

**PEA 3496**

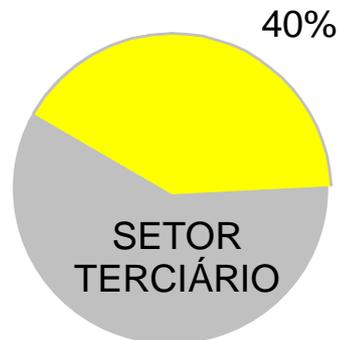
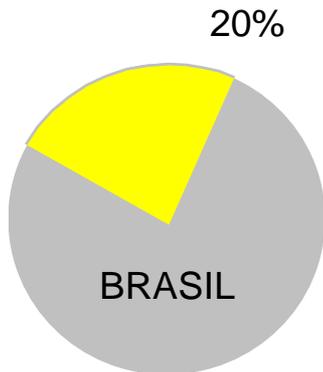
**Energia e Meio Ambiente: Sistemas Energéticos e seus  
Efeitos Ambientais**

Prof. Marco Saidel  
Arq. Juliana Iwashita

**Iluminação**

# Introdução

- Visão → um dos sentidos mais importantes
- Influência profunda no desempenho de usuários
- Existência de sistemas inadequados
  - Mal dimensionados
  - Falta de manutenção
  - Energeticamente ineficientes
- Elevada participação no consumo de edificações



**Existência de considerável  
potencial de conservação**

# Conceitos e grandezas

Luz

Intensidade luminosa

Fluxo luminoso

Iluminância

Luminância

Refletância

Eficiência luminosa

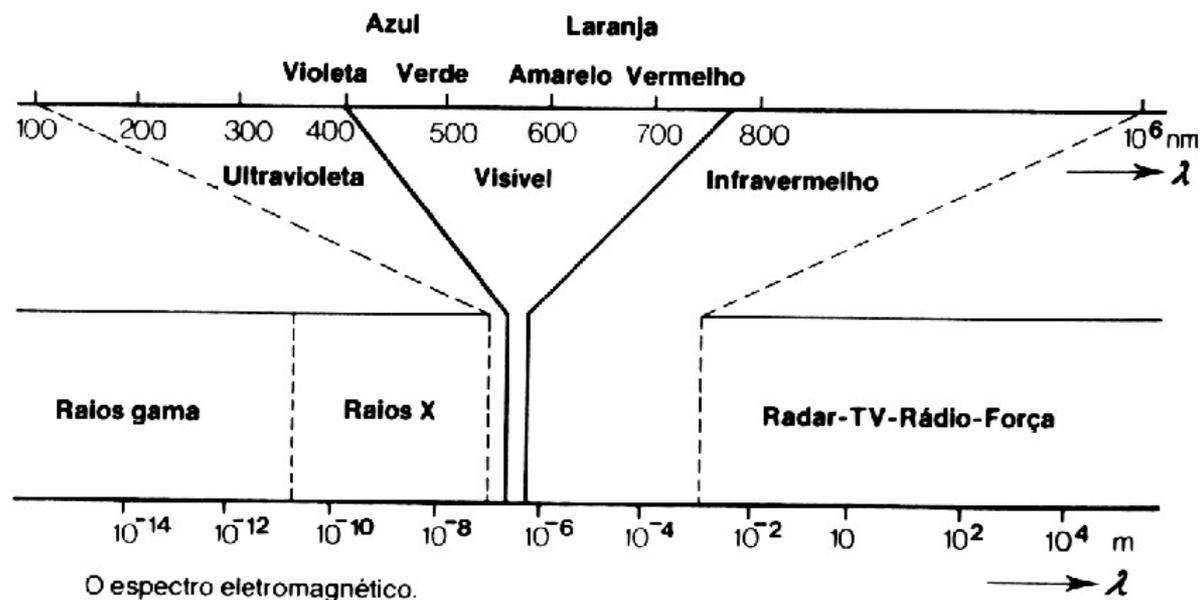
Índice de reprodução de cor

Temperatura correlata de cor

# Conceitos e grandezas

## Luz

Radiação eletromagnética compreendida entre os comprimentos de onda de 380nm a 760nm, capaz de estimular a retina do olho humano, produzindo sensações visuais.



# Conceitos e grandezas

## **Intensidade luminosa**

“Limite da relação entre o fluxo luminoso em um ângulo sólido em torno de uma direção dada e o valor desse ângulo sólido, quando esse ângulo sólido tende a zero”. [ABNT]



**É a radiação luminosa emitida em um determinado ângulo sólido e numa determinada direção.**

Unidade: candela (cd)

# Conceitos e grandezas

## Fluxo luminoso

“Grandeza derivada do fluxo radiante pela avaliação da radiação de acordo com a sua ação sobre um receptor seletivo, cuja sensibilidade espectral é definida pelas curvas de eficácia luminosa espectral padrão C.I.E.” [ABNT]



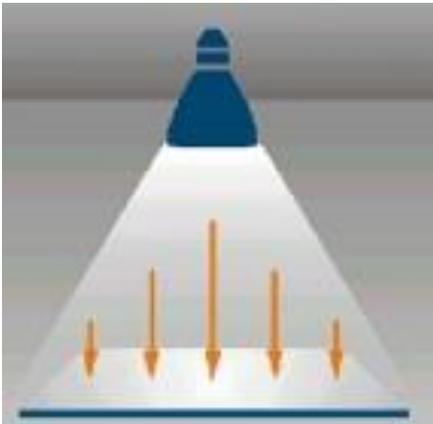
**O fluxo luminoso é a quantidade total de luz emitida por uma fonte em sua tensão nominal de funcionamento.**

