

2 – FUNDAMENTOS DE LUMINOTÉCNICA

- Definição - Luminotécnica é a ciência que procura racionalizar as aplicações que se pode fazer da luz.

Pode-se definir de forma aproximada os pontos de luz em recintos convencionais. Existem, porém, muitos ambientes interiores e locais exteriores que exigem uma iluminação compatível com a utilização dos mesmos.

Isto exige do projetista a elaboração de um estudo para o qual são necessários conhecimentos básicos de luminotécnica.

A escolha da modalidade de iluminação, dos tipos de lâmpadas e luminárias, sua potência, quantidade, localização, distribuição, comando e controle acham-se indiscutivelmente unidos ao projeto de instalações elétricas, o que justifica o estudo deste assunto.

2.1 – GRANDEZAS FUNDAMENTAIS DA LUMINOTÉCNICA.

A fim de que possamos fazer os cálculos luminotécnicos, devemos conhecer as grandezas fundamentais da luminotécnica.

2.1.1 - Luz

Denomina-se **radiação** a emissão ou transporte de energia sob a forma de ondas eletromagnéticas ou de partículas.

A **luz** ou “radiação visível” pode ser definida como a radiação eletromagnética capaz de produzir uma sensação visual.

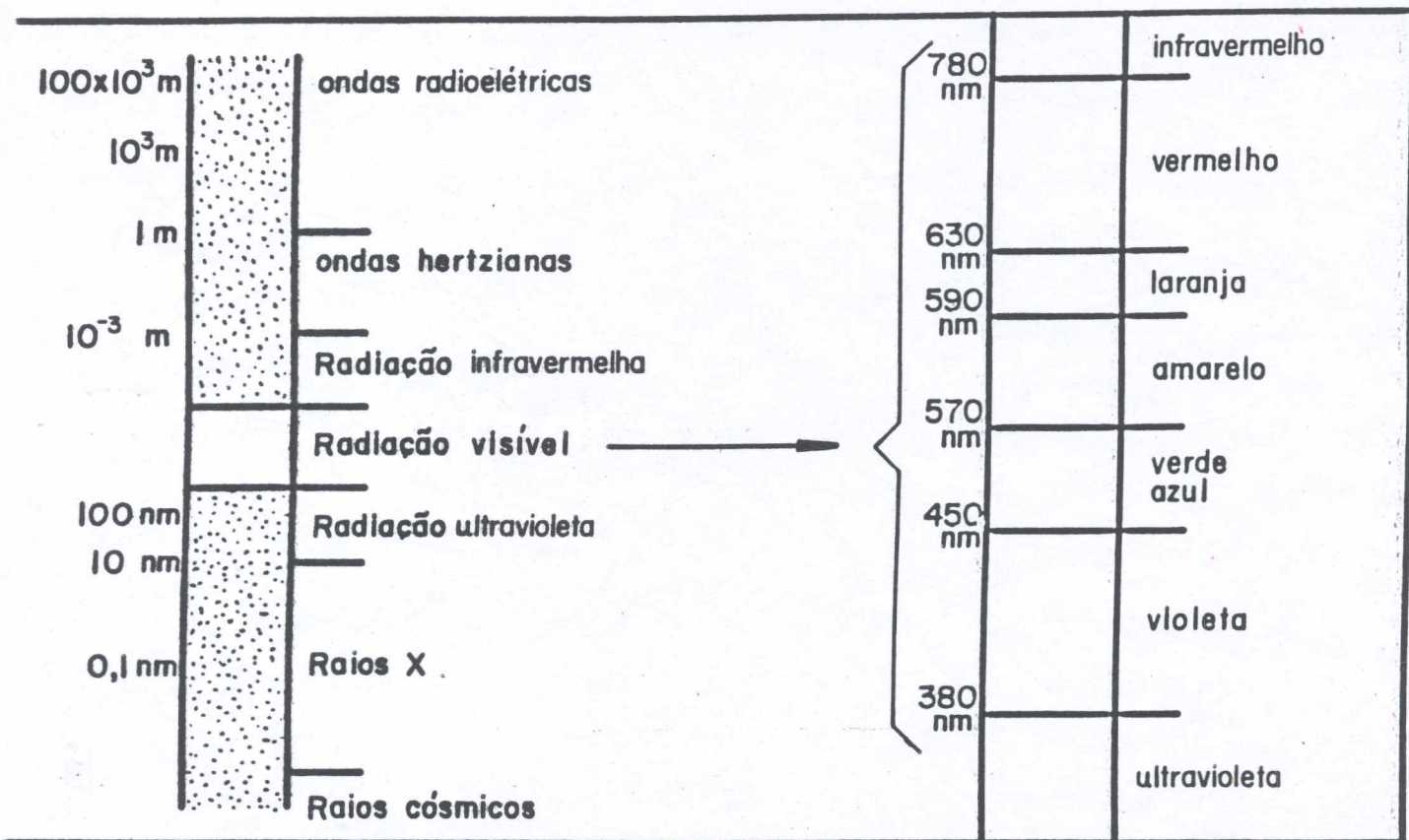
A faixa das radiações eletromagnéticas capazes de serem percebidas pelo olho humano está compreendida entre os comprimento de onda de 380 a 760 nanômetros, aproximadamente.

O comprimento de onda “ λ ” é a distância entre duas cristas sucessivas de uma onda.

O produto do comprimento de onda pela sua frequência é igual à velocidade da luz, que é constante:

$$c = \lambda \cdot f \quad (1)$$

sendo : f – frequência em ciclos/s – Hertz
 c – velocidade da luz (300.000 km/s)
 λ - comprimento de onda em quilômetros



ITENS - 2.1.1 e 2.1.2

2.1.2 - Cor

A cor da luz é determinada pelo comprimento de onda.

A luz violeta é a de menor comprimento de onda visível do espectro, situada entre 380 a 450 nanômetros.

A luz vermelha é a de maior comprimento de onda visível, que se situa entre 630 a 780 nanômetros.

As demais cores se situam conforme o espectro da luz visível em função do comprimento de onda, 'sendo que o amarelo é a cor que dá a maior sensibilidade visual a 555 nanômetros.

2.1.3 – Fluxo (ou Potência) Radiante – (P)

É a potência emitida, transferida ou recebida em forma de radiação, sendo medida em Watts.

Radiação – chamamos de radiação a emissão ou transporte de energia sob a forma de ondas eletromagnéticas ou de partículas.

2.1.4 – Fluxo Luminoso (ϕ)

É uma grandeza derivada do Fluxo Radiante. É entendido como a quantidade total de luz (energia) emitida por segundo por uma fonte luminosa.

É medido em lúmens (lm).

* 1 lm corresponde à quantidade de luz produzida em 1 s por uma radiação eletromagnética com $\lambda = 555 \text{ nm}$ e fluxo radiante de $1/680 \text{ W}$.

Ex: - Lâmpada incandescente de 100 W produz 1470 lm
- Lâmpada fluorescente de 32 W produz 2950 lm

2.1.5 – Eficácia Luminosa (de uma radiação) (η)

É a razão entre o Fluxo Luminoso e o Fluxo Radiante correspondente.

Para as lâmpadas elétricas a eficácia luminosa é dada pela razão entre o fluxo luminoso produzido e a potência elétrica consumida:

$$\eta = \phi/P \text{ (lm/W)} \quad (2)$$

Ex: - Lâmpada incandescente de 100W – 1470lm - $\eta=14,7 \text{ lm/W}$
- Lâmpada fluorescente de 32 W - 2950 lm - $\eta=92,2 \text{ lm/W}$

2.1.6 - Intensidade Luminosa (I) – de uma fonte luminosa

Intensidade Luminosa de uma fonte luminosa numa dada direção é o limite da razão entre o Fluxo Luminoso no interior de um ângulo sólido, cujo eixo é a direção considerada, e esse ângulo sólido quando este tende para zero.

$$I = \lim_{\Delta\Omega \rightarrow 0} \frac{\Delta\phi}{\Delta\Omega} = \frac{d\phi}{d\Omega} \quad (3)$$

A Intensidade Luminosa é medida em **candelas (cd)**, sendo que 1 cd corresponde à intensidade luminosa de uma fonte esférica com emissão uniforme em todas as direções, que emite um fluxo total de 12,56 lm.

