

- 4.1. Histórico e Desenvolvimento da Lâmpada
- 4.2. A Importância da Boa Iluminação
- 4.3. Fontes de Luz Artificial

4.1. Histórico e Desenvolvimento da Lâmpada

As primeiras pesquisas realizadas sobre as fontes de luz de origem elétrica, ou seja, da forma como hoje a conhecemos, têm mais de 100 anos, precisamente datam de 1854, tendo como inventor Heinrich Goebel, que construiu e usou pela primeira vez uma lâmpada incandescente. Somente 25 anos mais tarde, ou seja, em 1879, foi iniciada a produção de lâmpadas incandescentes em escala industrial, graças a notáveis pesquisas realizadas pelo famoso cientista Thomas Alva Edison. A seguir, apresentamos as etapas mais importantes da evolução das fontes de luz elétrica.

- **1854 - Heinrich Goebel** constrói a primeira lâmpada incandescente, empregando um filamento de carvão, dentro de um bulbo de vidro. A lâmpada era acionada por pilhas primitivas. No entanto, devido à falta de incentivo e outras dificuldades, o seu trabalho não teve continuidade.
- **1878 - O inventor Sir Joseph Wilson Swan** apresenta uma nova lâmpada incandescente por ele construída. Esse modelo tem características semelhantes à lâmpada de Heinrich Goebel, porém teve o mesmo destino (figura 4.3).



Figura 4.1 - As fontes de luz através dos tempos.

- **1879 - Thomas Alva Edison** realizou uma série de experiências no que concerne à incandescência dos filamentos, optando também pelo filamento de carvão. Obteve o registro do seu invento, que foi o primeiro modelo apto a ser produzido em escala industrial e revolucionou o sistema de iluminação (figura 4.4).
- **1898 - Auer von Welsbach** consegue substituir o filamento de carvão pelo filamento metálico (ósmio), aperfeiçoando com essa inovação a lâmpada. Esse modelo já se assemelha à lâmpada de hoje (figura 4.5).
- **1913** - Outro grande melhoramento técnico foi a fabricação do filamento em forma de espiral, obtendo-se com isso notável evolução do rendimento luminoso (figura 4.6).



Figura 4.2

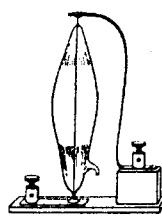


Figura 4.3

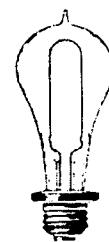


Figura 4.4



Figura 4.5



Figura 4.6

Cortesia: Osram.

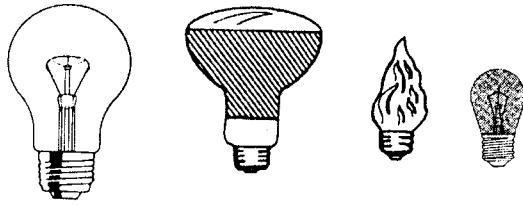


Figura 4.7 - Formas atuais de alguns tipos de lâmpadas incandescentes. Cortesia: Philips.

A partir de então, surgiram várias inovações e melhoramentos até chegar ao tipo usado nos dias de hoje: o filamento de ósmio foi substituído pelo de tungstênio (em 1907), cujo ponto de fusão é de 3.387°C, que apresenta as melhores condições técnicas para esse fim. Com o objetivo de aumentar a vida da lâmpada, introduziu-se primeiro o nitrogênio, depois argônio e por fim criptônio (figura 4.7).

Jean Picard e **Jean Bernoulli** demonstraram que a agitação do mercúrio era capaz de produzir luminosidade. Geissler construiu, em 1850, a famosa lâmpada(ou tubo) que leva o seu nome, a qual confirmou o fenômeno da luminosidade pelas descargas elétricas. **Arons** inventou a lâmpada a vapor de mercúrio, com uso comercial em 1901, com a lâmpada Cooper-Hewitt. Em 1910, **Claude** apresentou a lâmpada com funcionamento à base de gases nobres (argônio, xenônio, criptônio, néon e hélio) e de vapor de sódio, sendo a de néon a mais utilizada em propaganda comercial. Em 1934, apareceu a primeira lâmpada fluorescente que é muito empregada na indústria, comércio e em residências.

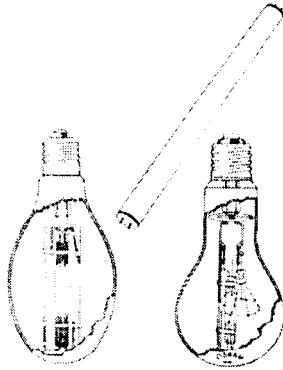


Figura 4.8 - Lâmpada fluorescente, a vapor de mercúrio e mista. Cortesia: Philips.

4.2. A Importância da Boa Iluminação

O homem tende a construir o seu futuro em função dos resultados das pesquisas e descobertas tecnológicas. Verificamos através da história que é uma tendência generalizada no sentido de que uma das tecnologias mais benéficas desenvolvidas nos últimos 100 anos é a **iluminação elétrica**.

Quando usamos a **iluminação** de forma racional, ela nos apresenta uma série de benefícios, entre os quais podemos citar: **proteção à vista, influências benéficas sobre o sistema nervoso vegetativo** que comanda o **metabolismo** e as **funções do corpo**, fazendo com que haja uma elevação do rendimento no trabalho, diminuição de erros e acidentes, contribuindo assim para maior conforto, bem-estar e segurança.

Nos diversos ambientes de trabalho, numa economia cada vez mais voraz, exigente e competitiva, a vista dos funcionários é submetida a grandes esforços. Uma iluminação adequada, que não ofusque, mas que seja suave e agradável, diminui a fadiga e exerce uma favorável influência sobre os ânimos, melhorando o ambiente de trabalho.