Unidade: lúmen (lm)

# Conceitos e grandezas

## Iluminância

“Limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado, para a área da superfície quando esta tende para o zero.” [ABNT]



**Fluxo luminoso incidente por unidade de área iluminada**

Unidade: lux (lx)

# Conceitos e grandezas

## Luminância

“Limite da relação entre a intensidade luminosa com a qual irradia, em uma direção determinada, uma superfície elementar contendo um ponto dado e a área aparente dessa superfície para uma direção considerada, quando essa área tende a zero.” [ABNT]



**É a intensidade luminosa de uma fonte de luz produzida ou refletida por uma superfície iluminada, sendo função da iluminância e das características de reflexão das superfícies.**

Unidade:  $\text{cd}/\text{m}^2$

# Conceitos e grandezas

## Refletância ou Fator de reflexão

“Razão do fluxo luminoso ou radiante refletido, para o fluxo incidente” [ABNT]

Estes fatores são dados geralmente em tabelas, cujos valores são função das cores e dos materiais utilizados

<b>Cores</b>	<b>%</b>	<b>Materiais</b>	<b>%</b>
Branco	75-85	Espelho de vidro	80-90
Creme claro	70-75	Plástico metalizado	75-85
Amarelo Claro	65-75	Alumínio polido	65-85
Cinza claro	55-75	Branco sintético	70-85
Verde Claro	50-65	Concreto novo	40-50
Azul claro	50-60	Estuque novo (branco)	70-80
Cinza médio	40-55	Ferro esmaltado	60-80
Verde médio	40-50	Asfalto	4-10
Azul médio	35-50		
Vermelho	10-20		

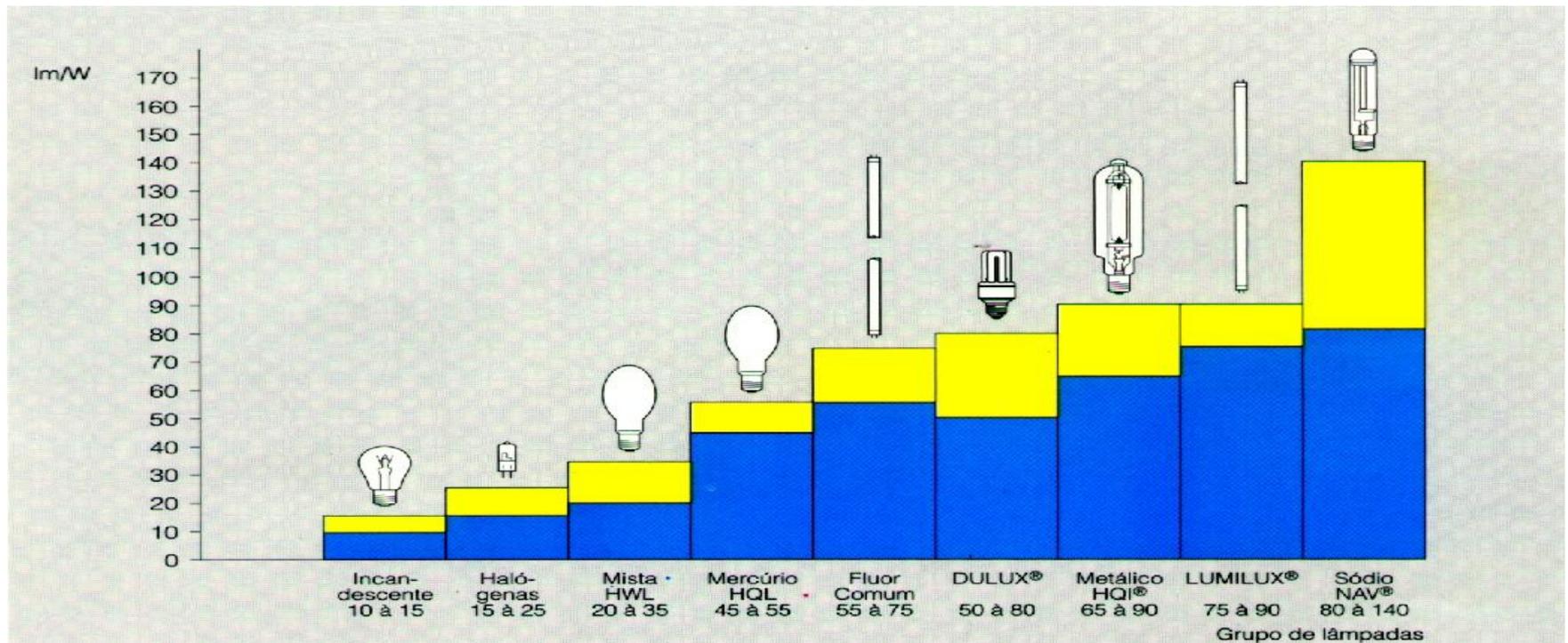
Refletâncias típicas com luz branca [Moreira]

# Conceitos e grandezas

## Eficiência luminosa

Relação entre o fluxo luminoso total emitido por uma fonte e a potência por ela consumida.

