

Recomenda-se a medição da iluminância externa horizontal na condição mais desobstruída possível. O sensor, entretanto, deve estar protegido da incidência dos raios diretos do sol.

6.2 Medições de luminância

Para avaliar as condições de brilho da superfície de trabalho utilizada por um usuário e do entorno próximo, deve-se realizar medidas de luminância como a seguir:

- medir luminâncias na área central de desenvolvimento da atividade visual;
- medir luminâncias nas áreas adjacentes que influenciam no desenvolvimento da atividade visual;
- medir luminâncias de superfícies muito brilhantes mesmo que não estejam dentro do campo visual de 120° ;
- determinar as luminâncias mesmo quando a superfície, dentro do ângulo sólido de 60° ou de 120° , estiver em um plano diferente daquele da superfície de trabalho;

Recomenda-se ainda:

- direcionar o sensor para a superfície ou objetos em estudo, certificando-se que estejam contidos no ângulo sólido do sensor;
- certificar-se que o sensor esteja o mais próximo possível do que seria a posição dos olhos do ocupante do posto de trabalho.

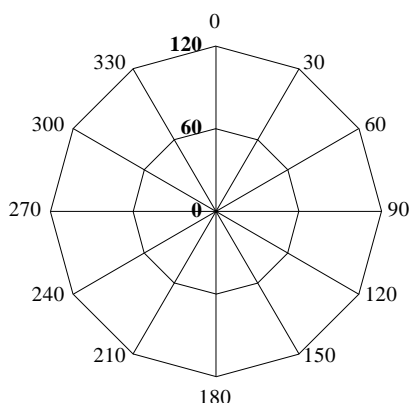
A tabela 3 apresenta as posições características de um ambiente de trabalho que devem ter as luminâncias avaliadas. Para cada posição deve-se medir a luminância em diferentes pontos: A, B, C etc, anotando-os na planilha do anexo C

Tabela 3 - Posições para medição de luminâncias

Posições	Luminância [cd/m ²]				
	A	B	C	D	E
Luminária a 45° acima do nível dos olhos					
Luminária a 30° acima do nível dos olhos					
Luminária a 15° acima do nível dos olhos					
Forro acima da luminária					
Forro entre luminárias					
Parte superior da parede ou o forro adjacente à luminária					
Parte superior da parede entre duas luminárias					
Parede ao nível dos olhos					
Piso					
Cortinas					
Janelas					
Tarefa					
Área central da tarefa					
Área adjacente da tarefa					
Maior luminância no campo de visão					

NOTA: A, B, C, D e E são pontos de observação dentro do ambiente.

Para as medições de distribuição de luminâncias sugere-se a utilização de uma planilha que caracterize o campo de visão do observador, conforme indicado na figura 5.

**Figura 5 - Planilha para medição de luminâncias.**

Para levantamento de luminâncias em postos de trabalho, recomenda-se complementar a utilização desta planilha com as informações indicadas nos anexos A e C.

7. Expressão dos resultados

7.1 Procedimento para normalização de dados

Para normalizar dados de iluminação natural, visando a comparação entre diferentes estudos, sugere-se a utilização da expressão 3.

$$A_2 = \left(\frac{B_2 \cdot A_1}{B_1} \right) \cdot F \cdot T \quad \dots 3)$$

Onde:

A_2 é a projeção do nível de iluminação interna no edifício, em lux [lx];

B_2 é a iluminação de referência, na região onde se localiza o edifício, determinada através do projeto 02:135.02-002;

A_1 é o nível de iluminação interno, medido no modelo em estudo, em lux [lx];

B_1 é a iluminação de referência, medida no modelo em estudo, em lux [lx];

F é o fator de manutenção para os vidros (conforme tabela 4);

T é a transmissividade do vidro, valor adimensional (sugere-se, para o vidro comum 3 mm, T = 0,85).

Tabela 4 – Fator de manutenção típico para fechamentos envidraçados¹.

