



paixão por educar

GRADUAÇÃO PRESENCIAL
1º semestre- 2015

*Eficiência Energética e Qualidade
de Energia*
Eng^a Elétrica– 9º semestre

Prof^o. Ms. Cristiano Malheiro

cmalheiro@anhanguera.com

<http://cristianotm.wix.com/notasdeaula>

1



Aula 3

Luminotécnica



Prof. Ms. Cristiano Malheiro
(cmalheiro@anhanguera.com)
Graduação – Março de 2015



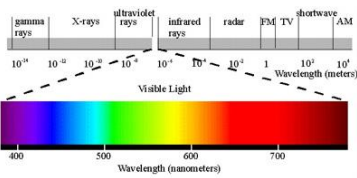
Aula 3

LUMINOTÉCNICA NBR- 5410 de 2004

A- Conceitos Físicos e Subjetivos

1- Espectro Eletromagnético

$v = c.f = 3 \times 10^8 \text{ Km/s}$



Radiação	c (nm)	Faixa
Ondas Hertzianas	acima de 10.000	comunicações
Infra-Vermelho	de 780 a 10.000	aquecimento
Luz Visível	de 630 a 780	vermelho
	de 590 a 630	laranja
	de 570 a 590	amarelo
	de 450 a 570	verde/azul
	de 380 a 450	violeta
Ultra-Violeta	de 310 a 380	UV-próxima (luz negra) - não prejudicial
	de 290 a 310	UV-intermediária (vitamina D)
	de 200 a 290	UV-remota (germicida) - produz ozônio
Raios X	abaixo de 200	Transparencias médicas e industriais

3



Aula 3

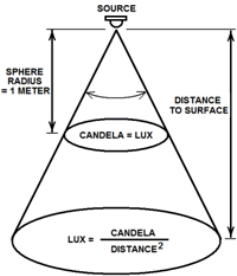
LUMINOTÉCNICA

A- Conceitos Físicos e Subjetivos

2- Intensidade Luminosa (I)

Segundo INPE: É definida como a concentração de luz em uma direção específica, radiada por segundo. Representada pelo símbolo I e a unidade de medida é a candela (cd).

Iuminância: quantidade de luz utilizada no ambiente (medida em Lux);



4





Aula 3

LUMINOTÉCNICA

A- Conceitos Físicos e Subjetivos

3- Fluxo Luminoso (Φ)

É a quantidade total de luz emitida a cada segundo por uma fonte luminosa.

A unidade de medida do fluxo luminoso é o lúmen (lm), representado pelo símbolo Φ .

Fluxo luminoso: quantidade de luz gerada pela lâmpada (medido em Lúmens);

Exemplo: uma lâmpada incandescente de 100 Watts emite cerca de 1.600 lúmens de fluxo luminoso por segundo ao ambiente.



5

kroton
passado por reduzir



Aula 3

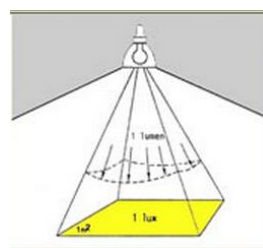
LUMINOTÉCNICA

A- Conceitos Físicos e Subjetivos

4- Nível de iluminamento (E)

É a quantidade de luz ou fluxo luminoso que atinge uma unidade de área de uma superfície por segundo. A unidade de medida é o lux, representada pelo símbolo E. Um lux equivale a 1 lúmen por metro quadrado (lm/m²), os valores relativos à iluminância são encontrados na norma NBR 5413 - Iluminância de Interiores, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, que segue a tendência das normas internacionais.

Temperatura de cor: efeito psicológico que a cor da luz trás para o usuário. Cores quentes – conforto, Cores frias – produtividade (medida em K).



