

O Método Ponto por Ponto

Por Gilberto José Corrêa da Costa

E sua aplicação

Freqüentemente existe a consulta por profissionais sobre o melhor uso das lâmpadas de fecho dirigido e de como podem empregar adequadamente as informações dos fabricantes. Isso sugere que torna-se necessário um esclarecimento sobre o método ponto por ponto em iluminação, que é menos utilizado em função do trabalho "braçal" a ser empregado. Entretanto, com o advento dos computadores pessoais e do uso muito simples propiciado pelas planilhas eletrônicas, este método pode ser muito bem desenvolvido. No caso em pauta se tem em mente o uso de uma calculadora científica que tenha as funções trigonométricas de cosseno e de tangente. Na ausência desta, uma tabela de valores numéricos trigonométricos serve e uma calculadora comum será "transformada" em científica para essa finalidade.

As lâmpadas de fecho dirigido, citadas aqui, são aquelas produzidas pelos fabricantes nos seguintes modelos: lâmpada incandescente comum espelhada, lâmpada halógena tipo PAR, lâmpada halógena com refletor parabólico, lâmpada halógena com refletor dicróico (comumente denominada de lâmpada dicróica) e, modernamente, lâmpada de multivapores metálicos com tubo cerâmico e refletor parabólico. A consulta a estas lâmpadas pode ser realizada em catálogos de fabricantes.

As lâmpadas de fecho dirigido têm uma excelente

aplicação no caso da iluminação de destaque, como indicada na figura 1 e, pela facilidade de orientação quando associadas a uma luminária, são empregadas na iluminação comercial ou residencial. Estas lâmpadas têm, dentre outros parâmetros (elétricos, mecânicos e vida média), informações fotométricas

como intensidade luminosa no centro do fecho e ângulo de abertura do fecho. A temperatura da cor, o diagrama de distribuição espectral e o índice de reprodução (se for o caso) são outras informações adicionais (qualitativas) interessantes, não ligadas ao método ponto por ponto propriamente dito, que é quantitativo.

A intensidade luminosa é um vetor de luz¹ expresso em candelas (cd). É a unidade fundamental do sistema fotométrico fotópico, da qual se derivam as demais



Figura 1: Uso da lâmpada de fecho dirigido.

unidades. Sua compreensão e emprego são fundamentais no método ponto por ponto. No caso das lâmpadas citadas acima, os fabricantes informam a intensidade luminosa no centro do fecho e o ângulo de abertura deste fecho. O ângulo de abertura define o limite da geratriz de um cone de luz principal que parte do centro da lâmpada. Claro está que a luz não fica tão limitada assim, mas para a visão humana é como se o fosse. Por outro lado esta geratriz se caracteriza por um

vetor de luz, nessa direção, tendo a metade do valor da intensidade luminosa no centro do fecho, por definição (figura 2).

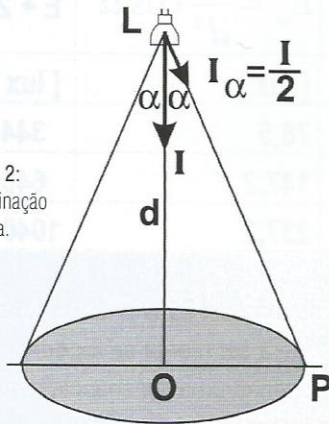


Figura 2: A iluminação dirigida.

O método ponto por ponto calcula o valor da iluminância, desde que a distância entre o foco luminoso da lâmpada e a superfície a ser iluminada seja superior pelo menos cinco vezes a maior dimensão óptica da fonte. Ele se aplica perfeitamente para os usos normais dos arquitetos, engenheiros ou projetistas de iluminação. O cálculo da iluminância obedece a três leis da fotometria, conforme indicado.

$$\Phi = I \cdot \omega \quad \omega = \frac{A}{R^2} \quad E = \frac{\Phi}{A}$$

Estas três expressões permitem obter a tradicional lei do inverso dos quadrados, onde R (raio de uma esfera) é usualmente representada distância d , em metros ou h , altura da luminária ao plano de trabalho; Φ , fluxo luminoso, em lumens; A , área, em m^2 ; I , intensidade luminosa, em candelas; ω , ângulo sólido em esterradianos e E , iluminância horizontal em lux. Uma manipulação algébrica simples indica que:

$$E = \frac{I}{h^2} \quad \text{e que} \quad E_\alpha = \frac{I_\alpha}{d^2} \cos \alpha = \frac{I_\alpha}{h^2} \cos^3 \alpha$$

onde a é a direção do raio luminoso ao ponto limite da geratriz do cone e o plano. Esta expressão, entretanto, não é geral, valendo somente para planos de trabalho que sejam paralelos à saída de luz do sistema óptico da luminária. Um exemplo simples permite verificar o seu uso.