Unidade: lúmen / watt (lm/W)



Eficiência Energética das principais fontes de luz [Osram]

# Conceitos e grandezas

## Índice de reprodução de cores

É a medida de correspondência entre a cor real de um objeto ou superfície e sua aparência diante uma fonte de luz.

O índice de reprodução de cor corresponde a um número abstrato, variando de 0 a 100.

Lâmpadas com IRC próximos de 100 apresentam as cores com a fidelidade e precisão da luz natural.

Quanto mais baixo o IRC, mais deficiente é a reprodução de cores.

Varia de 0 a 100

- **excelente:** maior que 75
- **bom:** entre 65 a 75
- **regular:** entre 55 e 65
- **pobre:** menor que 55

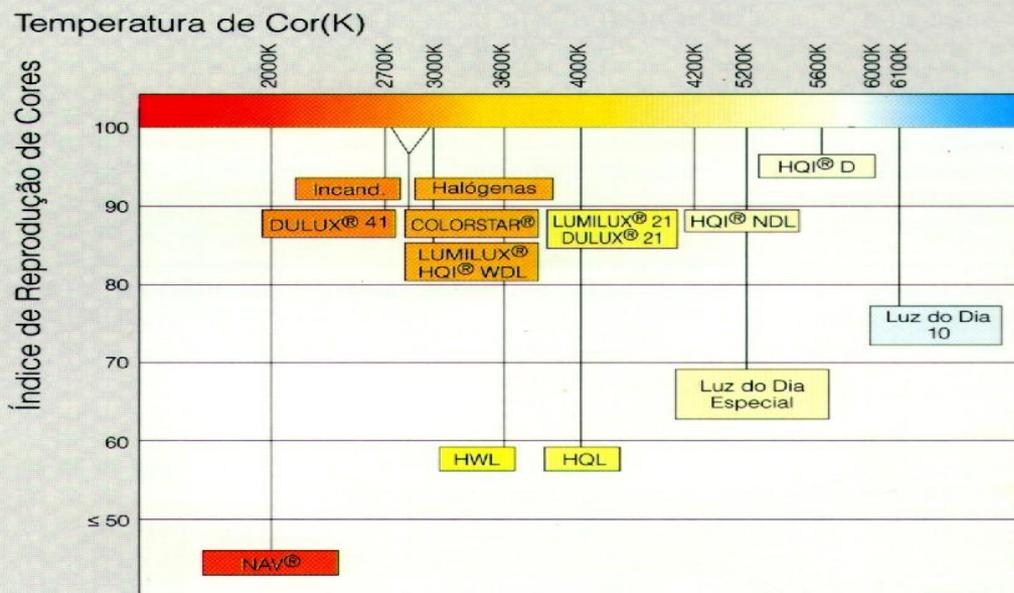
# Conceitos e grandezas

## Temperatura Correlata de Cor

É a grandeza que expressa a aparência de cor de uma luz.

Quanto mais alta a temperatura de cor, mais branca é a cor da luz, enquanto que quanto mais baixa a temperatura de cor mais amarelada é a sua cor.

Unidade: Kelvin (K)



A temperatura de cor não possui nenhuma relação com o índice de reprodução de cores.

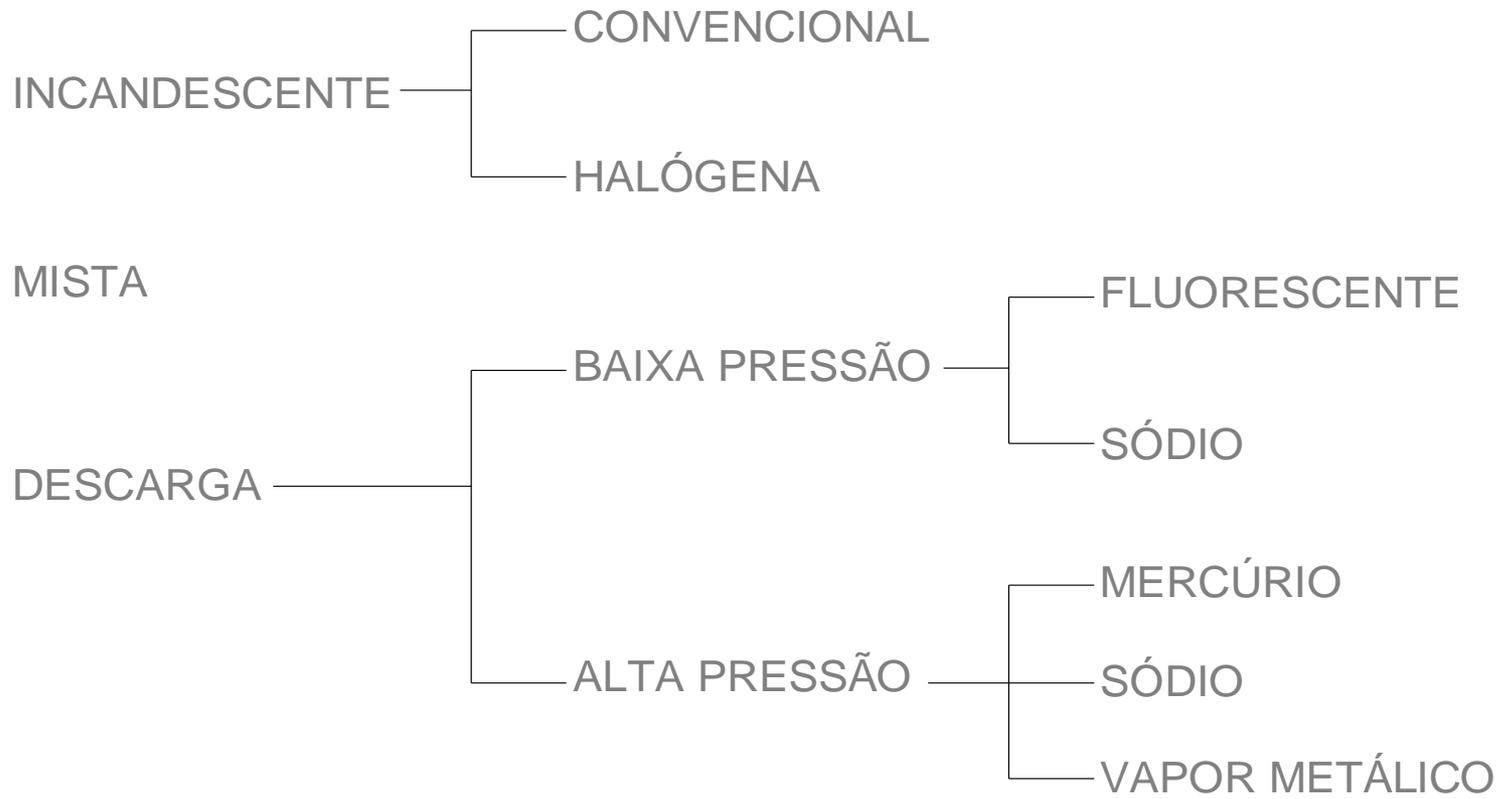
Tonalidade de cor e reprodução de cores [Osram]