2.1.7 - Iluminância (E) – de uma superfície

A Iluminância, antes chamada Iluminamento, é o limite da razão entre o Fluxo Luminoso recebido por uma superfície, em torno de um ponto considerado, e a área dessa superfície.

$$E = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta\phi}{\Delta S} = \frac{d\phi}{dS} \quad (4)$$

Em outras palavras, Iluminância é da densidade superficial de Fluxo Luminoso recebido por uma superfície.

A Iluminância é medida em Lux (lx), sendo que 1 lx é a iluminância de uma superfície de 1 m² sobre a qual incide um Fluxo Luminoso de 1 lm.

A Iluminância de ambientes de trabalho é geralmente definida em termos de "Iluminância média no plano de trabalho (Em)", sendo este um plano horizontal imaginário acima do piso, com uma altura variando de 0,75 a 1,0 m, cobrindo a área total.

A Iluminância média é calculada por:

$$Em = \frac{\phi_T}{S} \cdot \eta \cdot d \quad (5)$$

Sendo:

ϕ_T - Fluxo Luminoso total das lâmpadas (lm)

S - Área do plano de trabalho (m²)

η - Fator de Utilização - a ser definido

d - Fator de depreciação - a ser definido

TABELA 2.1 - Iluminâncias recomendadas pela NBR 5413

ATIVIDADE	ILUMINÂNCIAS (lx)
Mínimo para ambiente de trabalho	150
Tarefas visuais simples e variadas	250 - 500
Observações contínuas de detalhes médios e finos (trabalho normal)	500 - 1.000
Tarefas visuais contínuas e precisas (trabalho fino - por exemplo : desenho)	1.000 - 2.000
Trabalho muito fino (iluminação local - por exemplo : conserto de relógios)	Acima de 2.000

2.1.8 - Reflexão, Transmissão e Absorção de Luz

Quando se ilumina uma superfície de vidro, por exemplo, uma parte do fluxo luminoso que incide sobre a mesma se reflete, outra atravessa a superfície transmitindo-se ao outro lado, e uma terceira parte do fluxo luminoso é absorvida pela própria superfície, transformando-se em calor.

Portanto, o fluxo luminoso incidente, divide-se em três partes, em dada proporção, que depende das características da substância sobre a qual incide.

Temos, pois, três fatores a definir: **Refletância, Transmitância e Fator de Absorção.**

2.1.8.1 – Refletância - ρ

Refletância (fator de reflexão) (ρ) é a relação entre o fluxo luminoso refletido por uma superfície (ϕ_r) e o fluxo luminoso (ϕ) incidente sobre ela:

$$\rho = \phi_r / \phi \quad (6)$$

O valor da refletância é normalmente dado em porcentagem. Essa refletância corresponde a um valor médio dentro de todo o espectro visível.

2.1.8.2 - Transmitância

Transmitância (fator de transmissão) (τ) é a relação entre o fluxo luminoso transmitido por uma superfície (ϕ_t) e o fluxo luminoso que incide sobre a mesma.

$$\tau = \phi_t / \phi \quad (7)$$

2.1.8.3 - Fator de Absorção

Fator de absorção (α) é a relação entre o fluxo luminoso absorvido por uma superfície (ϕ_a) e o fluxo luminoso que incide sobre a mesma.

$$\alpha = \phi_a / \phi \quad (8)$$

2.2 – LUMINÁRIAS

Uma Luminária é um aparelho que distribui, filtra ou converte a luz emitida por uma ou mais lâmpadas. Uma Luminária deve conter todos os dispositivos necessários para fixar e proteger essas lâmpadas, além de ligá-las ao circuito de alimentação.

São considerados requisitos básicos de uma luminária:

- proporcionar suporte e conexão elétrica para a(s) lâmpada(s);
- controlar e distribuir o fluxo luminoso proveniente da(s) lâmpada(s);
- manter a temperatura de operação da(s) lâmpada(s) dentro de limites prefixados;
- permitir uma instalação fácil da(s) lâmpada(s) e de outros equipamentos (se for o caso);
- permitir fácil manutenção;
- ser adequada ao ambiente, quanto à aparência e quanto às influências externas;
- absorver o mínimo de fluxo luminoso produzido pela(s) lâmpada(s).

2.3 – FATOR DE UTILIZAÇÃO

Parte do fluxo luminoso emitido por uma lâmpada é absorvido pela luminária e não contribui para a iluminação do ambiente.

O fluxo restante é irradiado parcialmente para cima e parcialmente para baixo, ou seja, por cima e por baixo do nível de um plano horizontal que passa pelo centro da luminária, como mostra a figura a seguir: *Fig. 16.1.II*

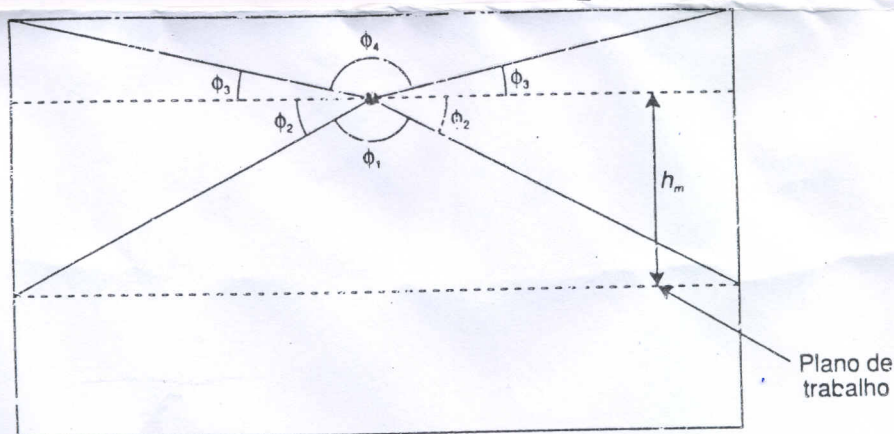


Figura 16.1.II Distribuição do fluxo luminoso da lâmpada, sendo ϕ_1 a parte que incide diretamente no plano de trabalho, ϕ_2 a que incide sobre a parede por baixo da luminária, ϕ_3 a que incide sobre a parede por cima da luminária e ϕ_4 a parte do fluxo que incide sobre o teto.

Figura - Distribuição do fluxo luminoso da lâmpada, sendo ϕ_1 a parte que incide diretamente no plano de trabalho, ϕ_2 a que incide sobre a parede por baixo da luminária, ϕ_3 a que incide sobre a parede por cima da luminária e ϕ_4 a parte do fluxo que incide sobre o teto.

A parte da luz irradiada diretamente para o plano de trabalho é a que mais contribui para sua iluminância. Apenas uma parte limitada da luz irradiada para o teto e paredes atinge esse plano, muitas vezes após várias reflexões.

O **fator de utilização** (η) é a razão entre o fluxo útil, isto é, aquele que incide efetivamente sobre o plano de trabalho, e o fluxo total emitido.

O **fator de utilização** depende:

- da distribuição de luz da luminária;
- do **rendimento da luminária**, entendido como a razão entre o fluxo emitido e a soma dos fluxos (individuais) das lâmpadas;
- da reflexão do teto, paredes e plano de trabalho (ou piso);
- do **fator local (K)** função das dimensões do ambiente e definido por:

$$K = \frac{l \cdot b}{h_m(l + b)} \quad (9)$$

sendo:

l - comprimento do local

b - largura do local

h_m - altura de montagem da luminárias (distância da fonte de luz ao plano de trabalho)

2.4 – FATOR DE DEPRECIAÇÃO (d)

O **fator de depreciação** pode ser definido como a razão entre o iluminamento médio (E_m) no plano de trabalho, após um certo período de uso da iluminação, e o iluminamento médio obtido nas mesmas condições, com a instalação nova.

Esse fator leva em consideração o fato de que, com o decorrer do tempo, haverá acumulação de poeira nos aparelhos de iluminação, o teto e as paredes ficarão sujos e as lâmpadas fornecerão menor quantidade de luz.

Alguns desses problemas podem ser eliminados ou amenizados através de manutenção periódica. Na prática podem ser adotados os valores indicados na Tabela 2.2.

