

GUIA NBR 5410 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO FASCÍCULO 9:

ILUMINAÇÃO – MÉTODOS DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Os dois principais métodos de cálculos luminotécnicos para as instalações residenciais, comerciais e industriais são o Ponto a Ponto e Lúmens.

Métodos de cálculos luminotécnicos

A seguir são apresentados o Método do Ponto a Ponto e o Método dos Lumens, metodologias de cálculo mais utilizadas para determinação da quantidade de luminárias necessárias para um determinado ambiente ou a iluminância obtida com determinada luminária.

1 Método do Ponto a Ponto

Pode-se calcular a iluminância pelo Método Ponto a Ponto quando a distância “d” entre a fonte de luz e o objeto a ser iluminado for, no mínimo, cinco vezes a dimensão da fonte de luz (Figura 1).

Este método é recomendado para os casos de fontes pontuais, para a determinação da iluminância obtida com lâmpadas de dimensões pequenas e de feixes de luz bem definidos (lâmpadas dicróicas, por exemplo), alguns tipos de luminárias de LEDs, entre outros.

Neste método não são consideradas as refletâncias das superfícies (teto, paredes e piso), sendo que, para isso, devem ser empregados algoritmos mais complexos, tais como “radiosidade” e “ray tracing”, utilizados em softwares de cálculo luminotécnico.

2 Método dos Lumens

Este é o método mais simples de cálculo e considera ambientes retangulares, com superfícies difusas e com um único tipo de luminária.

Para início dos cálculos, é necessário o levantamento das seguintes características do local:

- Características construtivas da instalação: dimensões dos ambientes e classificação de acordo com uso para determinação da iluminância requerida conforme norma NBR ISO/CIE 8995-1:2013 (ver Fascículo 7);
- Refletâncias das superfícies: teto, paredes, piso;
- Frequência de manutenção e condições de limpeza do ambiente para estimar o fator de manutenção (FM) ou fator de perdas luminosas (FPL).

A seguir algumas etapas devem ser cumpridas para finalizar o projeto.

Etapla 1- Cálculo do Índice do local (K)

O índice do local (K) é uma relação definida entre as dimensões (em metros) do local (Figura 1), calculado conforme as seguintes equações:

Iluminação direta

$$K = \frac{c \times l}{h \times (c + l)}$$

Iluminação indireta

$$K_i = \frac{3 \times c \times l}{2 \times h \times (c + l)}$$

Onde:

c - comprimento do ambiente

l - largura do ambiente

h - altura do ambiente

h' - distância do teto ao plano de trabalho

pd - pé-direito

hs - altura de suspensão

ht - altura do plano de trabalho

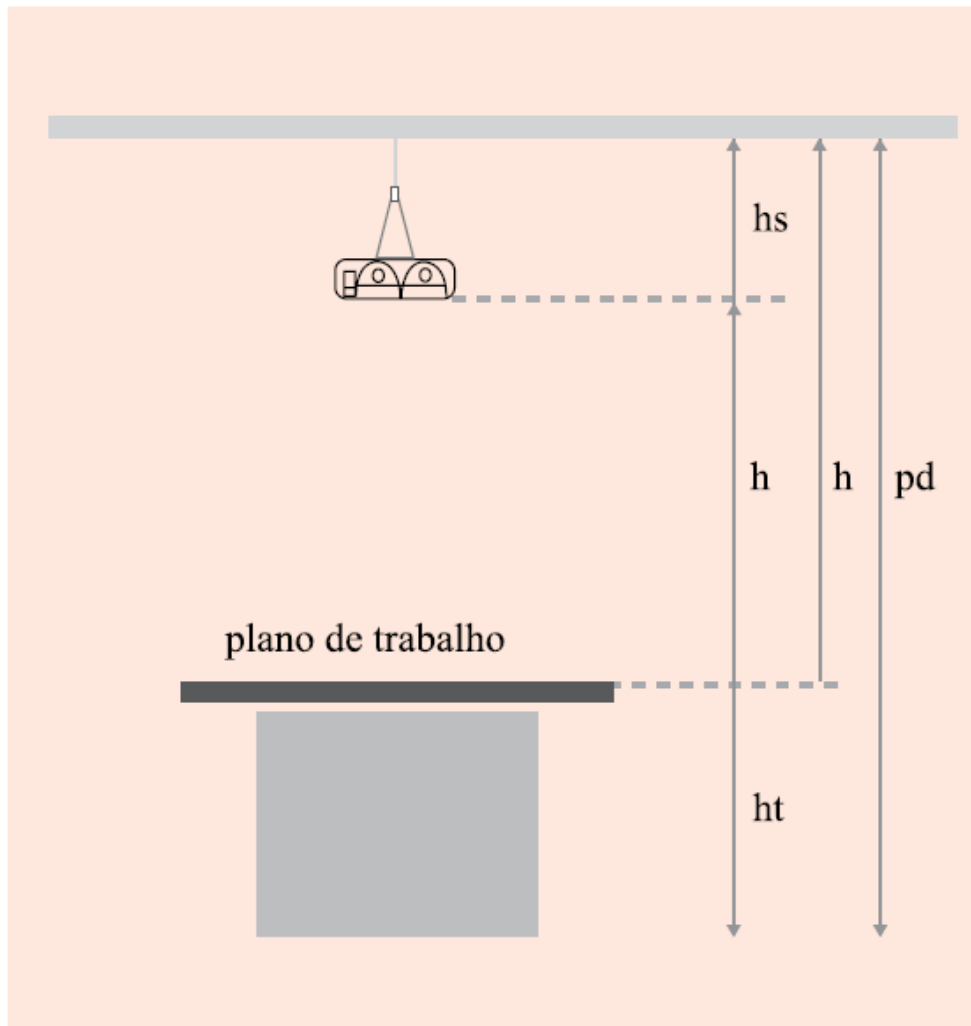


Figura 1: Definição das alturas para cálculo do índice K

Etapa 2 - Definição dos componentes

A definição dos componentes deve levar em consideração as características fotométricas das luminárias, desempenho das lâmpadas e características elétricas dos equipamentos auxiliares.

As principais características a serem consideradas são:

- Luminárias: curva de distribuição de intensidade luminosa, rendimento, controle de ofuscamento;
- Lâmpadas: eficiência luminosa (lm/W), fluxo luminoso, vida útil, depreciação luminosa;
- Equipamentos auxiliares: potência consumida, fator de potência, fator de fluxo luminoso, distorção harmônica.

Recomenda-se o emprego de componentes mais eficientes e adequados para as atividades desenvolvidas no local, pois, quanto mais eficiente for o conjunto luminária-lâmpada-equipamento auxiliar, maior será a economia de energia obtida no sistema de iluminação proposto.

Etapa 3 - Determinação do Fator de Utilização (U)

O fator de utilização (U) indica o desempenho da luminária no ambiente considerado no cálculo, sendo apresentado em tabelas dos fabricantes de luminárias. Para determinar o fator de utilização, basta cruzar o valor do índice do local (K) calculado anteriormente (dado na horizontal), com os dados de refletância das superfícies do teto, parede e piso (dado na vertical), conforme indicado na Tabela 1.

TETO (%)		70	50		30			0	
PAREDE(%)	50	30	10	50	30	10	30	10	0
PISO (%)		10	10		10			0	
K		FATOR DE UTILIZAÇÃO (X0.01)							
0,60	32	28	26	31	28	26	28	26	25
0,80	38	34	31	37	34	31	33	31	30
1,00	42	39	36	41	38	36	38	36	35
1,25	46	4	40	45	42	40	42	40	39
1,50	48	46	44	48	45	43	45	43	42
2,00	52	60	48	51	49	48	49	47	46
2,50	54	53	51	53	52	50	51	50	49
3,00	56	54	53	55	53	52	53	52	50
4,00	57	55	55	56	55	54	54	54	52
5,00	58	56	56	57	56	55	55	55	53

Tabela 1: Exemplo para determinação do Fator de Utilização de luminárias

Etapa 4 - Determinar o Fator de Manutenção (FM)

A iluminância diminui progressivamente durante o uso do sistema de iluminação devido às depreciações por acúmulo de poeira nas lâmpadas e luminárias, pela depreciação dos materiais da luminária, pelo decréscimo do fluxo luminoso das lâmpadas e pela depreciação das refletâncias das paredes.

O dimensionamento dos sistemas de iluminação deve considerar um fator de manutenção (FM) ou fator de perdas luminosas (FPL) em função do tipo de ambiente e atividade desenvolvida, do tipo de luminária e lâmpada utilizada e da frequência de manutenção dos sistemas.