Reconhecendo a grande vantagem apresentada por uma iluminação adequada, os estabelecimentos industriais e comerciais vêm dando cada vez mais importância à iluminação eficiente. Mas, infelizmente, muitas pessoas persistem na idéia de que a iluminação é o maior consumidor de energia, e por esta razão a iluminação residencial ainda permanece dentro de um padrão deficiente.

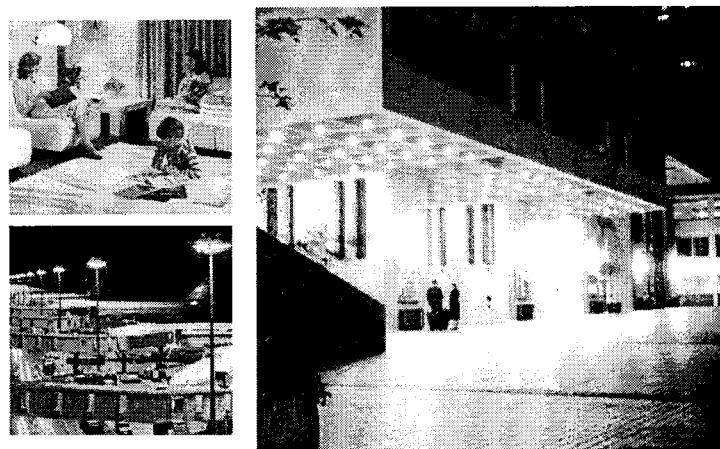


Figura 4.9 - Exemplos de Iluminação. Cortesia: Philips.

Esta idéia se prende à própria concepção da natureza da luz, pois como já vimos, trata-se de uma transformação de energia, e devido a isso é possível ver o seu consumo.

É no campo da iluminação que existe a oportunidade para conservar energia, ou seja, termos uma iluminação adequada dentro dos padrões estabelecidos pela norma, porém com economia de energia, sem, contudo, vivermos às escuras ou na obscuridade.

A indústria da iluminação é a que mais tem investido na eficiência e economia de energia. Tanto é que nos últimos 40 anos, essa indústria conseguiu aumentar a eficiência das lâmpadas de modo significativo:

- lâmpadas de descarga a vapor de mercúrio a alta pressão em 65%;
- lâmpadas fluorescentes em 80%;
- lâmpadas de descarga em vapor de sódio a baixa pressão em 115%.

"Junto com essas evoluções foi desenvolvido na última década um número considerável de novos produtos de iluminação para economia de energia, dentre os quais as lâmpadas fluorescentes compactas e eletrônicas. Assim, possível reduzir o consumo de energia, **sem diminuir os enormes benefícios de uma boa iluminação.**"

4.3. Fontes de Luz Artificial

Das fontes de luz artificial, as lâmpadas elétricas são, sem dúvida, as que apresentam maior eficiência e oferecem possibilidades ilimitadas de obter ambientes acolhedores e confortáveis. As lâmpadas elétricas atuais são agrupadas em dois tipos principais:

- **Incandescentes;**
- **Descarga.**

4.3.1. Lâmpadas Incandescentes

A luz desse tipo de lâmpada é proveniente de um filamento metálico (tungstênio) alojado no interior de um bulbo de vidro sob vácuo ou com gases quimicamente inertes em seu interior (figura 4.10).

Os componentes básicos das lâmpadas incandescentes são:

- bulbo
- gás
- base
- filamento

O **bulbo** é construído em vidro opaco ou transparente e apresenta os mais variados formatos (figura 4.11).

O **gás** inerte contido no interior do bulbo serve para evitar que o filamento entre em combustão e evapore, consequentemente, a temperatura de funcionamento do filamento pode ser maior. Os gases mais usados no enchimento das lâmpadas incandescentes são o **nitrogênio** e o **argônio**.

O **criptônio** também é um gás quimicamente inerte, possui propriedades ainda melhores do que dos anteriores, pois causa menores perdas por condução e convecção, porém, devido ao custo elevado, só é usado em alguns tipos de lâmpadas especiais.

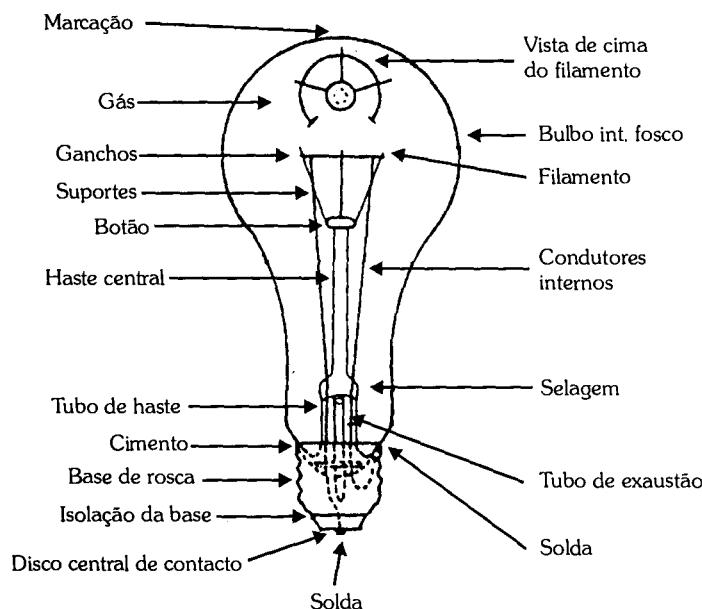


Figura 4.10 - Diversos tipos de bulbo de lâmpadas.
Cortesia: Philips.