# Tecnologias

# Componentes mais comuns de sistemas de iluminação

- Lâmpadas
  - Incandescentes
  - Mistas
  - Descarga
- Reatores
  - Eletromagnéticos
  - Eletrônicos
- Luminárias
  - Convencionais
  - Reflexivas
- Dispositivos de controle
  - Sensores de presença
  - Sistemas de gerenciamento

# Classificação genérica



# Lâmpadas comerciais mais comuns no mercado

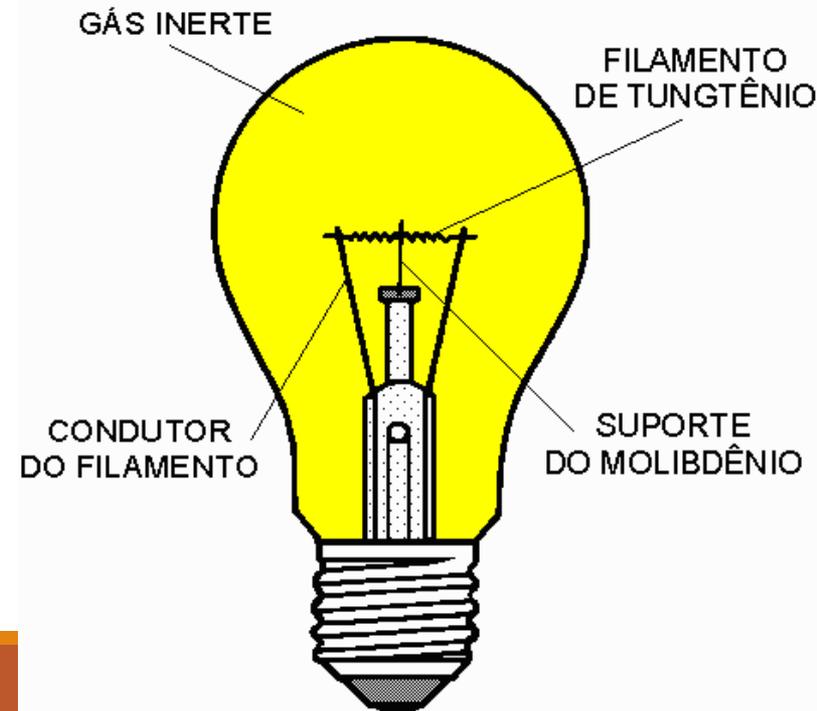
TIPO DE LÂMPADA	POTÊNCIA [W]		TCC [K]	IRC	VIDA MÉDIA [horas]	FLUXO LUMINOSO [lm]	RENDIMENTO [lm/W]	
	LÂMPADA	REATOR <sup>(1)</sup>					LÂMPADA	GLOBAL
Incandescente Convencional (OSRAM)	60	n	3.000	100	1.000	730	12	12
	100	n	3.000	100	1.000	1.380	14	14
	150	n	3.000	100	1.000	2.220	15	15
	200	n	3.000	100	1.000	3.150	16	16
	300	n	3.000	100	1.000	5.000	17	17
	500	n	3.000	100	1.000	8.400	17	17
Halógena (GE)	300	n	2.900	100	2.000	5.000	17	17
	500	n	2.950	100	2.000	9.500	19	19
	1.000	n	3.050	100	2.000	21.000	21	21
	1.500	n	3.050	100	2.000	33.000	22	22
	2.000	n	3.050	100	2.000	44.000	22	22
Mista (SYLVANIA)	160	n	3.500	60	8.000	2.900	18	18
	250	n	3.500	60	8.000	5.200	21	21
	500	n	3.500	60	8.000	12.500	25	25