TABELA 2.2 - Valores usuais do fator de depreciação

TIPO DE AMBIENTE	PERÍODO DE MANUTENÇÃO (h)		
	2.500	5.000	7.500
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

2.5 - MÉTODOS DE CÁLCULO DE ILUMINAÇÃO

Pode-se determinar o número de luminárias necessárias para produzir determinado iluminamento utilizando os seguintes métodos:

- 1 – Carga mínima exigida por norma;
- 2 – Método dos lúmens;
- 3 – Método das cavidades zonais;
- 4 – Método do ponto por ponto.

2.5.1 – Carga Mínima Exigida por Norma

A NBR 5410/97 estabelece os seguintes critérios para iluminação interna de residências:

- 1 - A quantidade mínima de pontos de luz deve atender às seguintes condições:
 - Prever pelo menos um ponto de luz fixo no teto, em cada cômodo ou dependência de unidades residenciais, hotéis, motéis e similares, comandado por interruptor de parede.
 - As arandelas de banheiros devem estar a uma distância mínima de 60 cm do limite do boxe.
- 2 - As potências mínimas de iluminação devem atender às seguintes condições:
 - Para área igual ou inferior a 6 m^2 – Deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA.
 - Para área superior a 6 m^2 – Deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m^2 , acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m^2 inteiros.

A NBR 5410/97 não estabelece critérios para iluminação em áreas externas de residências, ficando a decisão por conta do projetista e do cliente.

Exemplo de Dimensionamento:



Exemplo de Dimensionamento

Determinar as potências das lâmpadas para cada uma das dependências da planta baixa, conforme critérios estabelecidos pela norma **NBR 5410/97**. Para facilitar o dimensionamento da iluminação, faremos uma tabela, conforme abaixo:

Tabela 4.46

Dependência	Dimensões Área (m ²)	Potência da iluminação (VA)	
Salão	$A = 5,50 \times 6,10 = 33,60 \text{ m}^2$	$33,60 \text{ m}^2 = 6\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + 3,6\text{m}^2$ 100 60 60 60 60 60 60	460
Cozinha	$A = 3,50 \times 3,20 = 11,20 \text{ m}^2$	$11,20\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + 1,2\text{m}^2$ 100 60	160
Quarto 1	$A = 3,10 \times 3,10 = 9,60 \text{ m}^2$	$9,60\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 3,60\text{m}^2$ 100	100
Quarto 2	$A = 3,50 \times 3,30 = 11,55 \text{ m}^2$	$11,60\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + 1,55\text{m}^2$ 100 60	160
Quarto 3	$A = 3,10 \times 3,10 = 9,60 \text{ m}^2$	$9,60\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 3,60\text{m}^2$ 100	100
Área Serviço	$A = 3,10 \times 2,50 = 7,80 \text{ m}^2$	$7,80\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 1,80\text{m}^2$ 100	100
Circulação	$A = 1,00 \times 3,50 = 3,50 \text{ m}^2$	$3,50\text{m}^2 = 100$	100
Varanda	$A = 2,00 \times 7,00 = 14,00 \text{ m}^2$	$14,00\text{m}^2 = 6\text{m}^2 + 4\text{m}^2 + 4\text{m}^2$ 100 60 60	220
BWC	$A = 2,30 \times 1,90 = 4,40 \text{ m}^2$	$4,40\text{m}^2 = 100$	100
Área Externa	-	-	300

Planta Baixa do Exemplo

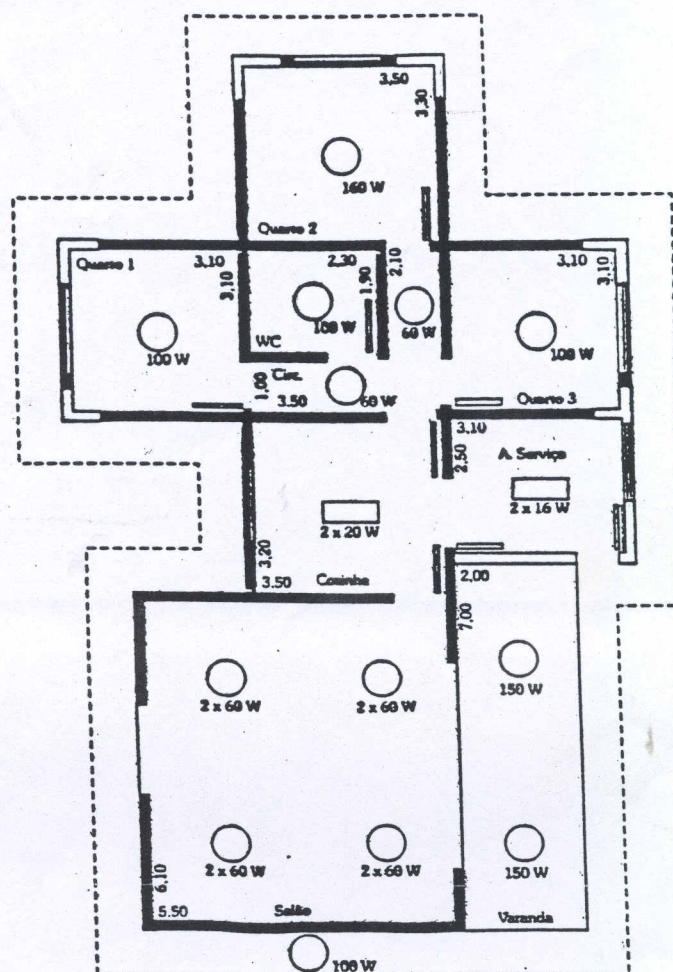


Figura 4.114

2.5.2 – Método dos Lúmens ou do Fluxo Luminoso

Para se projetar uma iluminação com qualidade, deve ser levado em consideração vários fatores, tais como:

- Iluminância adequada para o tipo de atividade desempenhada
- Limitação de ofuscamento e brilho incômodo
- Distribuição harmônica do fluxo luminoso no recinto
- Equilíbrio das sombras
- Cores adequadas para o recinto.

A – Seleção da Iluminância

De acordo com a NBR-5413 da ABNT, alguns níveis recomendados para iluminação de interiores constam da Tabela 1 - Anexo. As atividades foram divididas em três faixas: A, B e C e cada faixa com três grupos de iluminâncias, conforme o tipo de atividade.

A seleção da iluminância específica para cada atividade é feita com o auxílio das Tabelas 1(a) e 1(b) do seguinte modo:

A1 – Analisa-se a característica da tarefa e escolhe-se o seu peso (1(b)).

A2 – Somam-se os valores encontrados, algebricamente, considerando o sinal

A3 – Quando o valor final for -2 ou -3, usa-se a iluminância mais baixa do grupo; a iluminância superior do grupo é usada quando a soma for +2 ou +3; nos outros casos usa-se o valor médio.

Exemplo 1 – Oficina de inspeção de aparelhos de TV, ocupada por pessoas de menos de 40 anos de idade. A velocidade e precisão são importantes e a refletância do fundo da tarefa é de 80%.

Somatório dos pesos:

- idade = -1
- velocidade e precisão = 0
- refletância do fundo da tarefa = -1
- total = -2

Então usaremos a iluminância mais baixa do grupo, ou seja, 1000 lx (Faixa B – Tarefas com requisitos especiais)

B – Escolha da Luminária

Esta etapa depende de diversos fatores, tais como: objetivo da instalação (comercial, industrial, domiciliar, etc.), fatores econômicos, razões de decoração, facilidade de manutenção, etc..

Para esse objetivo, torna-se indispensável a consulta a catálogos dos fabricantes. Veja a Tabela 2.

C – Determinação do Índice do Local

Este índice relaciona as dimensões do recinto, comprimento, largura e altura de montagem, ou seja, altura da luminária em relação ao plano de trabalho e é dado por:

$$k = \frac{l.b}{h_m(l+b)}$$

Sendo:

l – comprimento do local;

b – largura do local;

h_m – altura de montagem da luminária.

Para dimensões fora da tabela pode-se dividir pelo mesmo número as três dimensões.

D – Determinação do Coeficiente de Utilização - (Tabela 2)

De posse do índice do local, encontramos o coeficiente de utilização. Este coeficiente relaciona o fluxo luminoso inicial emitido pela luminária (fluxo total) e o fluxo recebido no plano de trabalho (fluxo útil). Por isso, depende das dimensões do local, da cor do teto, das paredes e do acabamento das luminárias.