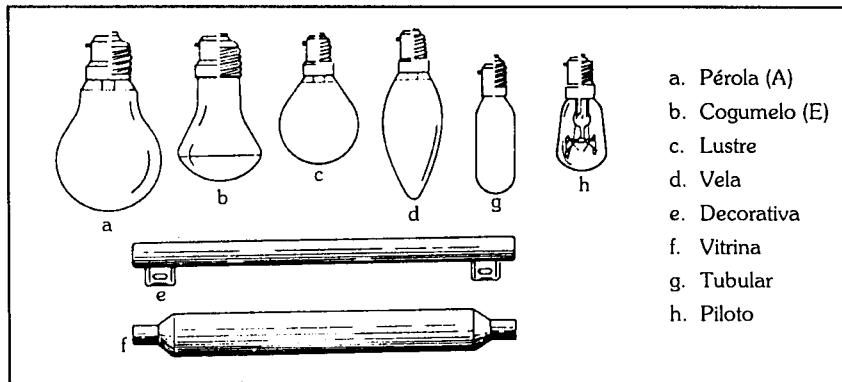


Figura 4.11 - Diversos tipos de bulbo de lâmpadas. Cortesia: Philips.

A **base** é o elemento de ligação mecânica e elétrica ao receptáculo, feita de latão ou ferro latonado, e possui rosca do tipo **Edison** de diversos diâmetros ou do tipo baioneta (figura 4.12).

Nome da base	Símbolo	Diâmetro (mm)
Miniatura	E-10	10
Candelabro	E-12	12
Pequena	E-14	14
Intermediária	E-17	17
Normal	E-27	27
Mogul	E-40	40

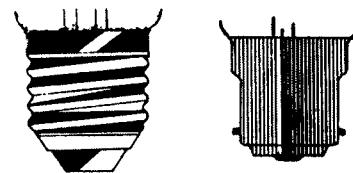


Figura 4.12 - Tipos de bases. Cortesia: Sylvania.

O **filamento** é feito de **tungstênio**, enrolado em forma helicoidal e suportado por uma haste de vidro, onde se encontram os condutores internos e emite luz quando aquecido a certa temperatura pela passagem da corrente elétrica (figura 4.13, figura 4.14 e figura 4.15).

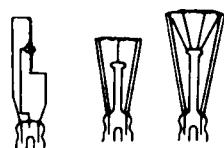


Figura 4.13 - Tipos de filamentos Sylvania.
Cortesia: Sylvania.

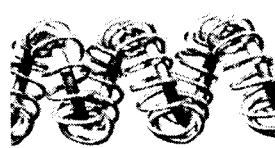


Figura 4.14 - Filamento duplamente espiralado sobre um núcleo de molibdênio da Philips. Cortesia: Philips



Figura 4.15 - Suporte para filamento duplamente espiralado.
Cortesia: Philips.

4.3.1.1. Princípio de Funcionamento das Lâmpadas Incandescentes

A lâmpada incandescente produz luz quando o seu filamento é aquecido pela passagem da corrente elétrica, devido ao **efeito Joule**:

$$P = R \cdot I^2$$

- **P** - Potência, em watt (W)
- **R** - Resistência do filamento, em ohm (Ω).
- **I** - Corrente elétrica, em ampère (A).

Para obter o melhor rendimento da lâmpada, é necessário que a temperatura do filamento aliada à conservação do calor gerado no bulbo seja a maior possível. O tungstênio, como vimos, tem um ponto elevado de fusão e uma baixa taxa de evaporação, o que permite atingir altas temperaturas (3.400°C) de operação e, consequentemente, maior eficiência na produção de luz.

4.3.1.2. Seqüência de Montagem da Lâmpada Incandescente

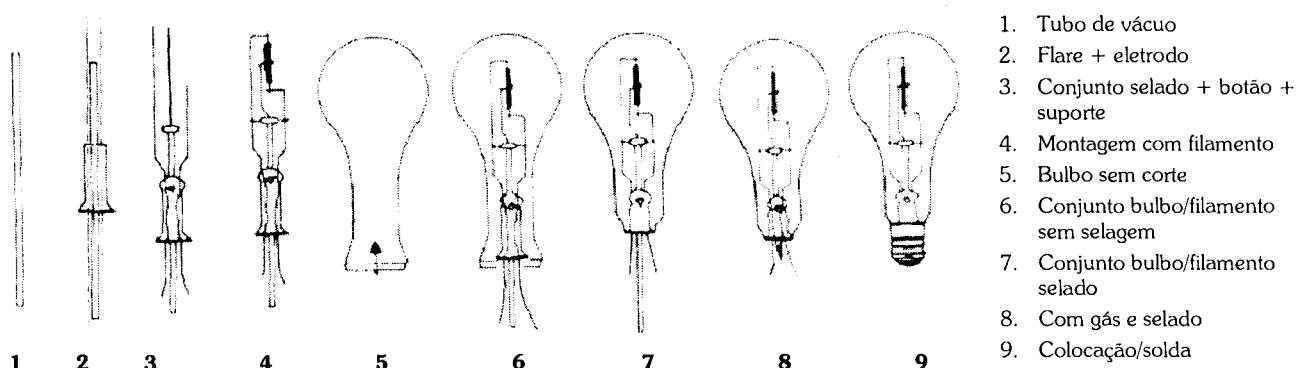


Figura 4.16 - Seqüência de montagem da lâmpada incandescente. Cortesia: Sylvania.