TIPO DE LÂMPADA	POTÊNCIA [W] LÂMPADA REATOR <sup>(1)</sup>		TCC [K]	IRC	VIDA MÉDIA [horas]	FLUXO LUMINOSO [lm]	RENDIMENTO [lm/W] LÂMPADA GLOBAL	
Fluorescente convencional (OSRAM)	20	12	5.250	72	7.500	1.060	53	33
	40	11	5.250	72	7.500	2.700	68	53
	110	25	5.250	72	7.500	8.300	75	62
Fluorescente eficiente (OSRAM)	16	15	4.000	85	7.500	1.200	75	39
	18	10	4.000	85	7.500	1.350	75	48
	32	15	4.000	85	7.500	2.700	84	57
	36	11	4.000	85	7.500	3.350	93	71
	58	13	4.000	85	7.500	5.200	90	73
Fluorescente compacta (OSRAM)	11	i	4.000	85	10.000	600	55	55
	15	i	4.000	85	10.000	900	60	60
	18	5	4.000	85	10.000	1.200	67	52
	23	i	4.000	85	10.000	1.500	65	65
	26	7	4.000	85	10.000	1.800	69	55
	36	11	4.000	85	10.000	2.800	78	60
Vapor de mercúrio (SYLVANIA)	125	15 <sup>(2)</sup>	4.000	45	12.000	5.800	46	41
	250	24 <sup>(2)</sup>	4.000	45	12.000	12.100	48	44
	400	26 <sup>(2)</sup>	4.000	45	15.000	21.700	54	51
Vapor de sódio alta pressão (PHILIPS)	250	21	2.000	23	16.000	27.500	110	102
	400	43	2.000	23	16.000	48.000	120	108
	1.000	70	2.000	23	16.000	125.000	125	117
Multivapor metálico (OSRAM)	70	15	3.000	80	10.000	5.000	71	59
	70	15	4.300	85	10.000	5.500	79	65
	150	20	3.000	80	10.000	11.000	73	65
	150	20	4.300	85	10.000	11.250	75	66
	250	25	3.000	80	10.000	20.000	80	73
	250	25	4.300	85	10.000	20.000	80	73
	400	40	4.300	85	10.000	38.000	95	86

# Iluminação - Componentes

## Lâmpadas INCANDESCENTES CONVENCIONAIS

- Menor rendimento luminoso (entre 12 e 17 lm/W)
- Inadequadas para ambientes climatizados  
(lâmpadas de 100W: 5% luz e 95% calor = 1 pessoa)
- Menor vida-média (800 a 1.000 horas)
- **Vantagens:**
  - Muito baratas
  - Fácil manutenção
  - Excelente IRC
- **Uso:**
  - Lugares de pouco uso
  - iluminação decorativa
  - iluminação “quente”



# Iluminação - Componentes

## Lâmpadas INCANDESCENTES HALÓGENAS

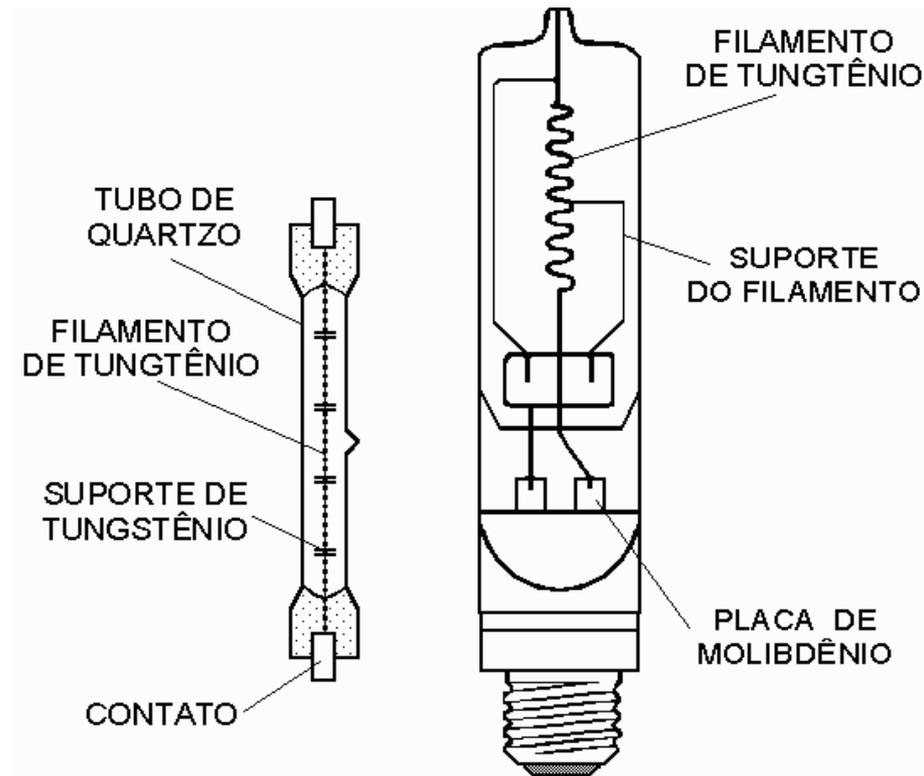
- Presença de radicais de compostos halogenos
- Pequena depreciação luminosa
- Rendimento luminoso pequeno (entre 12 e 22 lm/W)
- Vida média de 2.000 horas