6

kroton
passado por reduzir



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

Alguns Exemplos segundo a ABNT:

Atividade	ABNT	IES	Atividade	ABNT	IES
Escolas	(Lux)	(Lux)	Lojas	(Lux)	(Lux)
Salas de Aula	200	700	Circulação	100	300
Salas de Desenho e Artes	350	1.000	Áreas de Exposição	350	1.000
Refeitórios	100	300	Balcões/Mostruários	600	2.000
Auditórios	60	150	Exposição de Realce	1.500	5.000
Quadro Negro	250	1.500	Depósitos	80	300
Biblioteca	(Lux)	(Lux)	Indústrias	(Lux)	(Lux)
Iluminação em Geral	100	300	Inspeção Comum	300	500
Mesas	300	700	Inspeção Delicada	500	1.000
Fichários	250	700	Montagem Simples	200	500
Escritórios	(Lux)	(Lux)	Montagem Delicada	1.000	5.000
Salas de Trabalho	250	700	Fabricação em Geral	300	500
Salas de Desenho	400	1.500	Depósitos	60	120
Arquivos	200	300	Empacotamento	80	500

7

kroton
podendo reduzir



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

5 – Fator de Reflectância (r)

Superfície	Fatores de Reflectância
Vidro Espelhado, Alumínio Polido	de 0,80 a 0,90
Branco e Fosco Claro	de 0,65 a 0,80
Amarelo, Marmore Claro e Aço Polido	de 0,55 a 0,70
Verde Claro e Alumínio Fosco	de 0,45 a 0,65
Rosa, Cinza Claro e Azul Claro	de 0,40 a 0,50
Madeira Clara, Vermelho e Concreto Claro	de 0,30 a 0,50
Areia Claro, Beje e Tijolo Claro	de 0,30 a 0,40
Granito, Reboque, Concreto e Areia Escuro	de 0,15 a 0,25
Madeira Escura, Verde, Marron e Vermelho	de 0,10 a 0,20

6 – Fator do Local (K)

Relaciona as medidas do recinto a ser iluminado no sentido da determinação prática do fator de utilização (Fu), através dos fatores r.

$$K = \frac{C \cdot L}{h_u (C + L)}$$

C = comprimento do recinto
L = largura do recinto
h_u = altura útil da iluminação

8

kroton
podendo reduzir



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

7 – Fator de Utilização (Fu)

Relaciona os fluxos luminosos incidentes e o total emitido (ou nominal): $Fu = \phi_i / \phi_n$

$$Fu = f(r \text{ e } K)$$

Notação: $r = 751$ representa $r_t = 0,70$ (teto); $r_p = 0,50$ (paredes) e ainda $r_c = 0,10$ (chão).



K ↓	70 W - 80 W								125 W - 160 W							
	r								r							
	751	731	711	551	531	511	331	311	751	731	711	551	531	511	331	311
0,60	,26	,21	,18	,25	,21	,18	,21	,18	,29	,23	,19	,28	,23	,19	,22	,19
0,80	,32	,28	,24	,32	,27	,24	,27	,24	,36	,30	,26	,35	,30	,25	,29	,25
1,00	,37	,33	,30	,36	,32	,29	,32	,29	,42	,36	,31	,41	,35	,31	,35	,31
1,25	,42	,38	,35	,41	,37	,34	,37	,34	,47	,42	,37	,46	,41	,37	,40	,37
1,50	,46	,42	,39	,44	,41	,38	,40	,38	,51	,46	,42	,50	,45	,41	,44	,41
2,00	,50	,47	,44	,49	,46	,44	,46	,43	,58	,53	,49	,56	,52	,49	,51	,48
2,50	,53	,51	,48	,52	,50	,48	,49	,47	,62	,58	,54	,60	,56	,53	,55	,53
3,00	,55	,53	,51	,54	,52	,50	,51	,49	,64	,61	,58	,63	,60	,57	,59	,56
4,00	,58	,56	,54	,56	,55	,53	,54	,52	,68	,65	,62	,66	,64	,61	,62	,61
5,00	,59	,57	,56	,58	,56	,55	,55	,54	,70	,68	,65	,68	,66	,64	,65	,63

9

kroton
possível por reduzir



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

7 – Fator de Utilização (Fu)