4.3.1.3. Tipos de Lâmpadas Incandescentes

As lâmpadas incandescentes são fabricadas em vários tipos e para diversas aplicações:

- lâmpadas para uso geral
- lâmpadas específicas
- lâmpadas decorativas
- lâmpadas refletores/defletoras ou espelhadas
- lâmpadas halógenas
- lâmpadas infravermelhas

4.3.1.4. Lâmpadas para Uso Geral

Essas lâmpadas são produzidas em acabamento do bulbo claro, branco difuso ou leitoso ou colorido. As lâmpadas com acabamento branco difuso ou leitoso proporcionam uma boa distribuição do fluxo luminoso, eliminando as sobras e o ofuscamento (figura 4.17).



Figura 4.17 - Tipos de lâmpada para iluminação geral da Philips.

4.3.1.5. Lâmpadas Específicas

São destinadas a locais sujeitos a vibrações, como, por exemplo: tornos e outras máquinas rotativas, bombas de gasolina e navios e também para locais onde há grandes variações de temperatura e umidade como refrigeradores e fogões. E ainda para aparelhos ou instalações que necessitam de lâmpadas de extra - baixa tensão (6 ou 12 V).

4.3.1.6. Lâmpadas Decorativas

Em ambientes onde se queira uma iluminação de destaque ou de representação, podem ser utilizadas lâmpadas decorativas, formas harmoniosas proporcionam ao ambiente um aspecto de luxo e de beleza. Seja em preciosos lustres de cristal, seja nos mais modernos modelos de abajur, as lâmpadas decorativas dão o "toque final" à iluminação escolhida.

Para a iluminação de festas ou decoração natalina, podem ser utilizadas lâmpadas decorativas coloridas. Suas mais variadas tonalidades produzem sempre um efeito agradável e acolhedor.

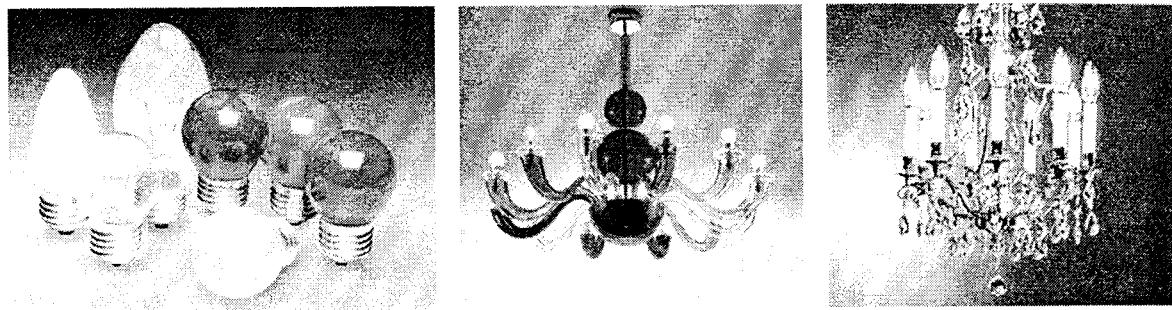


Figura 4.18 - Lâmpadas decorativas. Cortesia: Philips.

4.3.1.7. Lâmpadas Refletoras/Defletoras ou Espelhadas

São fontes de luz de alto rendimento, pequenas dimensões e facho concentrado e dirigido. Permitem a obtenção de um fluxo luminoso constante de alta intensidade e distribuição precisa, devido ao formato do bulbo e ao espelho na sua superfície interna.

Essas lâmpadas encontram um vasto campo de aplicações, e podem ser utilizadas em locais onde um determinado objeto necessita de destaque especial, como, por exemplo: **vitrines, lojas, exposições, feiras industriais, museus, hotéis, residências, palcos de teatros, etc.**

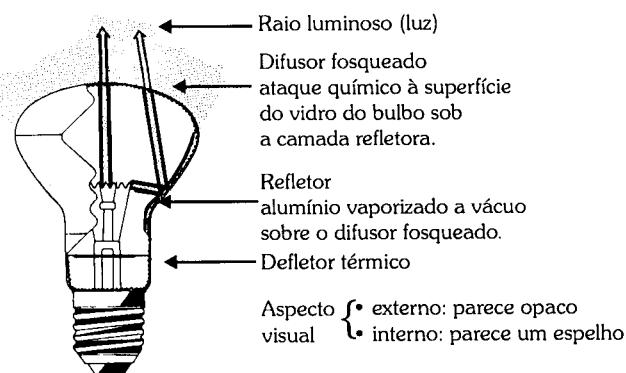


Figura 4.19 - Detalhe da lâmpada refletora da Sylvania.

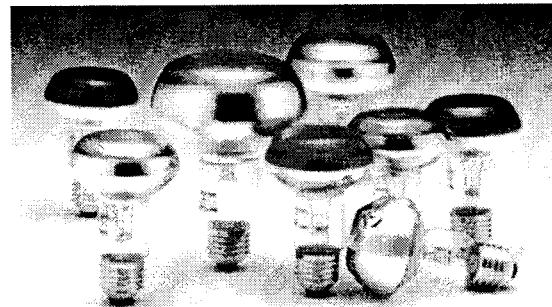


Figura 4.20 - Lâmpadas refletoras/espelhadas Spotline da Philips.