### • Vantagens:

- Excelente IRC
- Alta intensidade luminosa

### • Uso:

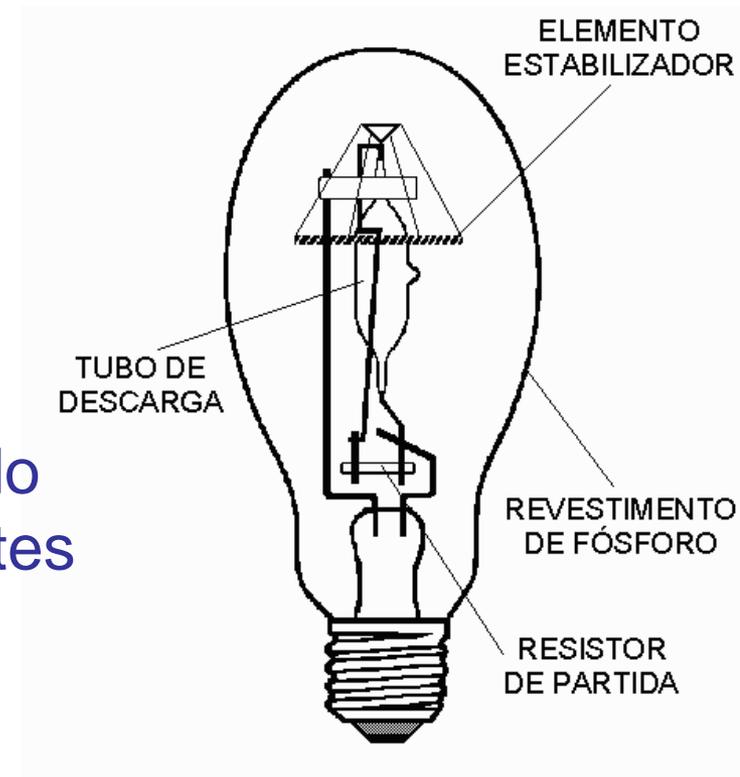
- Iluminação decorativa
- Vitrines de lojas
- Iluminação intermitente



# Iluminação - Componentes

## Lâmpadas MISTAS

- Tecnologia híbrida
- Elemento resistivo (filamento) limita a corrente de descarga
- Baixo rendimento luminoso (entre 18 e 25 lm/W)
- Boa vida média de 6.000 horas
- IRC regular (60)
- Tempos de estabilização e reacendimento: ~ 5 minutos
- **Vantagens:**
  - Fluxo luminoso relativamente elevado
  - Substituição direta das incandescentes

