



GRADUAÇÃO PRESENCIAL
2º semestre- 2015

Tópicos Complementares de
Engenharia de Controle e Automação–
10º semestre

Profº. Ms.Cristiano Malheiro

cmalheiro@aedu.com

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

1



Aula 3

Luminotécnica

Pág. 160- Hélio Creder
Baseado na NBR5413***





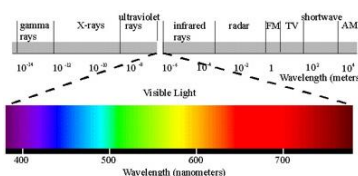
Aula 3

LUMINOTÉCNICA

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

kroton
paixão por educar



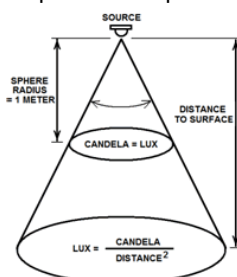
Aula 3

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).



4

kroton
paixão por educar



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 .

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



5

kroton
paixão por educar



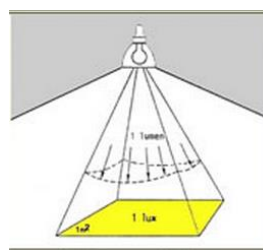
Aula 3

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/m^2), 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.



6

kroton
paixão por educar



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
passão por educar



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

ton
e educar



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.

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

C = comprimento do recinto

L = largura do recinto

hu = altura útil da iluminação



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

7 – Fator de Utilização (Fu)

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

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

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





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	651	631	511	331	311			751	731	711	651	631	511	331	311		
0,60	,38	,34	,32	,37	,34	,32	,34	,32	,37	,33	,31	,36	,33	,30	,33	,30	,33	,30		
0,80	,42	,39	,37	,42	,39	,37	,39	,37	,43	,39	,36	,42	,39	,36	,38	,36	,38	,36		
1,00	,46	,43	,41	,46	,43	,41	,43	,41	,47	,44	,41	,46	,43	,41	,43	,41	,43	,41		
1,25	,50	,47	,45	,49	,46	,45	,46	,44	,51	,49	,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				



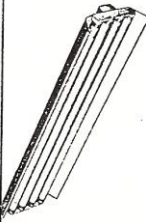
Aula 3

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) K ↓	1x 20 - 2x 20 - 4x 20										1x 40 - 2x 40 - 4x 40									
	r										r									
	751	731	711	651	631	511	331	311			751	731	711	651	631	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	,49	,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					
	751	731	711	651	511	311
0,60	,27	,22	,19	,25	,21	,18
0,80	,33	,28	,24	,30	,26	,23
1,00	,37	,32	,28	,34	,30	,26
1,25	,41	,36	,33	,38	,34	,31
1,50	,44	,40	,36	,41	,37	,34
2,00	,49	,45	,42	,45	,42	,39
2,50	,52	,48	,45	,48	,45	,43
3,00	,54	,51	,48	,50	,48	,45
4,00	,57	,54	,52	,53	,51	,49
5,00	,59	,56	,54	,55	,53	,51

kroton
paixão por educar



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

kroton
paixão por educar



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: $Fd = \phi M / \phi n$

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



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

10 – Eficiência Energética

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
80	MUITO BOM		1b - Ra 80 a 89
60	BOM	NÍVEL 2	2a - Ra 70 a 79
40	RAZOÁVEL		2b - Ra 60 a 69
	REGULAR	NÍVEL 3	Ra 40 a 59
	INSUFICIENTE	NÍVEL 4	Ra 20 a 39





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: $c.T = 2,88 \times 10^8 = cte$ (nm.^oK).

Exemplos:

Sol (meio dia): c = 255 nm -----> T = 5200°K

Lâmpada incandescente: c = 993 nm -----> T = 2900°K

Lâmpada Vapor de mercúrio: c = 703 nm -----> T = 4100°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



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

13- Comparação entre Lâmpadas

Caracte- rística	Incandes- cente	Halógena	V. Mercú- rio Mista	V. Mercú- rio (A.P.)	Vapor Múltiplo	V. Sódio BP/AP	Fluores- cente
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
Reacendi- mento	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





Aula 3

LUMINOTÉCNICA

14- Tabela de Fluxos

Incandescente			Incandescente Halógena	Vapor de Mercúrio Mista	Vapor de Mercúrio A.P.	Vapor Multiplo	Vapor de Sódio A.P.	Fluorescente		
Pot.	120V	220V						W	nº	lm
	W	lm	lm	k lm/kW	k lm/W	k lm/kW	k lm/W			
15	135	120	22/1,0	2,9/160	3,5/80	*28/0,4	*23/250	15	54	770
								20	27	650
25	265	230	33/1,5	5,2/250	6,25/125	30/0,4	23,5/250	37	650	
								34	760	
40	495	430	44/2,0	12,5/500	13,5/250	88/1,0	*43/400	54	1000	
								33	1120	
60	830	730	260/10,0		23,0/400	**180/2,0	47/400	30	54	1900
								33	2250	
75	1080	960			42,5/700	190/2,0		40	27	1700
								37	1700	
100	1560	1380			57,0/1000			34	2020	
								54	2550	
150	2360	2100			120/200			33	3000	
								65	54	4050
200	3300	2950						33	5000	
								105	54	7600
300	5150	4750						33	8900	
								115	54	5900
500	9300	8400						33	7100	
								140	54	7500
1000	20000	18800						33	8700	
								160	54	9000
1500	31500	30000						33	10600	



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

15- Critérios de Uniformidade:

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





Aula 3

LUMINOTÉCNICA

Exercício:

Metódo do Cálculo de Iluminação de Interiores pelo Fluxo Total

- ✍ - 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.



Aula 3

LUMINOTÉCNICA

Atividade:

Entregar resumo individual sobre tipos de lâmpadas, individual e nos padrões do TCC (biblioteca).

Pode utilizar Bibliografia Recomendada!!!

***** Ajudar na nota da Prova!!**





kroton
paixão por educar

Bibliografia desta aula:

- CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. 15ª edição. São Paulo: LTC, 2013.

23



24