

Modulo IX

Luminotécnia

Prof. Luís César da Silva

Definição

- **Luminotécnia** área do conhecimento que tem por objetivo a elaboração de projetos de iluminação levando em consideração parâmetros, tais como:
 - Tipo de lâmpadas (*incandescente, fluorescentes, estado sólido*);
 - Tipo de luminária;
 - Tipo de ambiente (*fábrica, residência, área urbana, comércio...*); e
 - Tipo de tarefa (*Nível de precisão: alta, média ou baixa*).

Grandezas e Fundamentos da Luminotécnia

- Luz
- Cor
- Intensidade luminosa
- Fluxo luminoso (lúmen)
- Iluminância (lux)
- Eficiência luminosa (lm/W)
- Curva de Intensidade Luminosa

Grandezas e Fundamentos da Luminotécnia (Luz)

- Luz é forma de energia radiante percebível por humanos por meio da visão ao ser estimulada a retina ocular.
- Luz é uma radiação eletromagnética percebida por humanos com comprimento de onda variando de 3.800 a 7.600 angstroms (380 a 760 nanômetros).

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

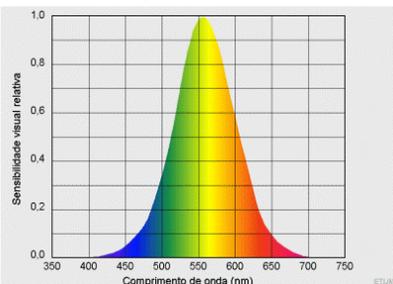
λ = comprimento da onda, m

c = velocidade de propagação da luz, 300 000 000 m/s)

f = frequência, Hz

Grandezas e Fundamentos da Luminotécnia (Cor)

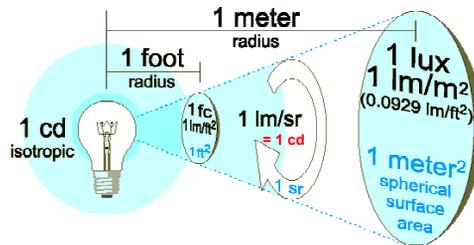
- A cor da luz é função do comprimento de onda.



Grandezas e Fundamentos da Luminotécnia (Intensidade Luminosa)

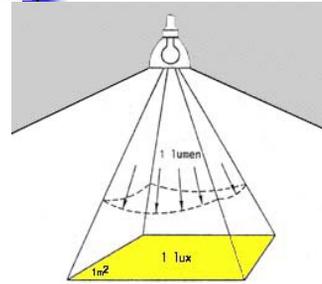
- Unidade de medida – candela (cd)
- É definida a intensidade luminosa, na direção perpendicular, de uma superfície plana de área igual a 1/600000 m² de um corpo negro a temperatura de fusão da platina sob pressão atmosférica de 101,32 kPa (1 atm) (CREDER, 2007).

Grandezas e Fundamentos da Luminotécnica (Intensidade Luminosa – candela - cd)



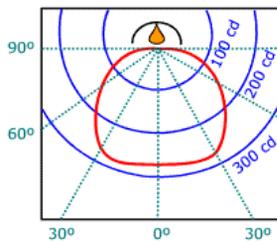
sr – esferorradiano - ângulo sólido esferorradiano que corresponde a projeção de 1 m² na superfície interna da esfera com o raio de 1m.

Grandezas e Fundamentos da Luminotécnica (Iluminância - Lux)



- É uma medida do fluxo luminoso incidente por unidade de superfície.
- 1 lux = 1 lumen/m²

Grandezas e Fundamentos da Luminotécnica (Curva de Distribuição Luminosa)



É um gráfico que indica a intensidade luminosa de uma lâmpada ou luminária, em um determinado plano e para todas as direções.

Grandezas e Fundamentos da Luminotécnica (Eficiência Luminosa – lumens/W)

Tipo de lâmpada	Lumen / W
Incandescente	12
Fluorescente compacta	70
Fluorescente de tubo	60
Halógena	15/17
Dicrónica	25
Mista	25
Vapor de sódio	130
Vapor de mercúrio	55
Multivapor metálico	90

Nível de Iluminação recomendado (Luminância – lux - NBR5413/91)

Obs. Vide: Helio Creder (2007): Tabelas – 5.4, 5.4a e 5.4b

Ambientes	Nível de Iluminação médio recomendado
áreas públicas com corredores escuros	30 lux
locais de permanência como: corredores, depósitos	75 lux
locais de tarefas visuais ocasionais: salas de espera, mesas de recepção	150 lux
leitura de material impresso, datilografia, escrita a tinta, trabalho bruto de maquinaria	300 lux
escrita com lápis mole, escritórios	750 lux
gravação manual, escrita com lápis duro, trabalho fina de maquinaria	1.500 lux
inspeção difícil, eletrônica com componentes pequenos	3.000 lux
montagem de microeletrônica, refojoaria, costura	7.500 lux

Fonte: G.J.C. Costa, Iluminação Econômica, Edipucrs, Porto Alegre (1998)

Lâmpadas

- Lâmpadas:** são equipamento que transforma a energia elétrica em energia luminosa (radiação luminosa).
- Luminárias:** dispositivos que funcionam com sustentáculos e possibilitam promover:
 - A distribuição do fluxo luminoso;
 - A proteção contra intempéries;
 - O bloqueio de ocorrência de incêndios e explosões; e
 - o aprimoramento estético do ambiente.