Tipo de ambiente	Fator de manutenção conforme a posição da abertura		
	Vertical	Inclinada	horizontal
Limpo	0,9	0,8	0,7
Industrial	0,8	0,7	0,6
Muito sujo	0,7	0,6	0,5

7.2 Iluminância média

Para determinar a iluminância média deve-se fazer uma análise estatística simplificada para verificar a existência de valores espúrios para pontos com iguais afastamentos da janela. Caso exista dúvida a respeito da confiabilidade de algum valor, este também deve ser descartado.

A iluminância média (\bar{E}) sobre a superfície de trabalho deve ser determinada para verificar se o ambiente atinge a especificação de projeto.

Desta forma, a iluminância média será a média aritmética de todos os n pontos medidos conforme mostra a expressão 4.

$$\bar{E} = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{n} \quad \dots 4)$$

Quando as áreas de abrangência dos pontos medidos não forem iguais, deve-se utilizar uma média ponderada conforme expressão 5.

$$\bar{E} = \frac{E_1 \cdot A_1 + E_2 \cdot A_2 + \dots + E_n \cdot A_n}{A_{\text{total}}} \quad \dots 5)$$

NOTA: A iluminância média caracteriza adequadamente apenas os ambientes iluminados artificialmente ou com iluminação zenital uniformemente distribuída.

7.3 Representação gráfica dos resultados

Para uma análise completa da iluminância no ambiente construído, deve-se verificar a variação e distribuição de iluminância através das curvas isolux, a iluminância sobre a superfície total de trabalho e a uniformidade de iluminância sobre as superfícies de trabalho e seu entorno próximo.

Conhecendo-se a variação da iluminação natural com o afastamento da janela, percebe-se que um nível médio de iluminação pode não representar adequadamente a iluminância do espaço interno.

Para estudar a variação da iluminação natural no ambiente pode-se utilizar as curvas isolux que são traçadas pelos pontos com igual iluminância.

Desta forma, estas curvas representam a variação de iluminância no ambiente e indicam as partes do ambiente onde se fará necessário o uso de iluminação artificial para suprir as necessidades mínimas.

/ANEXO A

¹ Fonte: REA [2000]

Anexo A (informativo) Campo visual

A.1 Extensão do campo

A extensão do campo visual de uma pessoa pode ser dividido em duas porções, uma monocular (através de um único olho) e outra binocular (através dos dois olhos).

O campo monocular é definido, aproximadamente, por 60° na parte superior (limitado pela testa), 70° na parte inferior (limitado pela face), 60° na parte limitada pelo nariz e 90° na parte limitada pela têmpora.

A sobreposição dos campos monoculares de cada olho forma o campo visual binocular com um ângulo central de 120° percebido por ambos os olhos, conforme indica a figura A1.

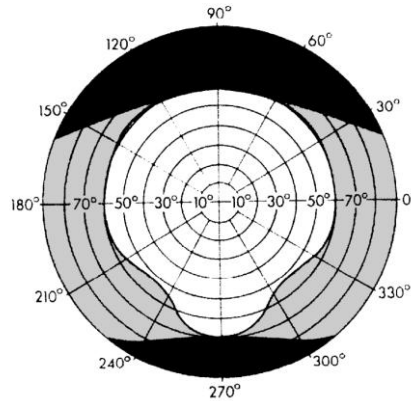


Figura A1- Campo normal de visão¹.

A porção central representa o campo de visão de ambos os olhos (binocular) e as porções laterais, aquilo que é visto isoladamente pelos olhos esquerdo e direito.

A região escura representa a área que não pode ser percebida, limitada pela testa, face e nariz.

O campo visual pode variar consideravelmente em função da anatomia facial, no entanto, a curva acima fornece uma indicação bastante precisa do campo visual para pessoas com anatomia facial normal.

A.2 Área central e adjacente

Com base na definição de campo visual pode-se estabelecer uma área para determinação de luminâncias dentro de um ângulo sólido de 120° (3,1416 sr).

Define-se uma área central (a) para determinação de luminâncias dentro de um ângulo sólido de 60° (0,842 sr) e uma área adjacente (b) entre o ângulo sólido de 60° (0,842 sr) e os 120° (3,1416 sr) proporcionados pela visão binocular. A figura A.2 exemplifica estas informações.