Trata-se de iluminar uma superfície plana circular (como uma mesa, por exemplo) mediante o uso de seis lâmpadas halógenas com refletor dicróico, segundo o desenho configurado na

"Ponto por ponto é um método simples que orienta profissionais sobre o melhor uso das lâmpadas de fecho dirigido, permitindo empregar adequadamente as informações dos fabricantes."

figura 3. As seis lâmpadas L constituem um hexágono com um afastamento em relação ao centro da mesa de 55 cm (o diâmetro da mesa é de 1,30 m) e a uma altura de 1,6 m.

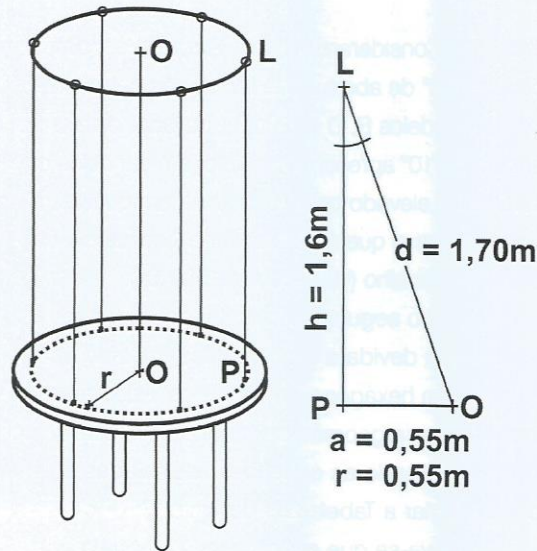


Figura 3: Cálculo de lâmpadas de fecho dirigido.

Em primeiro lugar qual será o ângulo de abertura de fecho a ser empregado? Considerando que a disposição das lâmpadas constitui um hexágono regular, é possível calcular o ângulo α como sendo o arco cuja tangente é dada pelo resultado do quociente de lados do hexágono pela altura do triângulo. Isso resulta em 19° ($a = h \times \text{tg } \alpha$). O ângulo a ser considerado será o dobro, ou seja, 38° (19° para cada lado).

Um catálogo de fabricantes identifica os modelos de lâmpadas dicróicas, conforme a

Tabela 1: Identificando os modelos de lâmpadas dicróicas

Modelo	Potência Elétrica	Tensão	Intensidade Luminosa no centro do fecho	Ângulo de abertura de fecho
	[W]	[V]	[cd]	[°]
A	20	12	3.000	10
B	20	12	480	38
C	35	12	5.400	10
D	35	12	900	38
E	50	12	7.800	10
F	50	12	1.450	30

Tabela 2:
Calculando as
melhores aplicações

Modelo	I centro do facho	Ângulo α	E embaixo da lâmpada	I_{α} $(I \div 2)$	E na diagonal LO	E_{final}
			$E = \frac{I}{h^2}$		$E_{\alpha} = \frac{I_{\alpha}}{d^2} \cos \alpha$	$E + 2 \times E_{\alpha}$
	[cd]	[°]	[lux]	[°]	[lux]	[lux]
B	480	19	187,5	240	78,5	344
D	900	19	351,6	450	147,2	646
F	1.450	19	566,4	725	237,2	1040

Tabela 1. Considerando que a lâmpada escolhida deva ter 38° de abertura de facho, são selecionados os modelos B, D e F. Por outro lado, para um o ângulo de 10° apresenta um valor em candelas que será muito elevado para a distância em questão e para o objetivo que é de atender a iluminância do plano de trabalho (da ordem de 500 lux).

O passo seguinte é calcular os valores de iluminância devida a L nos pontos P. Como se trata de um hexágono, o raio r e os lados respectivos da figura geométrica são iguais. Desta forma, aplicando as equações assinaladas é possível criar a Tabela 2 (vide figura 3).

Observa-se que a lâmpada D é aquela que melhor se aplica para um valor de 500 lux, principalmente se for considerado um fator de perda de luz da ordem de 20%. O consumo

energético será de $6 \times 35 \text{ W} = 210 \text{ W}$. Este consumo poderá ser menor se for considerado que o recinto tenha uma iluminância geral de 300 lux. Esta iluminância somada ao valor produzido pelo modelo B resultará em 644 lux, ou seja, 120 W. Isso depende é claro das condições de entorno do problema.

Em um próximo artigo será abordado o caso da aplicação do método ponto por ponto para uma situação mais geral. Por enquanto é só, divirtam-se! ◀

Gilberto José Corrêa da Costa é Engenheiro Elétrico, Professor Titular da Faculdade de Engenharia e da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) das disciplinas de Iluminação e de Instalações Elétricas.

**Você sabe o que quer?
Nós desenvolvemos seu projeto.
Precisa de uma sugestão?
Nós apresentamos uma idéia.**

A Interart cria, projeta e monta o estande ou cenário apropriado para demonstração do seu produto ou serviço.

Consulte-nos e surpreenda-se.

(21) 2501 6311

INTERART
ESTANDES & CENÁRIOS

www.interartbrasil.com.br