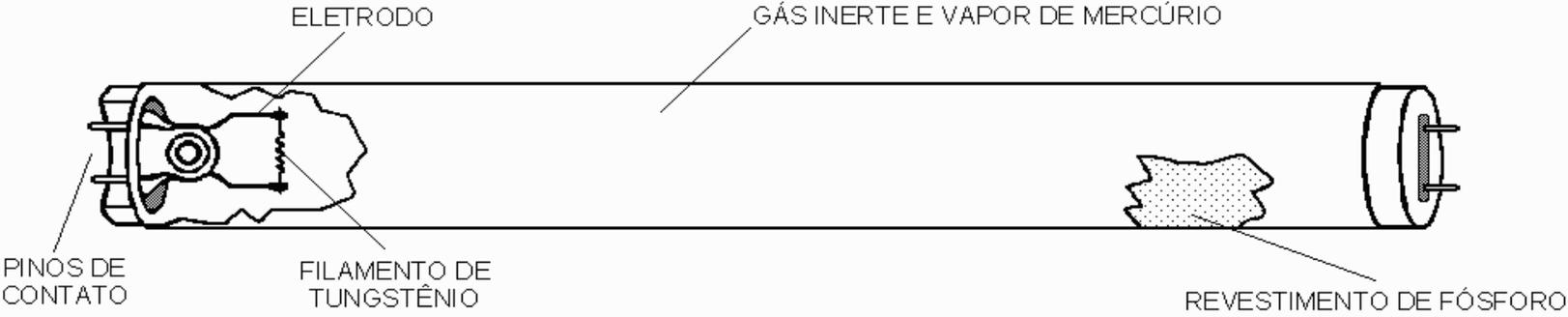


# Iluminação - Componentes

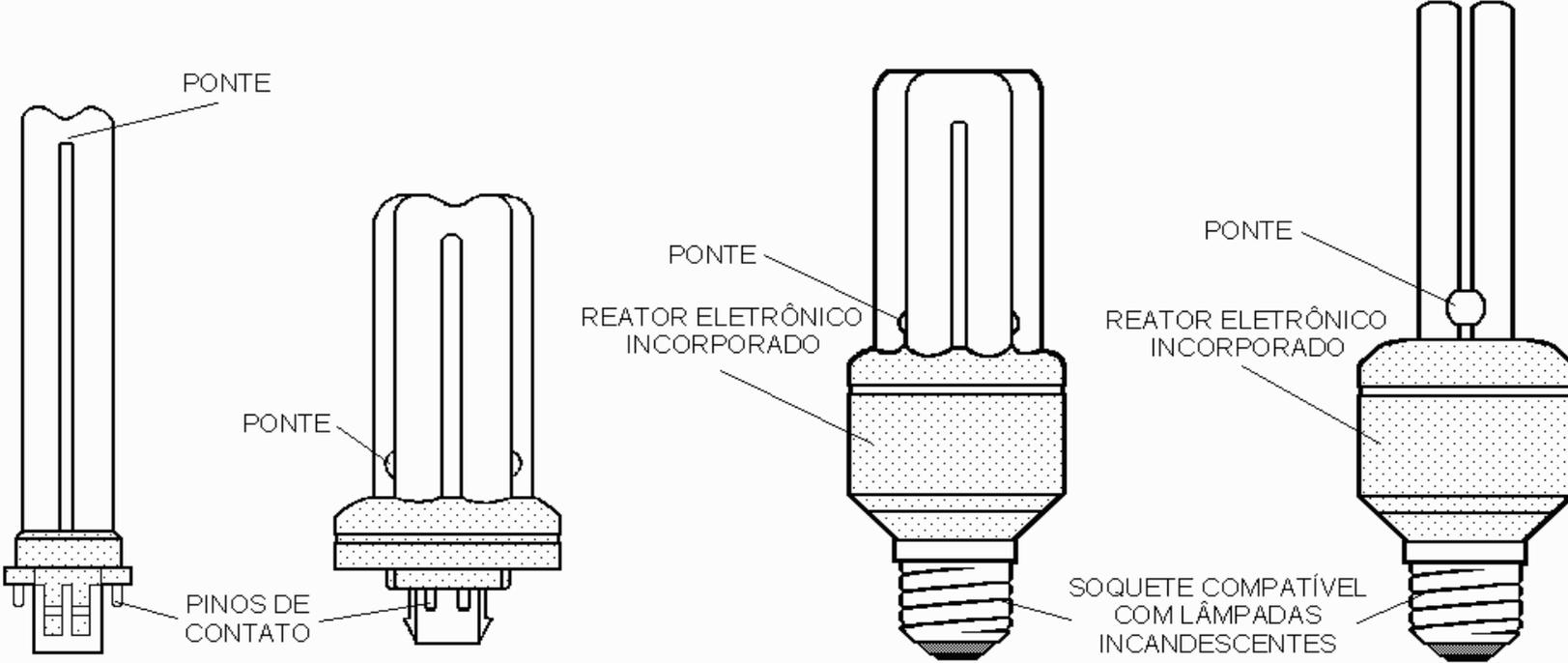
## Lâmpadas FLUORESCENTES

- Tecnologia mais utilizada nos edifícios comerciais
- Convenientes para ambientes climatizados  
(1 lâmpada de 40W: 25% radiação visível 75% calor)
- Quanto maior o IRC menor o fluxo luminoso emitido
- Desenvolvimento de lâmpadas mais eficientes (a base de terras raras) não apresentam esse inconveniente
- Rendimento luminoso
  - entre 30 e 73 lm/W para reatores eletromagnéticos
  - atinge 93 lm/W para reatores eletrônicos
- Excelente IRC (85) e vida média de 7.500 horas
- **Lâmpadas T5 (5/8"):**
  - mais eficientes e menos agressivas ao ambiente (80% menos Hg)

# Lâmpadas fluorescentes - aspectos construtivos



**a) CONVENCIONAL**



**b) COMPACTA**

# Iluminação - Componentes

## Lâmpadas FLUORESCENTES COMPACTAS

- Apareceram em meados da década de 80 (desenvolvimento dos trifósforos)
- Substitutas diretas das lâmpadas incandescentes convencionais:
  - possuem reator eletrônico incorporado
  - soquete compatível
- Até 5 vezes mais eficientes
- Dez vezes mais duráveis
- Excelente IRC (85)
- Existência de modelos com baixo TCC (2.700 K)
- **Desvantagem:**
  - Ainda são caras (análise de custo benefício)