Lâmpadas

- Tipos de Lâmpadas
 - Lâmpadas Incandescentes**
 - Incandescentes para iluminação geral
 - Halógenas (quartzo)
 - Outras: Luz Negra, Luz Infravermelho, Germicidas.
 - Lâmpadas de Descarga**
 - Fluorescentes
 - Luz mista
 - Vapor de mercúrio
 - Vapor de sódio
 - Lâmpadas de Estado Sólido - LEDs**

Lâmpadas

(Lâmpadas Incandescentes- Iluminação Geral)

- Incandescentes Para Iluminação Geral**
 - mais usadas na iluminação residencial.
 - emitem luz a partir de um filamento incandescente.
 - Eficiência luminosa: muito baixa → 12 lm/W.
 - Vida útil cerca de 1.000h.
- [Vídeo](#)

Lâmpadas

(Lâmpadas Incandescentes- Halógenas)

- Lâmpadas constituídas de um tubo de quartzo dentro do qual existe um filamento de tungstênio. Partículas de iodo, flúor, bromo podem ser adicionadas ao gás dentro do bulbo.
- Aplicações: Decoração e iluminação de shows



Lâmpada Halógena
Tipo JC

Lâmpada Halógena
Tipo Dicroica MR16

[Vídeo](#)

Lâmpadas

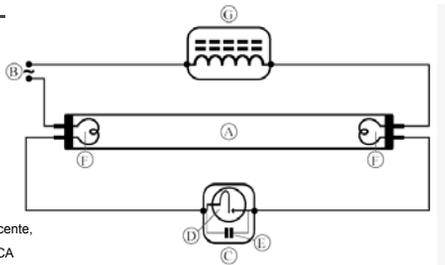
(Lâmpadas Incandescentes- Outras Luz Negra (ultra violeta), Infra-vermelho ...)

- Lâmpadas UV** – decoração, esterilização do ar, avaliação de contaminação por micotoxinas.
- Lâmpadas Infra-vermelho** – geram calor → aplicações fisioterapêuticas e para secagem ..



Lâmpadas

(Lâmpadas de Descarga - Fluorescentes)



- A: Tubo Fluorescente,
B: Alimentação CA
C: Starter,
D: Interruptor (Termostato Bi-metálico),
E: Capacitor, F: Filamentos, G: Reator)

[Vídeo](#)

Lâmpadas

(Lâmpadas de Descarga - Fluorescentes)



Lâmpadas

(Lâmpadas de Descarga – Vapor de Mercúrio)



reatores

Lâmpadas

(Lâmpadas de Descarga – Vapor de Sódio)



reatores

Lâmpadas

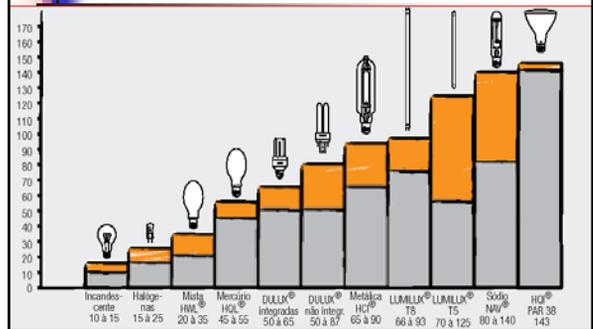
(Lâmpadas de Descarga – Vapor de Sódio)



- Kit:
- Luminária
 - Reator
 - Lâmpada Vapor Sódio de 100 Watts
 - Braço
- Relé fotoeletrônico

Eficiência Luminosa – lumens/W

(Modelos Osram)



Vida Útil e Eficiência Luminosa

Tipo de Lâmpada	Vida Útil (horas)	Eficiência Luminosa lumens/W
Incandescente	1.000 a 6.000	10 a 20
Flourescente	7.500 a 12.000	43 a 84
Vapor de Mercúrio	12.000 a 24.000	44 a 63
Vapor de Sódio	12.000 a 16.000	75 a 105
Vapor de Sódio – alta pressão	Acima de 24.000	68 a 140