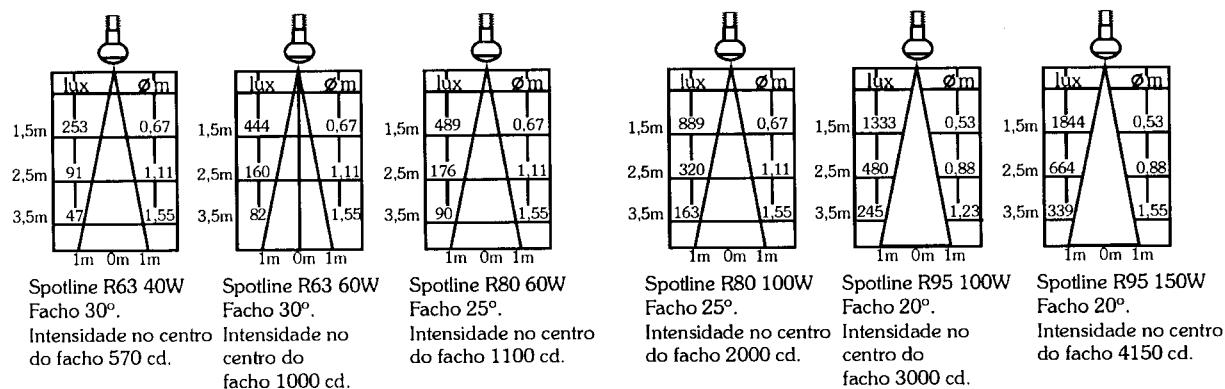


Figura 4.21 - Dados fotométricos das lâmpadas refletoras da Philips.

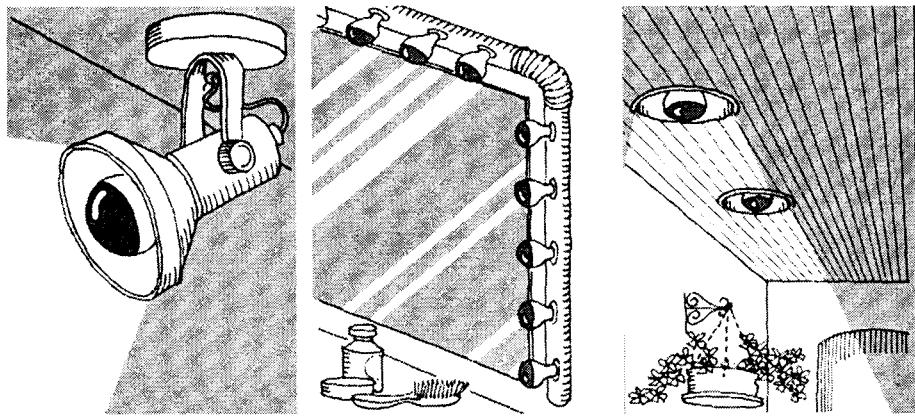


Figura 4.22 - Exemplo de aplicações das lâmpadas deflectoras da Sylvania.

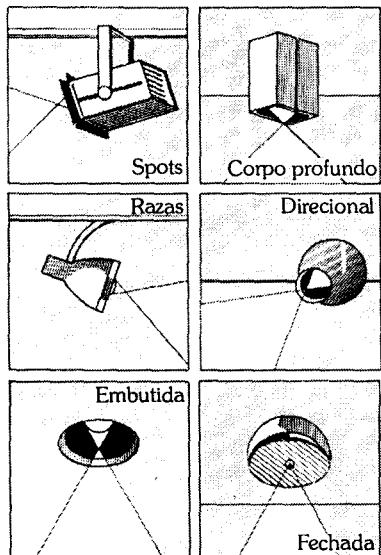


Figura 4.23 - Exemplos de aplicações da lâmpada refletora elipsoidal ER 30 da Sylvania.

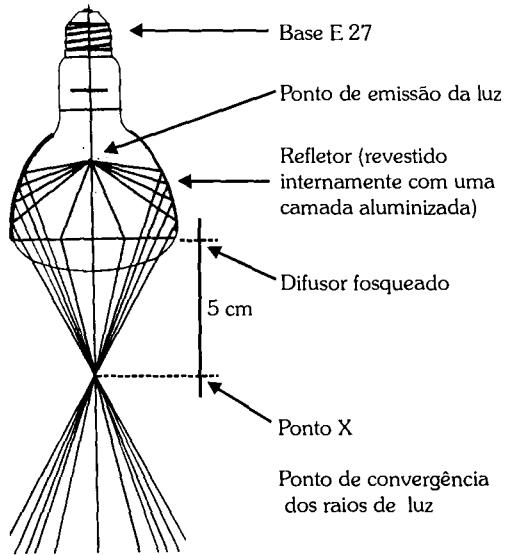


Figura 4.24 - Facho de luz da lâmpada refletora elipsoidal ER da Sylvania.

4.3.1.8. Lâmpadas Halógenas

Elas fazem parte da família das lâmpadas incandescentes, e de acordo com a aplicação podem ser encontradas em dois formatos: "lapiseira" ou "palito" e com refletor dícróico.

Halogênio significa "formador de gás" ("halo" - gás e "gênio" - formador).

Os elementos químicos que fazem parte da família dos halogênios são: **o cloro, o bromo, o flúor e o iodo**.

Nas lâmpadas halógenas, além dos gases inertes de enchimento, semelhantes às lâmpadas incandescentes comuns, é introduzida uma determinada quantidade de elementos halógenos, normalmente o bromo ou o iodo, numa ampola de quartzo.

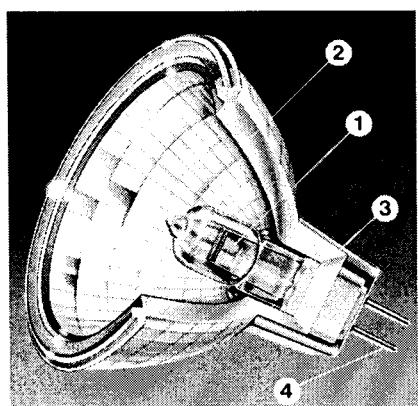
Funcionamento

É semelhante ao de uma lâmpada incandescente comum, tendo como característica o "**ciclo halógeno**", cuja finalidade é regenerar o filamento. O "ciclo halógeno" se processa da seguinte forma:

1. A lâmpada é acesa.
2. O "ciclo halógeno" permite trabalhar com temperaturas mais elevadas (2.800°C) no filamento de tungstênio.
3. Ocorre a volatização do tungstênio e as partículas procuram as partes mais frias.
4. As partículas, que se encontram numa região cuja temperatura está em torno de 250°C , combinam-se com o halogênio, formando o **haleto**, **iodeto** ou **brometo de tungstênio**, conforme o gás que existe intermamente.
5. O iodeto, na forma de gás, acompanha a corrente de convecção interna da lâmpada, retornando ao filamento. Nesse momento, com a deposição do gás de iodeto e as partículas de tungstênio no filamento, ocorre a liberação do gás de halogênio.
6. Reinício do ciclo.