Para encontrar o coeficiente de utilização, precisamos entrar na tabela com a refletância dos tetos, paredes e pisos. A refletância é dada pela Tabela 2.3.

Tabela 2.3.		
ÍNDICE	REFLEXÃO	CONDIÇÕES
1	10%	SUPERFÍCIE ESCURA
3	30%	SUPERFÍCIE MÉDIA
5	50%	SUPERFÍCIE CLARA
7	70%	SUPERFÍCIE BRANCA

Exemplo de aplicação da tabela – A refletância **571** significa que: - o teto tem superfície clara; - a parede é branca; - o piso é escuro.

E – Determinação do Fator de Depreciação – (Tabela 2.2)

Este fator, também chamado de manutenção, relaciona o fluxo emitido no fim do período de manutenção da luminária e o fluxo luminoso inicial da mesma.

É evidente que quanto melhor for a manutenção das luminárias (limpeza e substituições mais freqüentes), mais alto será este fator, porém mais dispendioso.

F – Determinação do Fluxo Total e do Número de Luminárias

A seguir usa-se as seguintes expressões:

$$\phi = \frac{S.E}{\mu.d}$$

$$n = \frac{\phi}{\varphi}$$

Sendo:

ϕ - fluxo luminoso total, em lúmens

S - área do recinto em m²

E - nível de iluminância, em lx (tabela 1)

μ - fator de utilização ou coeficiente de utilização (tabela 2)

d - fator de depreciação ou de manutenção (tabela 2.3)

n - número de luminárias

φ - fluxo por luminárias em lúmens = número de lâmpadas por luminária x fluxo luminoso de cada lâmpada.

G – Distribuição de Luminárias

Conhecido o número total de luminárias, deve-se distribuí-las uniformemente no recinto.

Como dado prático, toma-se a distância entre as luminárias como sendo o dobro da distância entre a luminária e a parede, ou seja:

$$\text{Logo: } X = \frac{L}{2.n_L}$$

$$Y = \frac{C}{2.n_C}$$

- Espaçamento máximo

- Para iluminação direta, semidireta e geral difusa, o espaçamento máximo corresponde a 0,9 da distância entre a luminária e o piso.
- Para iluminação semi-indireta e indireta, o espaçamento máximo corresponde à distância do teto ao piso.

H – Roteiro de Projeto

1 - Determinação da iluminância

- Direto da tabela 1 para atividades gerais
- Ou tabela 1(a) e 1(b) para atividades específicas

2 – Escolha da luminária – tabelas 2

3 – Determinação do índice do local

- distância do plano de trabalho ao foco luminoso – m
- largura – m
- comprimento – m

4 – Determinação do coeficiente de utilização (μ) – tabela 2

- Refletância
 - cor do teto
 - cor da parede
 - cor do piso
- índice do local
- tipo de luminária

5 – Determinação do fator de depreciação (d) – tabela 2.3

6 – Cálculo do fluxo total e do número de luminárias

$$\phi = \frac{S.E}{\mu.d} = \frac{C.L.E}{\mu.d}$$

$$n = \frac{\phi}{\varphi}$$

φ - Fluxo por luminária

7 – Distribuição das luminárias.

Tabela 1 – Iluminância em Lux, por Tipo de Atividade
(Valores Médios em Serviço¹⁾)

Iluminância ²				Iluminância ²			
Atividades	Baixa	Média	Alta	Atividades	Baixa	Média	Alta
a) Auditórios e anfiteatros:				f) Esportes (salão para):			
– tribuna	300	500	700	– ginástica	150	200	300
– plateia	100	150	200	– futebol de salão	150	200	300
– salas de espera	100	150	200	– locais recreativos	100	150	200
– bilheterias	300	150	750	– piscina (iluminação geral)	100	150	200
b) Bancos:				– pugilismo (ringue)	750	1 000	1 500
– atendimento ao público	300	500	750	– tênis (quadra)	300	500	750
– contabilidade	300	500	750	g) Garagens			
– recepção	100	150	200	– oficinas	150	150	300
– guichês	300	500	750	– bancadas	300	300	750
– arquivos	200	300	500	– estacionamento	100	150	200
c) Bibliotecas:				h) Hospitais			
– sala de leitura	300	500	750	– pronto-socorro	300	500	750
– estantes	200	300	500	– sala de operação (geral)	300	500	750
– fichário	200	300	500	– dentista (geral)	150	200	300
d) Escolas:				– sala de partos (geral)	150	200	300
– salas de aula	200	300	500	– berçário	75	100	150
– quadros-negros	300	500	750	i) Hotéis e restaurantes			
– trabalhos manuais	200	300	500	– geral	100	150	200
– salas de desenho	300	500	750	– cozinha (geral)	150	200	300
– salas de educação física	100	150	200	– quartos (geral)	100	150	200
– salão de conferências	100	150	200	– restaurantes	100	150	200
e) Escritórios:				j) Residências			
– registro, cartografia etc.	750	1 000	1 500	– geral	100	150	200
– desenho de engenharia e arquitetura	750	1 000	1 500	– cozinhas (fogão, pia)	200	300	500
				– banheiros (geral)	100	150	200

(1) Extraídos da NB-57 (NBR-5413/91 para algumas atividades). Para maiores detalhes, consultar esta norma.

(2) O valor mais alto deve ser usado quando: a) a tarefa se apresenta com refletâncias e contrastes baixos; b) os erros são de difícil correção; c) o trabalho visual é crítico; d) alta produtividade ou precisão são importantes; e) capacidade visual abaixo da média.

O valor mais baixo deve ser usado quando: a) refletâncias ou contrastes altos; b) velocidade e precisão não são importantes; c) a tarefa é executada ocasionalmente.

A título de comparação, conheçamos os níveis de iluminamento de outras fontes:

	Lux
— Luz das estrelas	0,002
— Luar	0,2
— Iluminação das ruas	6 a 12
Luz do dia:	
— interiores (sul)	500 a 2 000
— nas sombras (exteriores)	1 000 a 10 000
— luz do sol direta	50 000 a 100 000

Tabela 8.19 Iluminâncias por classe de tarefas visuais, segundo a NBR-5.413/92

TAB. 1a

Faixa	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A Iluminação geral para áreas usadas ininterruptamente ou com tarefas visuais simples	20	Áreas públicas com arredores escuros.
	30	
	50	
	50	Orientação simples para permanência curta.
	75	
	100	
	100	Recintos não usados para trabalho contínuo, depósitos.
	150	
	200	
B Iluminação geral para área de trabalho	200	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios.
	300	
	500	
	500	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios.
	750	
	1.000	
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	1.000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
	1.500	
	2.000	
	2.000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno etc.
	3.000	
	5.000	
	5.000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica.
	7.500	
	10.000	
	10.000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia.
	15.000	
	20.000	

Nota: As classes, bem como os tipos de atividade, não são rígidas quanto às iluminâncias limites recomendadas, ficando a critério do projetista avançar ou não valores das classes/tipos de atividades adjacentes, dependendo das características do local/tarefa.