Relaciona os fluxos luminosos incidentes e o total emitido (ou nominal): $Fu = \phi_i / \phi_n$

$$Fu = f(r \text{ e } K)$$



K ↓	250 W								400 W							
	r								r							
	751	731	711	551	531	511	331	311	751	731	711	551	531	511	331	311
0,60	,38	,34	,32	,37	,34	,32	,34	,32	,37	,33	,31	,36	,33	,30	,33	,30
0,80	,42	,39	,37	,42	,39	,37	,39	,37	,43	,39	,36	,42	,39	,36	,38	,36
1,00	,46	,43	,41	,46	,43	,41	,43	,41	,47	,44	,41	,46	,43	,41	,43	,41
1,25	,50	,47	,45	,49	,46	,45	,46	,44	,51	,48	,46	,50	,48	,46	,47	,45
1,50	,52	,50	,48	,51	,49	,47	,48	,47	,54	,51	,49	,53	,51	,49	,50	,48
2,00	,55	,53	,52	,54	,53	,51	,52	,51	,58	,56	,54	,57	,55	,53	,54	,53
2,50	,57	,56	,54	,56	,55	,54	,54	,53	,60	,58	,57	,59	,57	,56	,56	,55
3,00	,59	,57	,56	,58	,56	,56	,56	,55	,61	,60	,59	,60	,59	,58	,58	,57
4,00	,60	,59	,58	,59	,58	,57	,57	,57	,63	,62	,61	,62	,61	,60	,60	,59
5,00	,61	,60	,59	,60	,59	,58	,58	,57	,64	,63	,62	,62	,62	,61	,61	,60

10

kroton
possível por reduzir



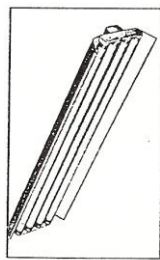
Aula 3

LUMINOTÉCNICA

7 – Fator de Utilização (Fu)

Relaciona os fluxos luminosos incidentes e o total emitido (ou nominal): $Fu = \phi_i / \phi_n$

$Fu = f(r \text{ e } K)$



(W)	1x 20 - 2x 20 - 4x 20										1x 40 - 2x 40 - 4x 40									
K ↓	r										r									
	751	731	711	551	531	511	331	311			751	731	711	551	531	511	331	311		
0,60	,35	,28	,23	,31	,25	,21	,22	,19	,33	,26	,20	,30	,23	,19	,21	,17				
0,80	,43	,36	,30	,38	,32	,27	,28	,24	,41	,33	,27	,37	,30	,25	,27	,23				
1,00	,50	,42	,36	,44	,38	,33	,33	,29	,47	,39	,33	,42	,35	,30	,32	,28				
1,25	,56	,49	,43	,49	,43	,38	,38	,34	,53	,45	,39	,47	,41	,36	,37	,33				
1,50	,61	,54	,48	,54	,48	,43	,42	,38	,57	,50	,44	,52	,46	,41	,41	,37				
2,00	,68	,61	,56	,60	,55	,50	,48	,45	,64	,58	,52	,58	,53	,48	,48	,44				
2,50	,72	,67	,62	,64	,60	,56	,53	,50	,69	,63	,58	,62	,57	,53	,52	,48				
3,00	,76	,71	,66	,67	,63	,60	,56	,53	,72	,67	,62	,66	,61	,57	,55	,52				
4,00	,80	,76	,72	,71	,68	,65	,60	,58	,77	,72	,68	,70	,66	,62	,60	,57				
5,00	,83	,80	,76	,74	,71	,68	,63	,61	,80	,76	,72	,73	,69	,66	,63	,60				



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

7 – Fator de Utilização (Fu)

Relaciona os fluxos luminosos incidentes e o total emitido (ou nominal): $Fu = \phi_i / \phi_n$

$Fu = f(r \text{ e } K)$



(W)	2x 20 - 4x 20 - 2x 65										1x 40 - 2x 40 - 4x 40									
K ↓	r										r									
	751	731	711	551	531	511	331	311			751	731	711	551	531	511	331	311		
0,60	,27	,22	,19	,25	,21	,18	,20	,17	,28	,23	,20	,26	,22	,19	,22	,19				
0,80	,33	,28	,24	,30	,26	,23	,25	,22	,34	,29	,25	,32	,28	,25	,27	,24				
1,00	,37	,32	,28	,34	,30	,27	,28	,26	,38	,33	,30	,36	,32	,29	,31	,28				
1,25	,41	,36	,33	,38	,34	,31	,32	,29	,42	,38	,34	,40	,36	,33	,35	,32				
1,50	,44	,40	,36	,41	,37	,34	,35	,32	,45	,41	,38	,43	,39	,36	,37	,35				
2,00	,49	,45	,42	,45	,42	,39	,39	,37	,50	,46	,43	,47	,44	,41	,42	,40				
2,50	,52	,48	,45	,48	,45	,43	,42	,40	,53	,49	,47	,50	,47	,45	,45	,43				
3,00	,54	,51	,48	,50	,48	,45	,44	,42	,55	,52	,49	,52	,49	,47	,47	,45				
4,00	,57	,54	,52	,53	,51	,49	,47	,46	,57	,55	,53	,54	,52	,50	,50	,48				
5,00	,59	,56	,54	,55	,53	,51	,49	,48	,59	,57	,55	,56	,54	,52	,51	,50				