4.3.1.8.1. Características e Aplicações das Lâmpadas Halógenas

A) Lâmpada Halógena Dicróica



1. Lâmpada halógena com bulbo de quartzo
2. Espelho dicróico
3. Posicionamento exato do bulbo, combinado com espelho multifacetado
4. Base bipino para conexão elétrica segura

Figura 4.25 - Constituição de uma lâmpada dicróica da Philips.

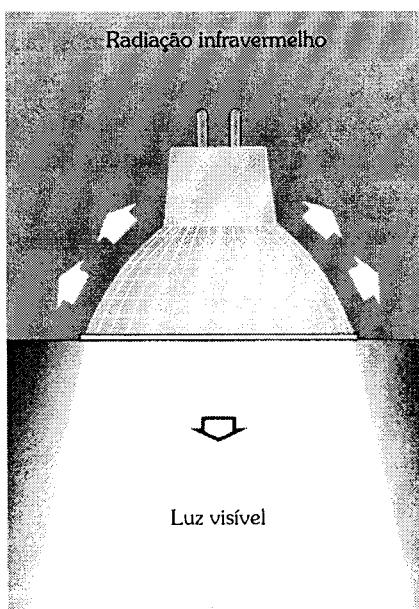


Figura 4.26 - Devido às características do refletor dicróico, a luz é emitida para a frente, enquanto o calor (radiação infravermelha) é desviado para trás.

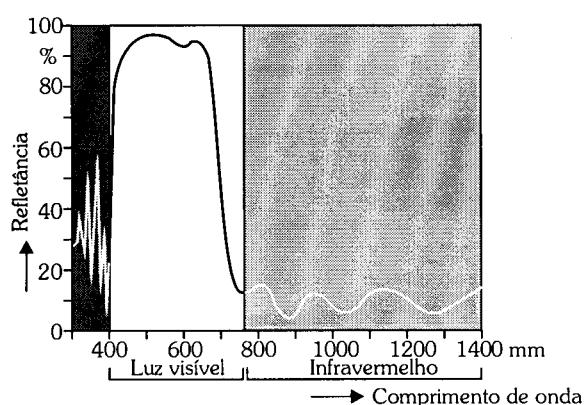


Figura 4.27 - Curva de reflexão típica de um espelho dicróico.

As lâmpadas halógenas dicroicas são disponíveis em duas versões com potência de 50W e tensão 12 V, sendo necessário o uso de transformador.

- Dicroica Fechada - facho de 12°, 24° e 36° com refletor dicroico com vidro frontal.
- Dicroica Aberta - facho de 24° e 36° com refletor dicroico sem vidro frontal.
- Base bipino do tipo GU 5.3.

Aplicações

- Lojas e magazines
- Residências
- Hotéis e restaurantes
- Exposições, galerias de artes e museus

Nota: Atualmente existem lâmpadas dicroicas para funcionamento sem transformador, podendo ser ligadas diretamente na rede em 127 ou 220V.

B) Lâmpada Halógena HA Plus Line

Características

- Base de contato embutido, envolta por um isolador de porcelana;
- As lâmpadas de 1.000 W, possuem dois fusíveis internos;
- Posição de uso universal (exceto para o modelo de 1.000 W);
- Fluxo luminoso mantém-se durante toda a vida das lâmpadas;
- Dimerizável;
- Acendimento e reacendimento imediatos.

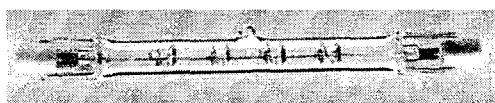


Figura 4.28 - HA Plus Line. Cortesia: Philips.

Aplicações

- Residências
- Museus, instalações públicas
- Fábricas
- Estacionamentos
- Estúdios
- Lojas (vitrines e displays)
- Ginásios
- Estádios
- Construções

As lâmpadas HA 1.000 W foram projetadas para operar na posição horizontal com mais ou menos 4° de desvio. Quando operam com até 15° de desvio, será afetada sua performance.

C) Lâmpada PAR Halógena

Características

- Possui um "burner" de vidro reforçado posicionado em um refletor parabólico revestido de alumínio;
- Filamento especial, que associado ao vidro frontal granulado, garante um facho de luz branco e brilhante;
- Dimerizável;
- Acendimento e reacendimento imediatos;
- Posição de uso universal.



Figura 4.29 - PAR Halógena. Cortesia: Philips.

Aplicações

- Escritórios e residências
- Museus e instalações públicas
- Lojas
- Hotéis e restaurantes

D) Lâmpada Halógena

Características

- Possui um filamento linear espiral, equipada com fusível arco preventido. Esse filamento é fixado no tubo de arco;
- Possui dimensões e base equivalentes às lâmpadas incandescentes comuns;
- Posição de funcionamento universal;
- Vida média = 2.000 horas.