Tabela 8.20 Fatores determinantes da iluminância adequada

TAB. 1b

Característica da tarefa e do observador	Peso P		
	-1	0	+1
Idade dos ocupantes	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Tabela 8.4 Lâmpadas incandescentes para iluminação geral

Potência (Watts)	Fluxo luminoso (Lumens) 127V 220V		Base	Acabamento	MCT mm	DM mm	Fabricante							
							General Electric		Philips		Osram		Sylvania	
							TIPO	BULBO	TIPO	BULBO	TIPO	BULBO	TIPO	BULBO
25	235	225	E-27	Claro (transparente)	108	56	CRI	A-17	SC	A-19	C	A-19	S	A-19
40	455	380			108	56		A-17		A-19		A-19		A-19
60	780	680			108	56		A-17		A-19		A-19		A-19
100	1.470	1.295			108	56		A-17		A-19		A-19		A-19
150	2.430	2.155			123	68		A-21		A-21		A-23		A-21
200	2.325	2.985			150	74	CI	A-23	AW	A-25	AP	A-23	D	A-23
300	5.205	4.835			185	92		PS-30		PS-30		PS-30		PS-30
40	430	350	E-27	Branco interno (fosca)	102	61	ML	R-19	S	R-19	B	R-19	A	R-19
60	740	625			102	61		R-19		R-19		R-19		R-19
100	1.365	1.195			102	61		R-19		R-19		R-19		R-19

• CRI — cristal
 • CI — comercial industrial
 • ML — max-lux
 • SC — standard clara
 • AW — alta wattagem
 • S — soft

• C — comum
 • AP — alta potência
 • B — bellaluz
 • S — standard
 • D — doméstico
 • A — alvalux

Tabela 8.21 Iluminâncias (iluminamentos) médias em lux

Atividades		NBR-5.413/92
Auditórios e anfiteatros	• platéia	100-150-200
Bancos	• atendimento ao público • salas de datilógrafas • salas de gerentes • guichês • arquivos	300-500-750 300-500-750 300-500-750 300-500-750 200-300-500
Bibliotecas	• sala de leitura	300-500-750
Escolas	• salas de aula • quadros-negros	200-300-500 300-500-750
Escritórios	• desenho decorativo e esboço	300-500-750
Hospitais	• mesa de trabalho • radioterapia	300-500-750 100-150-200
Hotéis e restaurantes	Cozinha: • geral • local	150-200-300 300-500-750
Lojas	Vitrinas e balcões* • geral	750-1.000-1.500
Residências	Sala de estar • geral • local (leitura e escrita) Cozinhas: • geral • local (fogão e mesa) Hall, escada e garagem • geral • local Banheiros • geral • local (espelhos) Quarto de dormir • geral • local (espelho e cama)	100-150-200 300-500-750 100-150-200 200-300-500 75-100-150 200-300-500 100-150-200 200-300-500 100-150-200 200-300-500

*Centros comerciais de grandes cidades.

Tabela 8.22 Índice do local

Tabela 8.22 Índice do local												
Altura do teto em metros												
Para iluminação indireta e semi-indireta		2,75 a 2,90	3,00 a 3,50	3,70 a 4,10	4,30 a 5,00	5,20 a 6,00	6,40 a 7,30	7,60 a 9,00	9,50 a 11,00	11,30 a 15,30		
Distância do chão ao foco luminoso em metros												
Para iluminação direta e semidireta		2,15 a 2,30	2,45 a 2,60	2,75 a 2,90	3,00 a 3,50	3,70 a 4,10	4,30 a 5,00	5,20 a 6,00	6,40 a 7,30	7,60 a 9,00	9,50 a 11,00	11,30 a 15,00
Largura do local (metros)	Comp. do local (metros)	Índice do local										
2,75 (2,60-2,75)	2,50-3,00	H	I	J	J							
	3,00-4,30	H	I	I	J							
	4,30-6,00	G	H	I	J	J						
	6,00-9,00	G	G	H	I	J	J					
	9,00-13,00	F	G	H	I	J	J	J				
	13,00 ou mais	E	F	G	H	I	J	J				
3,00 (2,90-3,20)	3,00-4,30	G	H	I	J	J						
	4,30-6,00	G	H	I	J	J	J					
	6,00-9,00	F	G	H	I	J	J					
	9,00-13,00	F	G	G	H	I	J	J				
	13,00-18,30	E	F	G	H	I	J	J				
	18,30 ou mais	E	F	F	H	H	I	J				
3,70 (3,40-3,80)	3,00-4,30	G	H	I	I	J	J					
	4,30-6,00	F	G	H	I	J	J					
	6,00-9,00	F	G	G	H	I	J	J				
	9,00-13,00	E	F	G	H	I	J	J				
	13,00-18,30	E	F	F	G	H	I	J				
	18,30 ou mais	E	E	F	G	H	I	J				
4,30 (4,00-4,70)	4,30-6,00	F	G	H	H	I	J	J				
	6,00-9,00	E	F	G	H	I	J	J				
	9,00-13,00	E	F	F	G	H	I	J				
	13,00-18,30	E	E	F	F	H	I	J	J			
	18,30-27,50	D	E	E	F	G	H	J	J	J		
	27,30 ou mais	D	E	E	F	F	G	I	J	J		
5,20 (4,90-5,65)	4,30-6,00	E	F	G	H	I	J	J				
	6,00-9,00	E	F	F	G	H	I	J				
	9,00-13,00	D	E	F	G	H	H	J	J			
	13,00-18,30	D	E	E	F	G	G	I	J	J	J	
	18,30-35,00	D	E	E	F	G	G	I	J	J	J	
	35,00 ou mais	C	D	E	E	F	G	H	I	J	J	J
6,00 (5,80-6,60)	6,00-9,00	D	E	F	G	H	I	J	J			
	9,00-13,00	D	E	E	F	G	H	I	J	J		
	13,00-18,30	D	D	E	E	F	G	I	J	J	J	
	18,30-27,50	C	D	E	E	F	G	H	J	J	J	
	27,50-43,00	C	D	D	E	F	F	H	I	J	J	J
	43,00 ou mais	C	D	D	E	F	F	H	I	J	J	J
7,30 (6,70-7,90)	6,00-9,00	D	E	E	F	G	H	I	J	J		
	9,00-13,00	C	D	E	F	G	G	I	J	J		
	13,00-18,30	C	D	D	E	F	G	H	I	J	J	
	18,30-27,50	C	D	D	E	F	F	H	I	J	J	J
	27,50-43,00	C	C	D	E	E	F	G	H	J	J	J
	43,00 ou mais	C	C	D	E	E	F	G	H	I	J	J

Tabela 8.22 (cont.) Índice do local

Altura do teto em metros												
Para iluminação indireta e semi-indireta		2,75 a 2,90	3,00 a 3,50	3,70 a 4,10	4,30 a 5,00	5,20 a 6,00	6,40 a 7,30	7,60 a 9,00	9,50 a 11,00	11,30 a 15,30		
		Distância do chão ao foco luminoso em metros										
Para iluminação direta e semidireta		2,15 a 2,30	2,45 a 2,60	2,75 a 2,90	3,00 a 3,50	3,70 a 4,10	4,30 a 5,00	5,20 a 6,00	6,40 a 7,30	7,60 a 9,00	9,50 a 11,00	11,30 a 15,00
Largura do local (metros)	Comp. do local (metros)	Índice do local										
9,00 (8,25-10,00)	9,00-13,00	C	D	D	E	F	G	H	I	J	J	
	13,00-18,30	C	C	D	D	F	F	H	I	I	J	
	18,30-27,50	B	C	C	D	E	F	G	H	I	J	J
	27,50-43,00	B	C	C	D	E	E	F	G	H	I	J
	43,00-55,00	B	C	C	D	E	E	F	G	H	I	J
11,00 (10,40-11,90)	9,00-13,00	B	C	D	E	F	F	H	I	I	J	
	13,00-18,30	B	C	C	D	E	F	G	H	I	J	J
	18,30-27,50	A	C	C	C	E	E	F	H	H	J	J
	27,50-43,00	A	B	C	C	D	E	F	G	H	I	J
	43,00-60,00	A	B	C	C	D	E	F	F	G	H	I
12,80 (12,20-13,70)	13,00-18,30	A	B	C	C	E	F	G	H	I	I	J
	18,30-27,50	A	B	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	27,50-43,00	A	B	B	C	D	D	E	F	G	H	J
	43,00-60,00	A	A	B	C	D	D	E	F	G	H	I
	60,00 ou mais	A	A	B	C	D	D	E	F	F	G	I
15,30 (14,00-16,80)	13,00-18,30	A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	18,30-27,50	A	A	B	C	C	D	F	F	G	H	J
	27,50-43,00	A	A	A	C	C	D	E	F	F	G	I
	43,00-60,00	A	A	A	C	C	D	E	E	F	G	I
	60,00 ou mais	A	A	A	C	C	D	E	E	F	G	H
18,30 (17,00-20,45)	18,30-27,50	A	A	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	27,50-43,00	A	A	A	B	C	C	D	E	F	G	H
	43,00-60,00	A	A	A	B	C	C	D	E	E	F	H
	60,00 ou mais	A	A	A	B	C	C	D	E	E	F	H
	23,00 (20,75-27,50)	18,30-27,50	A	A	A	A	B	C	D	E	F	G
27,50-43,00		A	A	A	A	B	C	D	E	F	F	H
43,00-60,00		A	A	A	A	B	B	C	D	E	F	G
60,00 ou mais		A	A	A	A	B	B	C	D	E	F	G