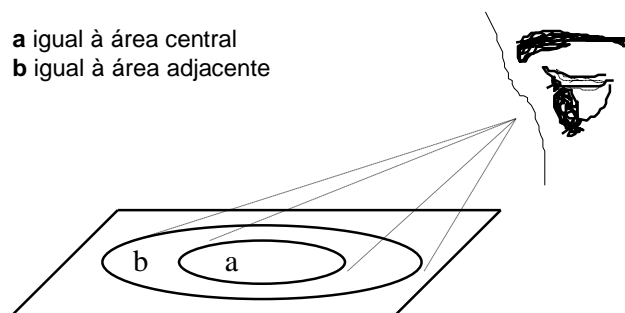


Figura A2- Área central e adjacente.

¹ Fonte: Rea [1993]

Anexo B (informativo)
Ambientes de medição: condições de céu

B.1 Céu artificial

Estes céus proporcionam um ambiente facilmente controlável, estável e reproduzível, permitindo que várias alternativas de projeto sejam testadas exatamente sob as mesmas condições de céu.

A maioria dos céus artificial simula condições de céu fixas (uniforme ou encoberto) , com ou sem luz direta do sol.

Existem dois tipos básicos de céus artificiais, descritos a seguir: o hemisférico (domo) e o retilíneo (caixa de espelhos).

a) céu hemisférico (domo): o céu hemisférico pode simular a luminância do céu de duas formas:

- reflexão em superfície refletora da luz projetada por uma série de lâmpadas posicionadas ao redor da base;
- conjunto de lâmpadas espalhadas pela superfície do domo, com intensidade controlada, permitindo a fácil incorporação da luz direta do sol pelo controle individualizado da intensidade das lâmpadas de acordo com a posição do sol.

b) céu retilíneo (caixa de espelhos): a caixa de espelhos integra um forro plano luminoso com paredes espelhadas para criar um horizonte infinito por múltiplas reflexões; desta forma simula apenas a distribuição de céu encoberto.

NOTA: Apesar de sua utilidade no processo de medições com modelos, céus artificiais são normalmente de grandes dimensões, caros e exigem calibração e manutenção apropriadas.

B.2 Céu real

As medições com céu real configuram-se em um procedimento mais fácil e barato.

Entretanto, a variabilidade das condições pode introduzir erros nos valores absolutos.

Para se superar este problema costuma-se realizar medições relativas pela leitura da iluminação externa e produzir taxas percentuais que caracterizam o desempenho do sistema de iluminação natural, conforme o projeto 02:135.02-003.

Recomenda-se que todas as medições sejam feitas simultaneamente uma vez que medições com céu real caracterizam-se pela dificuldade de reprodução das condições experimentais.

A obtenção de dados quantitativos precisos de iluminação é um aspecto importante da modelagem física em escala uma vez que, pelo menos dois sensores são necessários, um para o exterior e outro para o interior, no sentido de produzir dados normalizados para serem usados em análises e comparações com diferentes condições de céu.