Aplicações

- Mesas para leitura
- Sistemas de segurança
- Iluminação de emergência

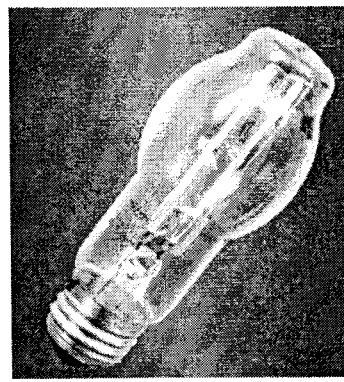


Figura 4.30 - Lâmpada halógena.
Cortesia: Philips.

4.8.1.8.2. Cuidados com as Lâmpadas Halógenas

- Não tocar o bulbo com as mãos, porém, se necessário, limpar as manchas com felpo umedecido em álcool.
- As lâmpadas de alta potência devem ser protegidas por fusíveis, a fim de evitar arcos elétricos internos.
- Observar sempre a posição de funcionamento. O halógeno é um gás pesado, portanto a lâmpada com inclinações fora do estabelecido pelo fabricante pode ter apenas um trecho do filamento imerso no gás halógeno, reduzindo, consequentemente, a sua vida útil.
- Temperatura nas base e soquetes. As lâmpadas halógenas, em geral, trabalham com correntes elevadas, podendo comprometer a qualidade dos contatos elétricos. Enquanto na lâmpada incandescente comum de 100W-127V, temos uma corrente de 0,8 A no contato, em uma lâmpada halógena de 50W-12V, temos em torno de 4,2 A. Temperaturas acima de 350°C, no contato das lâmpadas do tipo "lapiseira" ou "palito", causam rompimento da continuidade elétrica.

4.3.1.9. Lâmpada Infravermelha

As lâmpadas infravermelhas têm como característica fundamental emitir uma radiação que se encontra na faixa de ondas curtas da radiação infravermelha, cujo comprimento de onda varia de 780 a 1.400 nm.

A emissão de luz, ou seja, a radiação com comprimento de onda menor do que 750 nm, comprehende apenas uma pequena parte da energia total, de maneira que a lâmpada produz um pequeno fluxo de luz visível.

Essas lâmpadas possuem as seguintes características:

- Alto coeficiente de reflexão, graças ao espelho interno de alumínio.
- Alto rendimento, devido à qualidade do vidro e à aplicação do espelho interno, proporcionando uma alta eficiência, dispensando equipamentos adicionais.
- Pequenas dimensões de diâmetro e comprimento.

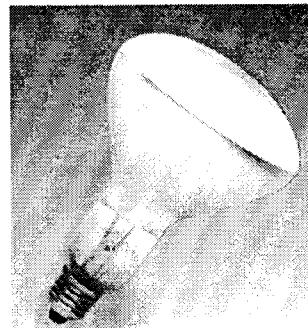


Figura 4.31 - Secagem.
Cortesia: Philips.

Precaução: Torna-se conveniente a instalação de receptáculo de porcelana de boa qualidade em face das temperaturas de trabalho.

Aplicações

- Indústrias gráficas na secagem de tintas;
- Indústrias automobilísticas na secagem de tintas à base de laca, esmalte e verniz;
- Na criação de animais como pintos, porcos e bezerros, para aquecer o ambiente;

- Indústrias têxteis, na evaporação dos componentes voláteis;
- Ampla aplicação como secagem nas indústrias de couro, tabaco, etc.;
- Outras aplicações industriais.

4.3.1.10. Dados Técnicos de Lâmpadas Incandescentes Philips

Tabela 4.1 - Lâmpadas Incandescentes para Uso Geral.

Tipo de Lâmpada	Potência (W)	Tensão (V)	Acabamento	Base	Fluxo Luminoso Médio (lm)	
					127 V	220 V
Soft	25	127/220	argenta	E-27	220	190
Soft	40	127/220	argenta	E-27	430	370
Soft	60	127/220	argenta	E-27	720	640
Soft	100	127/220	argenta	E-27	1375	1210
Standard	25	127/220	claro	E-27	260	220
Standard	40	127/220	claro	E-27	490	430
Standard	60	127/220	claro	E-27	820	730
Standard	100	127/220	claro	E-27	1560	1380
Standard	150	127/220	claro	E-27	2440	2220
Standard	200	127/220	claro	E-27	3400	3150

Tabela 4.2 - Lâmpada Refletora Comum.

Tipo de Lâmpada	Potência (W)	Tensão (V)	Bulbo	Fluxo Luminoso Médio (lm)		Intensidade no Centro do Facho (cd)		Abertura do Facho	Base
				127 V	220 V	127 V	220 V		
Mini Spot	40	127/220 V	R63	330	300	315	330	30°	E-27
Mini Spot	60	127/220 V	R63	550	485	545	530	30°	E-27
Mini Spot Ouro	60	127/220 V	R63	505	475	480	360	30°	E-27
Bulbo Prateado	100	127/220 V	A65	1100	1100	-	-	-	E-27

Tabela 4.3 - Lâmpadas Refletoras Spotline.

Tipo de Lâmpada	Potência (W)	Tensão (V)	Acabamento	Intensidade no Centro do Facho (cd)		Base
				127 V	220 V	
Mini Spot R63	40	130/230	espelhado	570	-	E-27
	60	130/230	espelhado	1000	-	E-27
	40	130/230	amarelo	-	-	E-27
	40	130/230	vermelho	-	-	E-27
	40	130/230	verde	-	-	E-27
	40	130/230	azul	-	-	E-27
Comptalux Spot R80	60	130/230	espelhado	1100	-	E-27
	100	130/230	espelhado	2000	-	E-27
Comptalux	100	130/230	espelhado	3000	-	E-27
Facho Médio R95	150	130/230	espelhado	4150	-	E-27
Bulbo Prateado R60	60	130/230	espelhado	(1)	-	E-27

(1) Na Spotline Bulbo Prateada 60W, a intensidade do facho depende da luminária utilizada.