Tabela 8.23 Coeficientes de utilização. Aparelhos General Electric

Luminária		Teto	75%			50%			Descrição	
Fator de depreciação	Tipo	Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%		
		Índice do local	Coeficientes de utilização							
①		↑ 0 — 85 ↓	J I H G F E D C B A	0,36 0,45 0,52 0,58 0,63 0,69 0,73 0,76 0,80 0,83	0,29 0,38 0,45 0,51 0,56 0,63 0,68 0,71 0,76 0,80	0,25 0,33 0,40 0,47 0,52 0,59 0,64 0,68 0,73 0,77	0,36 0,44 0,51 0,58 0,62 0,68 0,72 0,75 0,79 0,82	0,29 0,37 0,44 0,51 0,56 0,63 0,67 0,71 0,76 0,79	0,25 0,33 0,40 0,46 0,52 0,58 0,63 0,67 0,73 0,77	Refletor industrial para lâmpadas incandescentes e Lucalox
d = 0,77										Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 0,9
②		↑ 0 — 70 ↓	J I H G F E D C B A	0,40 0,47 0,52 0,56 0,59 0,63 0,65 0,67 0,69 0,70	0,35 0,43 0,48 0,52 0,56 0,60 0,63 0,65 0,67 0,69	0,32 0,40 0,45 0,50 0,55 0,58 0,61 0,63 0,65 0,67	0,34 0,46 0,51 0,55 0,58 0,62 0,64 0,66 0,67 0,69	0,35 0,42 0,47 0,52 0,55 0,59 0,62 0,64 0,66 0,67	0,32 0,40 0,45 0,50 0,53 0,57 0,60 0,62 0,65 0,66	Refletor industrial para lâmpadas de vapor de mercúrio e luz mista
d = 0,70										Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 0,9
③		↑ 0 — 85 ↓	J I H G F E D C B A	0,68 0,73 0,79 0,82 0,86 0,88 0,90 0,91 0,92 0,94	0,64 0,69 0,75 0,79 0,83 0,85 0,87 0,89 0,91 0,93	0,62 0,67 0,72 0,76 0,80 0,83 0,85 0,87 0,88 0,91	0,67 0,72 0,77 0,80 0,83 0,85 0,87 0,88 0,89 0,91	0,64 0,69 0,74 0,77 0,81 0,83 0,85 0,86 0,87 0,89	0,62 0,66 0,72 0,75 0,79 0,81 0,83 0,85 0,87 0,88	Aparelho de embutir para lâmpada refletora elíptica
d = 0,85										Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 0,5
④		↑ 0 — 35 ↓	J I H G F E D C B A	0,27 0,29 0,31 0,32 0,33 0,34 0,35 0,35 0,36 0,36	0,25 0,28 0,30 0,31 0,32 0,33 0,34 0,34 0,35 0,35	0,24 0,27 0,29 0,30 0,31 0,32 0,33 0,34 0,35 0,35	0,27 0,29 0,30 0,32 0,32 0,34 0,34 0,35 0,35 0,36	0,25 0,28 0,29 0,31 0,32 0,33 0,34 0,34 0,35 0,35	0,24 0,27 0,28 0,30 0,31 0,32 0,33 0,34 0,35 0,35	Aparelho de embutir para lâmpada refletora
d = 0,85										Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 0,5
⑤		↑ 0 — 50 ↓	J I H G F E D C B A	0,27 0,32 0,36 0,40 0,42 0,44 0,46 0,48 0,49 0,50	0,24 0,29 0,33 0,36 0,39 0,42 0,44 0,46 0,48 0,49	0,21 0,26 0,30 0,34 0,37 0,40 0,43 0,44 0,46 0,48	0,27 0,32 0,36 0,39 0,41 0,44 0,45 0,47 0,48 0,49	0,24 0,29 0,32 0,36 0,39 0,42 0,44 0,45 0,47 0,48	0,21 0,26 0,30 0,34 0,39 0,42 0,44 0,45 0,47 0,47	Aparelho de embutir para lâmpadas incandescentes
d = 0,85										Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 0,5

Tabela 8.23 (cont.) Coeficientes de utilização. Aparelhos General Electric

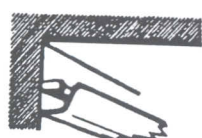
Luminária			Teto	75%			50%			Descrição
Fator de depreciação	Tipo	Índice do local	Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	
			Coeficientes de utilização							
⑥	 35 — 45	↑	J	0,23	0,19	0,16	0,21	0,17	0,15	Globos de vidro fechados para lâmpadas incandescentes Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 1,0
I		0,29	0,24	0,22	0,26	0,22	0,19			
H		0,33	0,28	0,25	0,29	0,26	0,23			
G		0,37	0,32	0,28	0,32	0,28	0,26			
F		0,40	0,35	0,32	0,35	0,31	0,28			
E		0,44	0,40	0,36	0,39	0,35	0,32			
D		0,48	0,43	0,39	0,42	0,38	0,35			
C		0,51	0,46	0,42	0,44	0,40	0,37			
B		0,55	0,50	0,46	0,48	0,44	0,41			
A		0,57	0,53	0,49	0,50	0,46	0,43			
↓										
⑦	 85 — 0	↑	J	0,17	0,13	0,11	0,11	0,09	0,08	Aparelho incandescente para iluminação indireta Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 1,1
I		0,21	0,17	0,15	0,14	0,12	0,10			
H		0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12			
G		0,28	0,24	0,21	0,20	0,16	0,14			
F		0,31	0,27	0,23	0,21	0,18	0,16			
E		0,35	0,31	0,28	0,24	0,20	0,19			
D		0,39	0,34	0,31	0,26	0,23	0,21			
C		0,41	0,37	0,34	0,27	0,25	0,23			
B		0,46	0,42	0,39	0,30	0,28	0,26			
A		0,48	0,44	0,42	0,32	0,30	0,28			
↓										
⑧	 —	—	J	0,09	0,07	0,06	0,07	0,05	0,04	Sanca com lâmpadas fluorescentes A distância da sanca para o teto deve ser de 30 a 50 cm
I		0,13	0,10	0,08	0,09	0,07	0,06			
H		0,16	0,13	0,10	0,10	0,09	0,07			
G		0,20	0,16	0,14	0,13	0,11	0,10			
F		0,21	0,19	0,17	0,15	0,13	0,11			
E		0,25	0,22	0,20	0,17	0,15	0,14			
D		0,28	0,26	0,24	0,20	0,19	0,17			
C		0,31	0,28	0,26	0,21	0,20	0,19			
B		0,32	0,30	0,28	0,22	0,21	0,20			
A		0,35	0,34	0,32	0,24	0,23	0,23			
⑨	 0 — 75	↑	J	0,35	0,28	0,24	0,33	0,28	0,24	Luminária industrial do tipo Miller Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 1,0
I		0,43	0,36	0,32	0,41	0,35	0,31			
H		0,49	0,43	0,38	0,47	0,42	0,38			
G		0,56	0,49	0,45	0,53	0,48	0,43			
F		0,60	0,54	0,50	0,57	0,53	0,49			
E		0,66	0,61	0,56	0,63	0,59	0,55			
D		0,69	0,65	0,61	0,66	0,63	0,59			
C		0,72	0,68	0,65	0,69	0,65	0,63			
B		0,76	0,72	0,70	0,73	0,70	0,68			
A		0,78	0,76	0,73	0,75	0,73	0,71			
↓										
⑩	 35 — 45	↑	J	0,29	0,24	0,20	0,28	0,23	0,19	Luminária comercial Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 1,0
I		0,36	0,30	0,26	0,34	0,30	0,26			
H		0,41	0,36	0,32	0,40	0,35	0,31			
G		0,46	0,41	0,37	0,45	0,40	0,36			
F		0,50	0,46	0,44	0,48	0,44	0,40			
E		0,56	0,51	0,47	0,53	0,49	0,46			
D		0,59	0,55	0,52	0,56	0,53	0,51			
C		0,62	0,58	0,55	0,59	0,55	0,52			
B		0,65	0,62	0,59	0,61	0,59	0,56			
A		0,66	0,64	0,61	0,63	0,61	0,59			
↓										