**Anexo C (normativo)
Planilha para medições de luminâncias em cd/m^2**

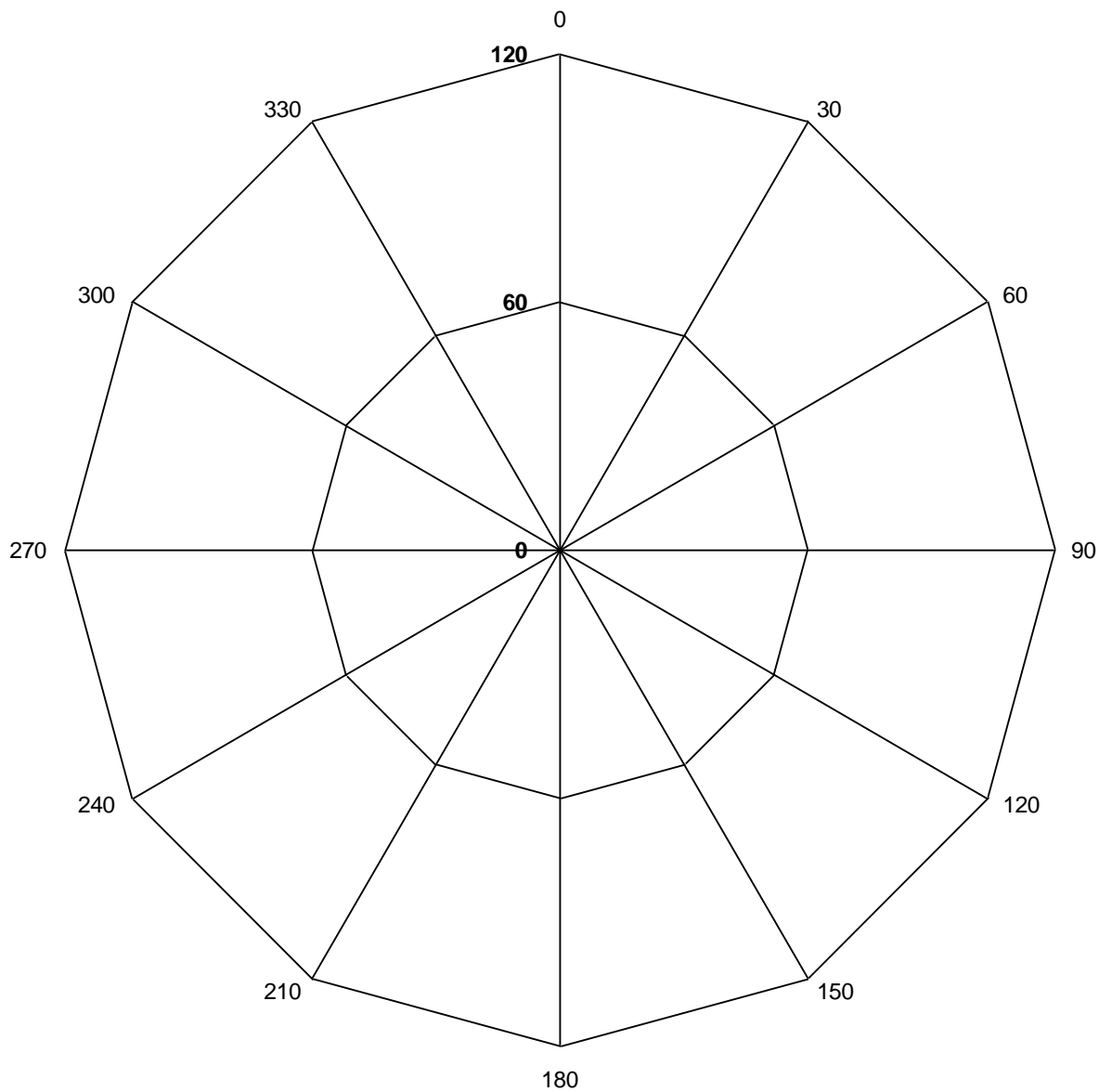
Sala: _____

Posição na sala: _____

Ocupante do posto de trabalho: _____

Data: / /

Horário: _____



Desenho esquemático do campo visual [graus]

Luminâncias de superfícies muito brilhantes fora do campo visual: _____

Equipamento utilizado: _____

Referência a esta Norma: _____

Responsável pelas medições: _____

Anexo D (informativo)
Referências bibliográficas

D.1 Para a elaboração deste texto, foram analisadas as informações e os algoritmos propostos das seguintes fontes de referência:

CIBSE (1994): "Code for interior lighting". The Chartered Institution of Building Services Engineers, UK.

CIE 18.2 (1983): "The Basis of Physical Photometry". Publication CIE N^o 18.2 (TC-1.2). Commission Internationale de L'Éclairage, France.

CIE 69 (1987): "Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters: performance, characteristics and specifications". Publication CIE N^o 69. Commission Internationale de L'Éclairage, Austria.

Moore, F. (1991): "Concepts and Practice of Architectural Daylighting". Van Nostrand Reinhold, New York.

Rea, M. (Ed.) (2000): "IESNA Reference Handbook", Ninth Edition. Illuminating Engineering Society of North America, USA.