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

8 – Classificação dos sistemas de Iluminação:

Conforme a distribuição espacial do fluxo luminoso, emitida por uma fonte em relação ao seu plano horizontal (passa pelo centro) temos:

DIVERSOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO			
CURVA FOTOMÉTRICA	CLASSIFICAÇÃO	DISTRIBUIÇÃO DO FLUXO LUMINOSO (%)	
		PARA O SEMI-ESPAÇO SUPERIOR	PARA O SEMI-ESPAÇO INFERIOR
	DIRETA	0-10	100-90
	SEMI-DIRETA	10-40	90-60
	MISTA	40-60	60-40
	SEMI-INDIRETA	60-90	40-10
	INDIRETA	90-100	10-0

13



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

9 – Fator de Depreciação

É a relação entre os fluxos de uma fonte, após funcionar 50% e 10% de sua vida, ou seja, o de meia vida e o nominal: $F_d = \phi M / \phi_n$

Local	Período de Manutenção (anos)											
	Sem Luminária			Sistema de Iluminação Semidireta			Sistema de Iluminação Direta ou Indireta			Sistema de Iluminação Semi-Indireta		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Muito Limpo	0.97	0.96	0.93	0.93	0.88	0.86	0.93	0.87	0.81	0.98	0.96	0.94
Limpo	0.94	0.90	0.87	0.88	0.83	0.79	0.87	0.78	0.70	0.94	0.89	0.88
Médio	0.90	0.85	0.80	0.84	0.78	0.73	0.81	0.68	0.55	0.90	0.86	0.81
Sujo	0.84	0.79	0.75	0.78	0.70	0.75	0.76	0.59	0.49	0.87	0.80	0.77
Muito Sujo	0.72	0.60	0.55	0.72	0.63	0.59	0.69	0.49	0.39	0.83	0.75	0.70

14





Aula 3

LUMINOTÉCNICA

10- Eficiência Luminosa

É a relação entre o fluxo total emitido por uma fonte e a potência por ela absorvida:

$$EF = \text{lm/W}$$

11- Índice de Reprodução de Cores (IRC)

É um número subjetivo de 0 a 100, de uma fonte artificial, em comparação com a ideal, na mesma temperatura de cor.

ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE CORES

100	EXCELENTE	NÍVEL 1	1a - Ra 90 a 100	Testes de cor, floricultura,
	MUITO BOM		1b - Ra 80 a 89	escritórios, residências, lojas
80	BOM	NÍVEL 2	2a - Ra 70 a 79	Áreas de circulação, escadas,
	RAZOÁVEL		2b - Ra 60 a 69	oficinas, ginásios esportivos
60	REGULAR	NÍVEL 3	Ra 40 a 59	Depósitos, postos de gasolina,
	INSUFICIENTE			pátio de montagem industrial
40		NÍVEL 4	Ra 20 a 39	Vias de tráfego, canteiros de
				obras, estacionamentos

15



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

12- Temperatura de Cor (T)

Experimentalmente foi verificado que uma fonte quando trabalha a uma temperatura T, irradia luz, cuja maior densidade se dá no comprimento c , onde: $c \cdot T = 2,88 \times 10^5 = \text{cte}$ (nm.°K).