Tabela 8.23 (cont.) Coeficientes de utilização. Aparelhos General Electric

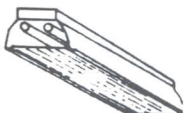
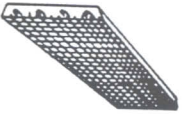
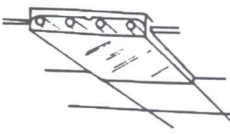
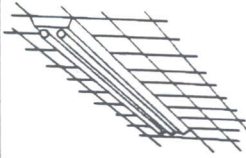
Luminária		Teto	75%			50%			Descrição	
Fator de depreciação	Tipo	Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%		
		Índice do local	Coeficientes de utilização							
⑪ d = 0,75		↑	J	0,27	0,23	0,21	0,27	0,23	0,21	Refletor parabólico duplo para 2 lâmpadas fluorescentes l = 0,9 h
			I	0,32	0,29	0,26	0,32	0,28	0,26	
			H	0,36	0,33	0,30	0,35	0,32	0,30	
		0	G	0,39	0,36	0,34	0,38	0,36	0,34	
			F	0,42	0,39	0,37	0,41	0,38	0,36	
			E	0,44	0,42	0,40	0,44	0,42	0,40	
		50	D	0,46	0,44	0,42	0,45	0,44	0,42	
			C	0,47	0,46	0,44	0,47	0,45	0,44	
			B	0,49	0,48	0,46	0,48	0,47	0,46	
		↓	A	0,50	0,49	0,48	0,49	0,48	0,47	
⑫ d = 0,70		↑	J	0,29	0,24	0,21	0,28	0,24	0,21	Refletor com difusor de plástico l = 0,9 h
			I	0,35	0,31	0,27	0,34	0,30	0,27	
			H	0,39	0,35	0,32	0,38	0,35	0,32	
		0	G	0,43	0,39	0,36	0,42	0,39	0,36	
			F	0,46	0,42	0,39	0,45	0,42	0,39	
			E	0,49	0,46	0,43	0,48	0,46	0,43	
		55	D	0,51	0,48	0,46	0,50	0,48	0,46	
			C	0,52	0,50	0,48	0,52	0,50	0,48	
			B	0,54	0,52	0,51	0,54	0,52	0,50	
		↓	A	0,55	0,54	0,52	0,55	0,53	0,52	
⑬ d = 0,70		↑	J	0,25	0,21	0,18	0,25	0,21	0,18	Aparelho para embutir com colmeia l = h
			I	0,31	0,27	0,24	0,31	0,27	0,24	
			H	0,36	0,31	0,28	0,35	0,31	0,28	
		0	G	0,40	0,36	0,33	0,39	0,36	0,33	
			F	0,43	0,39	0,36	0,42	0,39	0,36	
			E	0,46	0,43	0,40	0,46	0,43	0,40	
		55	D	0,49	0,46	0,43	0,48	0,46	0,43	
			C	0,51	0,48	0,46	0,50	0,48	0,46	
			B	0,53	0,51	0,49	0,52	0,50	0,49	
		↓	A	0,54	0,53	0,51	0,54	0,52	0,51	
⑭ d = 0,70		↑	J	0,20	0,16	0,13	0,20	0,16	0,13	Aparelho para embutir com difusor de plástico
			I	0,25	0,21	0,18	0,24	0,20	0,18	
			H	0,28	0,24	0,22	0,27	0,24	0,21	
		0	G	0,32	0,28	0,25	0,31	0,27	0,25	
			F	0,34	0,30	0,28	0,33	0,30	0,28	
			E	0,37	0,34	0,32	0,36	0,33	0,31	
		45	D	0,39	0,36	0,34	0,38	0,36	0,34	
			C	0,40	0,38	0,36	0,39	0,37	0,36	
			B	0,42	0,40	0,39	0,41	0,40	0,38	
		↓	A	0,43	0,42	0,41	0,43	0,41	0,40	
⑮ d = 0,80		↑	J	0,32	0,25	0,20	0,30	0,24	0,20	Calha chanfrada l = h
			I	0,40	0,32	0,27	0,38	0,31	0,26	
			H	0,47	0,39	0,34	0,44	0,38	0,32	
		0	G	0,53	0,46	0,40	0,50	0,44	0,39	
			F	0,58	0,51	0,45	0,55	0,49	0,44	
			E	0,64	0,58	0,52	0,61	0,56	0,51	
		80	D	0,68	0,62	0,58	0,65	0,60	0,56	
			C	0,72	0,66	0,62	0,68	0,64	0,60	
			B	0,76	0,71	0,67	0,72	0,69	0,66	
		↓	A	0,79	0,75	0,72	0,76	0,72	0,70	

Tabela 8.23 (cont.) Coeficientes de utilização. Aparelhos General Electric

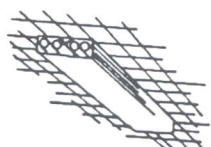
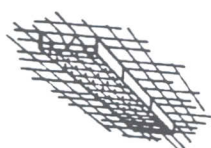
Luminária		Teto	75%			50%			Descrição
Fator de depreciação	Tipo	Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	
		Índice do local	Coeficientes de utilização						
⑯	 ↑ 10 — 55 ↓	J I H G F E D C B A	0,27 0,33 0,38 0,43 0,46 0,50 0,53 0,55 0,57 0,59	0,23 0,29 0,34 0,38 0,41 0,47 0,50 0,52 0,55 0,57	0,20 0,26 0,30 0,35 0,39 0,44 0,47 0,50 0,53 0,55	0,26 0,32 0,37 0,41 0,44 0,48 0,50 0,52 0,54 0,56	0,22 0,28 0,33 0,37 0,41 0,45 0,48 0,50 0,53 0,55	0,20 0,25 0,30 0,35 0,37 0,42 0,46 0,48 0,51 0,53	Aparelho indicado para recintos baixos, onde o teto deve ser levemente iluminado l = h
⑰	 ↑ 10 — 55 ↓	J I H G F E D C B A	0,25 0,31 0,36 0,40 0,44 0,48 0,51 0,53 0,56 0,58	0,20 0,26 0,31 0,36 0,40 0,44 0,48 0,50 0,53 0,56	0,17 0,23 0,28 0,32 0,36 0,41 0,45 0,47 0,51 0,54	0,24 0,29 0,34 0,39 0,42 0,46 0,48 0,51 0,53 0,55	0,20 0,25 0,30 0,35 0,38 0,43 0,46 0,51 0,53 0,53	0,17 0,22 0,27 0,32 0,35 0,40 0,43 0,48 0,51 0,52	Aparelho para ser usado com colmeia ou plástico l = 1,1 h
⑱	 ↑ 10 — 50 ↓	J I H G F E D C B A	0,22 0,27 0,32 0,36 0,39 0,43 0,46 0,48 0,50 0,52	0,17 0,22 0,27 0,31 0,34 0,39 0,42 0,45 0,48 0,49	0,14 0,19 0,23 0,28 0,31 0,36 0,39 0,42 0,46 0,48	0,21 0,26 0,30 0,34 0,37 0,41 0,43 0,45 0,48 0,50	0,16 0,22 0,26 0,30 0,33 0,37 0,40 0,43 0,46 0,48	0,14 0,19 0,23 0,27 0,30 0,35 0,38 0,40 0,44 0,46	Luminária de plástico l = 1,1 h
⑲	 ↑ 10 — 55 ↓	J I H G F E D C B A	0,26 0,32 0,37 0,42 0,45 0,49 0,52 0,54 0,56 0,58	0,21 0,27 0,31 0,37 0,41 0,46 0,48 0,51 0,54 0,56	0,18 0,24 0,29 0,34 0,37 0,42 0,46 0,48 0,51 0,54	0,25 0,31 0,35 0,40 0,43 0,47 0,49 0,51 0,54 0,56	0,21 0,27 0,31 0,36 0,39 0,44 0,47 0,49 0,52 0,54	0,18 0,24 0,28 0,33 0,37 0,41 0,44 0,47 0,50 0,53	Aparelho com colmeia e plásticos ou vidros laterais para lojas e escolas l = 1,1 h
⑳	 ↑ 30 — 35 ↓	J I H G F E D C B A	0,22 0,28 0,32 0,36 0,39 0,43 0,45 0,47 0,49 0,51	0,18 0,24 0,28 0,32 0,35 0,40 0,42 0,44 0,47 0,49	0,16 0,21 0,25 0,29 0,32 0,37 0,40 0,42 0,44 0,47	0,20 0,25 0,29 0,32 0,35 0,38 0,40 0,42 0,44 0,45	0,17 0,22 0,25 0,29 0,32 0,36 0,38 0,40 0,42 0,44	0,15 0,19 0,23 0,27 0,30 0,33 0,36 0,38 0,40 0,42	Luminária ampla, usada na maioria das vezes em linhas contínuas l = 1,1 h