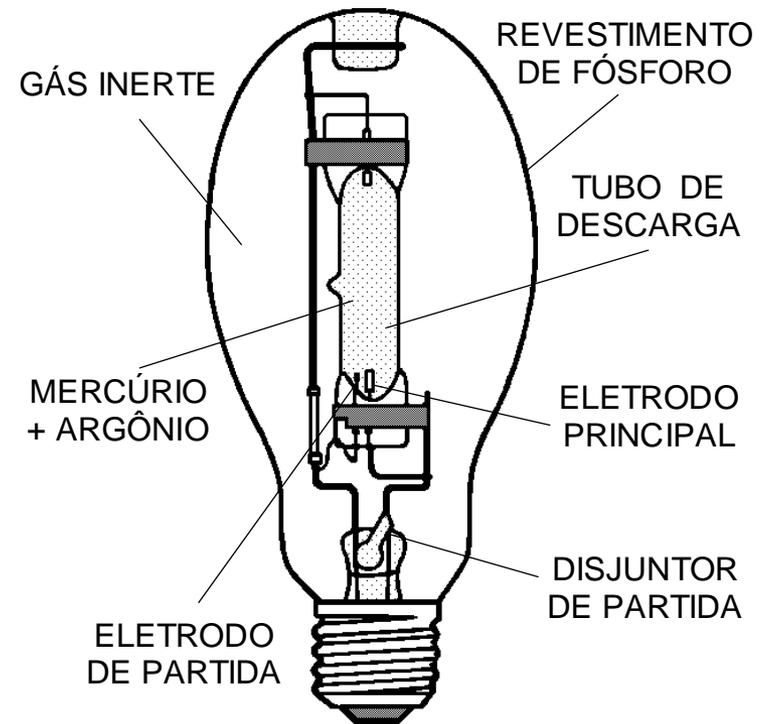
# Iluminação - Componentes

## Lâmpadas DE MERCÚRIO DE ALTA PRESSÃO

- Eficiência luminosa ligeiramente inferior a das lâmpadas fluorescentes convencionais
- Tonalidade verde-azulada
- Pobre IRC (45)
- Tempos de reacendimento e estabilização: ~5 minutos

### • Uso típico:

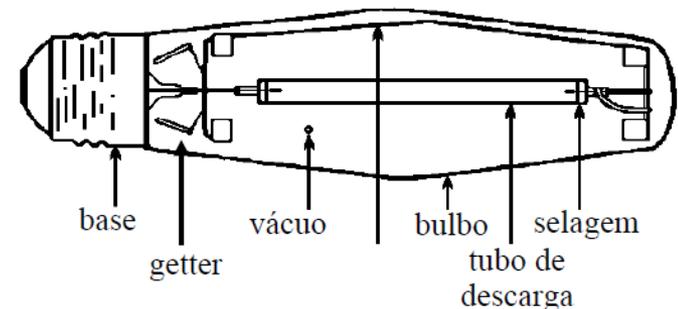
- Estacionamentos
- Quadras esportivas
- Iluminação pública



# Iluminação - Componentes

## Lâmpadas DE SÓDIO DE ALTA PRESSÃO

- Elevada eficiência luminosa (entre 102 e 117 lm/W)
- Grande durabilidade (vida média = 16.000 horas)
- IRC muito pobre (23), existindo modelos com IRC mais elevado (70)
- Existência de modelos que substituem diretamente lâmpadas de Mercúrio (250 W e 400W)
  - economia de energia (15% e 12%)
  - aumento do fluxo luminoso (50% e 127%)
- **Uso típico:**
  - Estacionamentos
  - Iluminação pública, túneis
  - Monumentos
  - Certos tipos de indústria
  - Aplicações que não necessitem fidelidade cromática



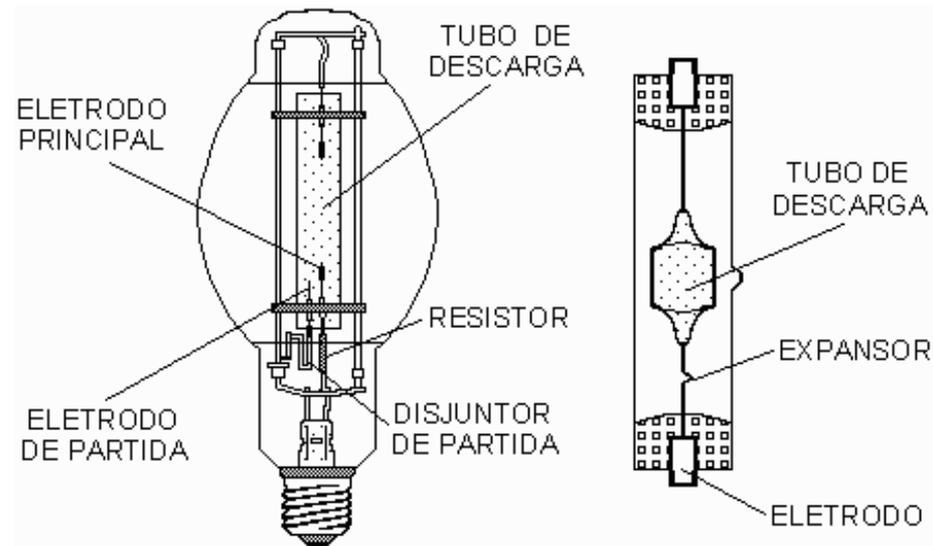
# Iluminação - Componentes

## Lâmpadas DE MULTIVAPORES METÁLICOS

- Eficiência luminosa semelhante a das lâmpadas fluorescentes eficientes
- Boa durabilidade (vida média = 10.000 horas)
- Excelente IRC (80 - 85)
- Elevado fluxo luminoso por lâmpada

### • Uso típico:

- Shopping centers
- Estádios
- Quadras esportivas
- Instalações de elevado pé direito
- Aplicações que exijam fontes de luz intensas e com fidelidade cromática



# Iluminação - Componentes

## Outras fontes de luz menos comuns

### ⇒ **Lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão**

- São as mais eficientes (convertem ~ 35% da energia elétrica em radiação visível)
- Luz praticamente monocromática
- Aplicações em iluminação pública

### ⇒ **LEDs - diodos emissores de luz**

- Uso em sinais de trânsito e aviso de saída de emergência
- Rendimento luminoso potencial alto
- Economia de energia atinge 85% em sinais de trânsito
- Vida média entre 20 e 100 anos\*
- Mais confiáveis e imunes à falhas