Exemplos:

Sol (meio dia): $c = 255 \text{ nm}$ —————> $T = 5200^\circ\text{K}$

Lâmpada incandescente: $c = 993 \text{ nm}$ —————> $T = 2900^\circ\text{K}$

Lâmpada Vapor de mercúrio: $c = 703 \text{ nm}$ —————> $T = 4100^\circ\text{K}$

Lâmpada	T(°K)	IRC	EF (lm/W)
Incandescente Comum	2.800	98	20
Incandescente Halógena	3.200	100	24
Fluorescente Luz do Dia	6.500	64	64
Fluorescente Branca Natural	4.200	96	42
Vapor de Mercúrio	4.100	47	45
Vapor Múltiplo	5.100	90	90
Vapor de Sódio (baixa pressão)	3.200	—	180
Vapor de Sódio (alta pressão)	2.200	35	110

16





Aula 3

LÂMPADAS

1 - Lâmpada Incandescente:

Dentro de um bulbo sob vácuo ou com resíduos de gases inérges, é alojado um filamento de tungstênio, que na incandescência atinge cerca de 2600°C. Com o tempo, o material do filamento desprende-se e deposita-se no bulbo, reduzindo o fluxo luminoso e a vida útil. A lâmpada incandescente emite luz branca amarelada e reproduz bem as cores "quentes", sendo indicada para iluminação industrial, projetores e instalações gerais de baixo custo.

2 - Lâmpada Halógena: (-90% calor - 100% luminosidade)

É uma lâmpada incandescente "melhorada", ou seja, no interior do bulbo de quartzo são encerradas partículas de iodo que se combinam com o material despreendido do filamento, produzindo-se o iodeto de tungstênio, o qual deposita-se no filamento, tendo-se assim um ciclo regenerativo, capaz de aumentar ao dobro a vida da lâmpada e melhorar ainda a quantidade da iluminação.

A lâmpada halógena emite luz branca, é indicada para faróis, refletores, projetores para fotografias, cinema, teatro e TV, podendo ser empregada em vitrinas, fachadas, etc.

17

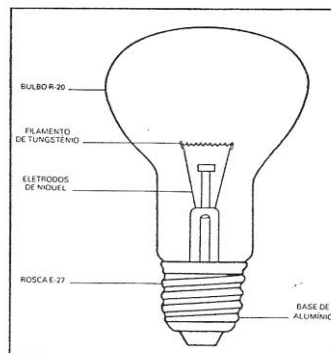
kroton
passado por reduzir



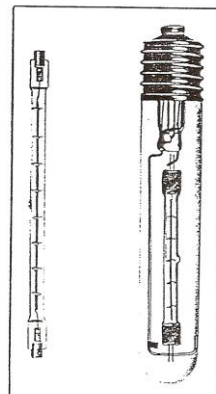
Aula 3

LÂMPADAS

Lâmpada Incandescente:



Lâmpada Halógena:



18

kroton
passado por reduzir



Aula 3

LÂMPADAS

4 - Lâmpada Vapor de Mercúrio:

A descarga é feita no bulbo interno de quartzo, através do vapor de mercúrio sob alta pressão e emite radiações ultra-violeta que após convertidas em visíveis são de cor branca azulada.

Reproduz bem as cores "frias" e é indicada para iluminação pública, industrial e grandes áreas.

5 - Lâmpada Vapor Múltiplo: (só as cores cores)

A descarga é feita num bulbo mais interno através do vapor de mercúrio sob alta pressão com aditivos metálicos de índio, tálio e sódio, cuja luz depois de corrigida apresenta um espectro quase contínuo, capaz de reproduzir razoavelmente as cores "quentes" e "frias". É indicada para áreas internas e externas de grande extensão, inclusive iluminação pública e estádios.

6 - Lâmpada Vapor de Sódio - Baixa Pressão:

A descarga é feita num bulbo mais interno em forma de "U", através do vapor de sódio sob baixa pressão e gases inertes que produzem diretamente uma luz monocromática amarelo-dourado, que não reproduz bem a maioria das cores (cores acinzentadas), porém realça os contrastes necessários em túneis, passagens, vias expressas, ferrovias, aeroportos, etc.

19



Aula 3

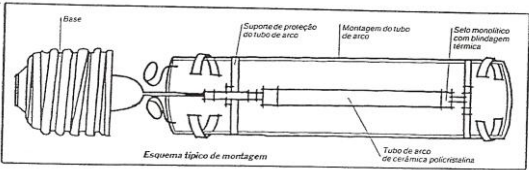
LÂMPADAS

7 - Lâmpada Vapor de Sódio - Alta Pressão:

A descarga é feita num bulbo mais interno (de óxido de alumínio sintetizado), através do vapor de sódio de alta pressão.