A Tabela 1 sugere valores de fatores de manutenção conforme período de manutenção e condição do ambiente. Valores mais precisos, conforme tipo de luminária e lâmpadas podem ser obtidos em publicações da CIE (Comissão Internacional de Iluminação) e/ou através de fabricantes de luminárias.

Ambiente	2500 h	5000 h	7500 h
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Tabela 1: Fatores de manutenção recomendados

Para reduzir a depreciação da luminária, deve-se adotar uma manutenção periódica dos sistemas através da limpeza de lâmpadas e luminárias e substituição programada de lâmpadas.

Etapa 5 – Determinar o Fator de Fluxo Luminoso

O fator de fluxo luminoso (FFL), ou fator de reator, é o fator que irá determinar o fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas com reatores eletrônicos. É a razão do fluxo luminoso emitido por uma lâmpada de referência, funcionando com reator comercial, pelo fluxo luminoso emitido pela mesma lâmpada quando funcionando com o reator de referência.

Assim, quando:

- FFL=1,0: o fluxo luminoso das lâmpadas é o nominal;
- FFL=1,1: o fluxo luminoso das lâmpadas é 10% superior ao nominal;
- FFL=0,95: o fluxo luminoso das lâmpadas é 5% inferior ao nominal.

Este fator é obtido nos catálogos dos fabricantes de reatores eletrônicos, e é um valor específico para cada modelo de reator.

Para reatores eletromagnéticos e, quando não informado pelo fabricante, adota-se FFL=1,0.

Etapa 6 - Dimensionamento Figura 14: Distribuição de luminárias

O cálculo do número de luminárias necessárias para um determinado ambiente segue a seguinte equação:

$$N = \frac{E_{med} \times A}{n \times \phi_n \times U \times FM \times FFL}$$

Onde:

N: número necessário de luminárias

E_{med}: iluminância média (lux)

A: área do ambiente (m²)

n: número de lâmpadas em cada luminária

ϕ_n : fluxo luminoso de cada lâmpada (lm)

U: fator de utilização

FM: fator de manutenção

FFL: fator de fluxo luminoso do reator

Quando o número de luminárias é conhecido, a iluminância média pode ser calculada por:

$$E_{med} = \frac{N \times n \times \phi_n \times U \times FM \times FFL}{A}$$

Etapas 7 - Distribuição das luminárias

Após definida a quantidade total de luminárias necessárias para atender os níveis de iluminância e as condições requeridas de projeto, deve-se distribuí-las adequadamente no recinto (Figura 2).

Para tanto, valem as seguintes observações:

- Deve-se distribuir as luminárias uniformemente no recinto;
- Deve-se obter valores próximos de "a" e "b", sendo $a > b$, desde que respeitando a curva de distribuição luminosa da luminária;
- Recomenda-se que as distâncias "a" e "b" entre luminárias sejam o dobro da distância entre estas e as paredes laterais;
- Recomenda-se sempre o acréscimo de luminárias quando a quantidade resultante do cálculo não for compatível com a distribuição desejada.

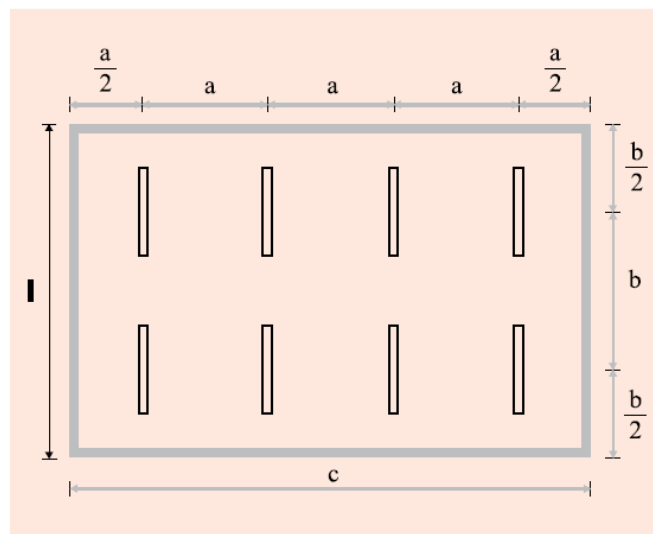


Figura 2: Distribuição de luminárias