Tabela 8.23 (cont.) Coeficientes de utilização. Aparelhos General Electric

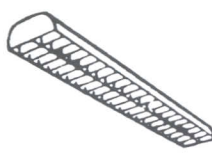
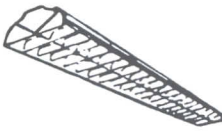
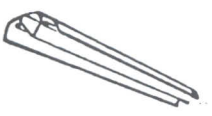
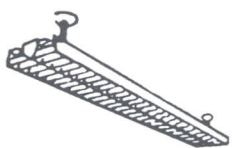
Luminária		Teto	75%			50%			Descrição	
Fator de depreciação	Tipo	Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%		
		Índice do local	Coeficientes de utilização							
②1		↑ 30 — 60 ↓	J I H G F E D C B A	0,25 0,31 0,35 0,40 0,43 0,47 0,49 0,51 0,54 0,56	0,21 0,27 0,32 0,36 0,39 0,44 0,47 0,49 0,52 0,54	0,23 0,29 0,33 0,37 0,39 0,43 0,45 0,47 0,49 0,50	0,21 0,26 0,30 0,34 0,37 0,40 0,43 0,45 0,47 0,49	0,21 0,25 0,28 0,30 0,35 0,37 0,41 0,43 0,45	0,19 0,23 0,27 0,31 0,32 0,35 0,38 0,40 0,42 0,44	Luminária comercial para lâmpadas high output, providas de colmeia Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 0,9
②2		↑ 25 — 65 ↓	J I H G F E D C B A	0,29 0,37 0,44 0,50 0,54 0,61 0,64 0,67 0,70 0,73	0,24 0,32 0,39 0,45 0,50 0,56 0,60 0,63 0,67 0,70	0,28 0,36 0,41 0,47 0,51 0,57 0,60 0,63 0,65 0,68	0,24 0,31 0,38 0,43 0,47 0,52 0,56 0,59 0,63 0,65	0,23 0,30 0,36 0,41 0,45 0,50 0,53 0,55 0,59 0,61	0,20 0,29 0,33 0,39 0,42 0,48 0,51 0,54 0,57 0,60	Luminária industrial para lâmpadas high output, providas de colmeia Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 1,0
②3		↑ 20 — 65 ↓	J I H G F E D C B A	0,29 0,38 0,45 0,51 0,55 0,63 0,67 0,70 0,73 0,76	0,25 0,33 0,40 0,45 0,50 0,58 0,62 0,66 0,70 0,73	0,28 0,36 0,42 0,48 0,52 0,59 0,62 0,65 0,68 0,70	0,24 0,32 0,38 0,43 0,48 0,55 0,59 0,62 0,65 0,68	0,23 0,31 0,37 0,41 0,46 0,52 0,55 0,58 0,61 0,63	0,21 0,29 0,35 0,40 0,43 0,49 0,53 0,56 0,59 0,62	Luminária industrial para lâmpadas high output Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 1,0
②4		↑ 45 — 40 ↓	J I H G F E D C B A	0,25 0,32 0,37 0,44 0,49 0,55 0,57 0,62 0,66 0,69	0,20 0,27 0,32 0,38 0,42 0,49 0,54 0,57 0,62 0,65	0,24 0,31 0,35 0,42 0,46 0,52 0,54 0,58 0,62 0,64	0,20 0,26 0,31 0,36 0,40 0,47 0,51 0,54 0,58 0,61	0,22 0,29 0,32 0,38 0,40 0,45 0,49 0,51 0,53 0,55	0,19 0,23 0,28 0,33 0,37 0,42 0,45 0,48 0,51 0,53	Luminária comercial para lâmpadas high output, provida de colmeia Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem × 1,1
②5			J I H G F E D C B A	0,25 0,30 0,34 0,37 0,40 0,44 0,46 0,48 0,50 0,51	0,21 0,25 0,29 0,33 0,36 0,39 0,42 0,44 0,47 0,48	0,19 0,24 0,27 0,31 0,34 0,38 0,41 0,43 0,46 0,48	0,20 0,23 0,26 0,28 0,30 0,32 0,34 0,35 0,37 0,37	0,16 0,20 0,23 0,26 0,27 0,30 0,32 0,33 0,34 0,36	0,16 0,19 0,22 0,24 0,26 0,29 0,31 0,32 0,34 0,35	Teto com colmeia plástica

Tabela 8.23 (cont.) Coeficientes de utilização. Aparelhos General Electric

Luminária		Teto	75%			50%			Descrição
		Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	
Fator de depreciação	Tipo	Índice do local	Coeficientes de utilização						
		J I H G F E D C B A	0,20 0,23 0,26 0,28 0,30 0,32 0,34 0,35 0,37 0,37	0,16 0,20 0,23 0,26 0,27 0,30 0,32 0,33 0,34 0,36	0,16 0,19 0,22 0,24 0,26 0,29 0,31 0,32 0,34 0,35	0,17 0,21 0,23 0,25 0,27 0,29 0,30 0,31 0,32 0,33	0,15 0,18 0,20 0,23 0,24 0,27 0,28 0,29 0,31 0,32	0,14 0,17 0,19 0,22 0,23 0,26 0,27 0,29 0,30 0,31	Teto com colmeia de metal (branco)
(26)		J I H G F E D C B A	0,24 0,32 0,37 0,42 0,46 0,52 0,56 0,58 0,62 0,64	0,21 0,28 0,33 0,38 0,42 0,48 0,53 0,56 0,60 0,62	0,17 0,24 0,29 0,34 0,39 0,45 0,49 0,51 0,56 0,60	0,20 0,27 0,32 0,37 0,40 0,45 0,48 0,51 0,54 0,57	0,16 0,23 0,28 0,33 0,36 0,42 0,46 0,49 0,52 0,55	0,13 0,20 0,25 0,30 0,33 0,39 0,43 0,46 0,50 0,53	Teto com plástico acrílico

Observação: O fator de depreciação deve ser estimado da seguinte maneira:

a) manutenção deficiente

(d = 0,45 = tipo c/plástico)

(d = 0,55 = tipo c/colmeia)

b) manutenção boa

(d = 0,65 = tipo c/plástico)

(d = 0,70 = tipo c/colmeia)

Tabela 8.24 Fatores de reflexão das diversas cores (refletância)

Branco	75 a 85%
Marfim	63 a 80%
Creme	56 a 72%
Amarelo-claro	65 a 75%
Marrom	17 a 41%
Verde-claro	50 a 65%
Verde-escuro	10 a 22%
Azul-claro	50 a 60%
Rosa	50 a 58%
Vermelho	10 a 20%
Cinza	40 a 50%

Tabela 8.25 Refletâncias de paredes e tetos

Teto branco	75%
Teto claro	50%
Paredes brancas	50%
Paredes claras	30%
Paredes medianamente claras	10%

Observações

Local	1000 lux ou mais	500 a 1000 lux	250 a 500 lux	125 a 250 lux
Residências, Hotéis e Restaurantes	Luz localizada para longos períodos de leitura, escrita, costuras, etc	Lavanderias, mesas de leitura em restaurantes, balcões de recepção	Cafeterias, cozinhas, casas de banho, salões, espelhos e toucadores, iluminação de cabeceiras, salas de jogos	Restaurantes, cafés, salões de dança, foyers, iluminação geral em salas de estar e quartos