A luz depois de corrigida (com a ajuda de raios infra-vermelhos), é de cor branca dourada (policromática), sendo capaz de reproduzir melhor as cores que a vapor de sódio de baixa pressão, quase se assemelhando com a de vapor múltiplo.

As aplicações são intermediárias às de vapor múltiplo e de sódio baixa pressão.



20





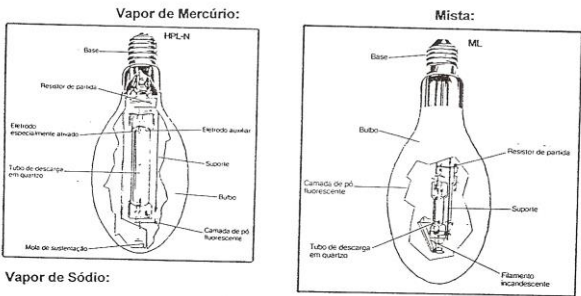
Aula 3

LÂMPADAS

8 - Lâmpada Vapor de Mercúrio Mista:

É uma lâmpada de descarga, através do vapor de mercúrio, sob alta pressão, que contém em série com o bulbo de descarga, um filamento capaz de substituir o reator (limita a corrente), enquanto emite luz incandescente.

As aplicações são intermediárias entre as de vapor de mercúrio (pura) e as incandescentes.



21



Aula 3

LÂMPADAS

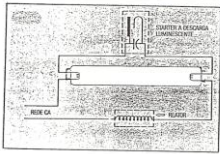
9 - Lâmpada Fluorescente:

A descarga é feita num bulbo de cristal, através do mercúrio, sob baixa pressão, que emite radiações ultra violeta.

As radiações depois de convertidas em visíveis, são de várias tonalidades e eficiência dependendo dos materiais fluorescentes presentes nas paredes internas do bulbo.

Cor	Tonalidade	T (°K)	IRC	EF (lm/W)	Aplicações	
Branca Quente	Suave de Luxo	27	2.700	94	Residencial/Ambientes de Estar	
	Normal		2.950	53	75	Iluminação Pública e Industrial
	Especial		2.950	86	49	Museus, Laboratórios, Etc
Branca	Luxo	34	3.800	85	50	Museus, Laboratórios, Etc
	Fria Normal	33	4.200	67	75	Iluminação Pública e Industrial
	Natural Especial	37	4.200	96	42	Ind. Gráficas, Salas de Desenho, Lojas de Roupas, Etc.
Luz Do Dia	Luxo		6.400	50	50	Salas de Reprodução de Cores
	Normal	54	6.500	64	64	Escritórios, Lojas, Etc
	Especial	57	7.400	42	42	Salas de Reprodução de Cores

Circuito De Uma Lâmpada Fluorescente Com Reator e Starter:



22





Aula 2

LÂMPADAS

10 - Comparação Entre Lâmpadas:

Característica	Incandescente	Halógena	V. Mercúrio Mista	V. Mercúrio (A.P.)	Vapor Múltiplo	V. Sódio BP/AP	Fluorescente
Acessórios	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não/Sim	Sim
Eficiência (lm/W)	8 a 20	17 a 22	18 a 25	44 a 65	70 a 100	100/185	50 a 75
Vida Útil (horas)	1.000	2.000	6.000	15.000	9.000	9.000/13.000	7.500
Posição Instalação	Universal	Horizontal	Universal exceto 160W	Universal	Depende do Tipo	Horizontal /Universal	Universal
Io/In	Até 14	Até 14	Até 1,5	Até 2	Até 2	Até 1	Até 2
Reacendimento	Imediato	Imediato	Retardado	Retardado	Retardado	Imediato/Retardado	Imediato
Influência da Tensão	Fluxo e Vida	Fluxo e Vida	Fluxo e Vida	Fluxo	Fluxo	Pouco no Fluxo	Pouco no Fluxo

23



Aula 2

LÂMPADAS – Cálculo de Iluminação pelo Método dos “Lumens” (Fluxo Total)

1 - Tabela de Fluxos:

Incandescente			Incandescente Halógena	Vapor de Mercúrio Mista	Vapor de Mercúrio A.P.	Vapor Múltiplo	Vapor de Sódio A.P.	Fluorescente		
Pot.	120V	220V						W	nº	lm
W	lm	lm	k lm/kW	k lm/W	k lm/W	k lm/kW	k lm/W	15	54	770
15	135	120	22/1,0	2,9/160	3,5/80	*28/0,4	*23/250	33	54	900
25	265	230	33/1,5	5,2/250	6,25/125	30/0,4	23,5/250	20	27	650
40	495	430	44/2,0	12,5/500	13,5/250	88/1,0	*43/400	37	34	650
60	830	730	260/10,0		23,0/400	**180/2,0	47/400	34	54	760
75	1080	960			42,5/700	190/2,0		54	33	1000
100	1560	1380			57,0/1000			33	33	1120
150	2360	2100			120/200			30	54	1900
200	3300	2950						33	27	1700
300	5150	4750						40	37	1700
500	9300	8400						34	34	2020
1000	20000	18800						54	54	2550
1500	31500	30000						33	33	3000
								65	54	4050
								33	33	5000
								105	54	7600
								33	33	8900
								115	54	5900
								33	33	7100
								140	54	7500
								33	33	8700
								54	54	9000
								33	33	10800

24





Aula 2

LÂMPADAS

Metódo do Cálculo de Iluminação de Interiores pelo Fluxo Total

- 1 - Calcular o número de luminárias necessário, bem como sua distribuição, de modo a iluminar um escritório de 12x10m e pé direito de 2,88m onde o teto é branco fosco claro, as paredes cinza claras e o chão preto. A luminária escolhida pelo usuário é do tipo aberta (sem difusor), com lâmpada fluorescente luz do dia normal (cor #54). Em medições realizadas "in loco", verificou-se que a distância do chão ao plano de trabalho é de 70cm.

25



Aula 2

LÂMPADAS

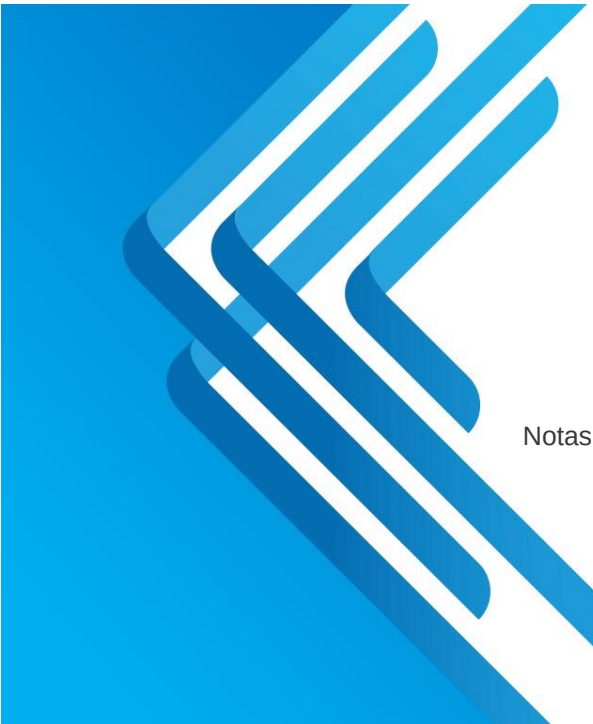
As luminárias devem ser dispostas em filas regulares e harmoniosas. Como o método dos lumens baseia-se no iluminamento médio, deve ser verificado se os espaçamentos (a,b) entre eixos, em função da altura útil (hu) da luminária, atende o grau de uniformidade desejado.

Em caso negativo, deve-se adotar um número maior de luminárias. Para não se ter o custo e iluminamento elevado, deve-se utilizar luminárias com lâmpadas de menor potência e/ou um número menor de lâmpadas por luminária.

Uniformidade	Ótima	Boa	Razoável	Ruim
a,b	< 0,5 hu	de 0,5 hu a 1,0 hu	de 1,0 hu a 1,5 hu	> 1,5 hu

26





Bibliografia
desta aula:

Notas de aula Eletrotécnica – Fei-
Profº. Reinaldo Lopes.