Cálculo do fluxo luminoso

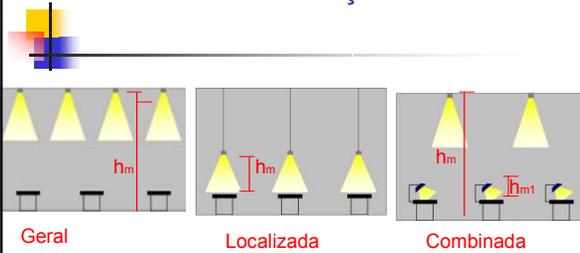
$$\phi = \frac{S \cdot E}{u \cdot d}$$

ϕ = fluxo luminoso total, lumens;
 S = área do recinto, m²;
 E = iluminância, lux;
 u = fator de utilização (0,0 a 1); (função de k e reflectância); e
 d = fator de depreciação ou de manutenção (0,0 a 1).

$$k = \frac{c \cdot l}{h_m \cdot (c + l)}$$

k = determinação do índice de local;
 l = largura do local, m; e
 h_m = altura de montagem da luminária, m.

Sistemas de Iluminação



Geral

Localizada

Combinada

Fonte: <http://www.prof2000.pt/users/eta/Iluminacao.htm>

Exemplo # 1

Determine o número de lâmpadas incandescentes necessárias para iluminar a zona limpa do Frigorífico de Pescados HappyEnd, que tem por dimensão 12 x 8 m.

Considere:

Iluminância = 500 lux

Fator de iluminação = 1

Fator depreciação = 1

Solução=

S = 12 . 8 = 96 m²

$$\phi = \frac{S \cdot E}{u \cdot d} = \frac{96 \cdot 500}{1 \cdot 1} = 48.000 \text{ lumens}$$

Exemplo # 1

Necessidade de 48.000 lumens

Lâmpadas Incandescentes

Potência (W)	Lumens Emitidos	Nº de Lâmpadas
40	450	107
60	800	60
100	1500	32

Lâmpadas Fluorescentes

Potência (W)	Lumens Emitidos	Nº de Lâmpadas
20	1.100	44
32	2.950	17
40	3.500	14

Lâmpadas Halogênicas

Potência (W)	Lumens Emitidos	Nº de Lâmpadas
50 (50PAR16-GE)	460	104
90 (90PAR-GE)	1260	38

Lâmpadas Vapor de Mercúrio

Potência (W)	Lumens Emitidos	Nº de Lâmpadas
80	3.600	14
125	6.300	8

Exemplo # 2

O salão de montagem de computadores da empresa Happy Byte: (i) mede 12 x 42 metros, (ii) tem pé direito de 4,60 m; e (iii) possui a teto branco, parede cor opaca e piso escuro. As atividades realizadas no local são de alta precisão o que requer uma iluminância de 1500 lux. E as montagens são executadas sobre mesas a altura de 1,00 m. Pretende-se instalar luminárias modelo TMS500c/RA 500 (Tabela 5.2K Hélio Creder) que possui 4 lâmpadas de 32 watts cujo fluxo luminoso é de 11.800 lumens. E as luminárias serão montadas a 2,80 m acima das mesas. Calcule o número de luminárias necessárias.

Solução:

$$\phi = \frac{S \cdot E}{u \cdot d}$$

Exemplo # 2

(determinação do índice de utilização - u)

→ u é função do índice de local (k) e do código de refletância.

→ Cálculo do índice de local:

$$k = \frac{c \cdot l}{h_m \cdot (c + l)} = \frac{12 \cdot 42}{2,8 \cdot (12 + 42)} = 3,3$$

→ Determinação do código de refletância

Índices do coeficiente de utilização	Reflexão (%)	Significado
1	10	Superfície escura
3	30	Superfície média
5	50	Superfície clara
7	70	Superfície branca

Código de Refletância → três dígitos:
Teto; Parede; Piso

Teto Branco → 7
Parede Branca → 3
Piso Escuro → 1

Código de refletância = 731

Exemplo # 2

→ Continuação - Determinação do coeficiente de utilização (u):

Coeficiente de Utilização (u) Luminária TMS500c/RA 500 (Tabela 5.2K Hélio)

Índice de Local k	Código Refletância		
	751	731	711
2,00	0,75	0,71	0,67
3,00	0,81	0,78	0,76
4,00	0,84	0,82	0,80

Coeficiente de utilização = u = 0,81

Exemplo # 2

→ Determinação do Fator de Depreciação (d)

- este fator relaciona o fluxo luminoso emitido quando da instalação das lâmpadas e luminárias ao final do período de manutenção (limpeza, e substituição de lâmpadas)

Tipo de Ambiente	Período de Manutenção (h)		
	2500	5000	7500
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Considere: Ambiente limpo e manutenção a cada 500 horas → d = 0,91

Exemplo # 2

$$\phi = \frac{S.E}{u.d} = \frac{12 \times 42 \times 1500}{0,81 \times 0,91} = 1.025.641,03 \text{ lumens}$$

$$n = \frac{\phi}{FL} = \frac{1.025.641,03}{11.800} = 86,91 \cong 88 \text{ lu min arias}$$

Em que:

n = número de luminárias;

FL = fluxo luminoso de cada luminária.