Tabela 4.4 - Dicróica Aberta - EXZ e Dicróica Fechada - EXN.

Código Comercial	Potência (W)	Tensão ⁽¹⁾ (V)	Abertura do Facho	Temperatura de Cor (K)	Intensidade Luminosa (cd)	Vida Média (h)	Base ²
DIC-A24-12V50	50	12	24°	3000	3100	3000	GU 5.3
DIC-A36-12V50	50	12	36°	3000	1800	3000	GU 5.3
DIC-F12-12V50	50	12	12°	3000	8200	4000	GU 5.3
DIC-F24-12V50	50	12	24°	3000	3100	4000	GU 5.3
DIC-F36-12V50	50	12	36°	3000	1800	4000	GU 5.3

(1) Requer transformador; (2) Base GU 5.3 é intercambiável com base GX 5.3

Tabela 4.5 - Lâmpada Halógena HA Plus Line.

Código Comercial	Potência (W)	Tensão (V)	Fluxo Luminoso (lm)	Base	Vida Média (h)
HA200-120V	200	120	3520	R7S-15	2000
HA200-230V	200	230	3520	R7S-15	2000
HA300-120V	300	120	5200	R7S-15	3000
HA300-230V	300	230	5600	R7S-15	2000
HA500-120V	500	120	9500	R7S-15	3000
HA500-230V	500	230	9900	R7S-15	2000
HA1000-120V	1000	120	22000	R7S-15	2000
HA1000-230V	1000	230	24200	R7S-15	2000

4.3.2. Lâmpadas de Descarga

A luz emitida por uma lâmpada de descarga é produzida pela passagem da corrente elétrica em um gás ou vapor ionizado que, ao chocar-se com a pintura fluorescente ou cristais de fósforos ("phosphor") no interior do tubo, emite luz visível.

As lâmpadas de descarga apresentam eficiências bem superiores às lâmpadas incandescentes, e oferecem muito mais luz sem potência extra. Portanto, é possível reduzir o consumo de energia e ainda assim ter mais luz. Produzem, em média, dez vezes mais luz do que as lâmpadas incandescentes para cada watt consumido.

Existem vários tipos de lâmpada de descarga, para atender às mais diversas aplicações, ou seja:

- Fluorescente
- Luz mista
- Vapor de mercúrio
- Lâmpada de néon
- Vapor metálico
- Multivapor metálico
- Vapor de sódio
- Lâmpada de indução

As lâmpadas de descarga são classificadas em função da pressão interna e podem ser de **baixa e alta pressão**.

4.3.2.1. Lâmpada de Descarga de Baixa Pressão

4.3.2.1.1. Lâmpadas Fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes são fabricadas em diversos formatos:

1. Linear
2. Circular
3. Compacta
4. Colorida
5. Luz negra

Partes das Lâmpadas Fluorescentes

Basicamente, uma lâmpada fluorescente é constituída das seguintes partes:

Bulbo (Tubo)

Serve como compartimento à prova de ar e sob baixa pressão, onde são inseridos o mercúrio, o gás de enchimento, os catodos e a camada de pó fluorescente. O vidro deve estar limpo e livre de defeitos estruturais para a perfeita montagem da lâmpada.

Bases

Cada base é cimentada em cada extremidade do tubo, unindo a lâmpada ao circuito de iluminação por dois contatos. As bases podem ser do tipo bipino médio e duplo contato embutido (DCE). A base duplo contato embutido é usada em lâmpadas com maior corrente de funcionamento (acima de 800 mA) e para isso requer maior tensão do reator, tornando necessária uma proteção mais segura do usuário.

Catodos

Mais conhecidos como filamentos ou eletrodos, servem de terminais para o estabelecimento do arco elétrico, sendo uma fonte de elétrons para a corrente da lâmpada. Em alguns tipos de lâmpada de alta potência, como a HO e duplo fluxo, são usados ânodos separados em forma de placa e em forma de fios para reduzir a perda de potência nas extremidades da lâmpada. Os catodos são normalmente feitos de **espirais de tungstênio**, semelhantes às lâmpadas incandescentes. Existem os catodos duplamente espiralados, catodos triplamente espiralados e simplesmente espiralados. Só que, no caso, são revestidos por uma substância emissora (óxidos alcalinos - terrosos ou óxido de bário) a qual é capaz de aumentar a emissão de elétrons, minimizando as perdas.

Estemes

Correspondem às extremidades do tubo, fechando-o, e suportam cada um dos catodos. Os **ledes - fios que vêm da base** - são aí selados. Esses fios têm três partes:

- A primeira, de ferro niquelado, fica no meio interno da lâmpada, em contato com o catodo, fixando-o.
- A segunda, de tira metálica, chamada DUMET (material que tem o mesmo coeficiente de expansão do vidro), fica na parte interna do esteme.
- A terceira, de cobre, é a parte que faz o contato com os pinos da base.

Fazem parte também do esteme o **tubo de flange** e o **tubo de esgotação**. O primeiro é de vidro com abas numa das extremidades, denominada flange, fazendo conexão com o pescoço do tubo por meio de fusão. O **tubo de esgotação** é por onde o ar é retirado ou aspirado para fora do tubo, para que o mercúrio e o gás de enchimento possam ser injetados.

Vapor de mercúrio

No interior do tubo fluorescente são colocadas gotículas de mercúrio líquido, durante a montagem da lâmpada. Com a lâmpada em operação o mercúrio vaporiza-se numa pressão muito baixa. "A essa pressão, a corrente, através do vapor de mercúrio, faz com que ele irradie energia mais intensamente a um comprimento de onda específico na região do **ultravioleta**".

Caso a pressão do mercúrio aumente, pode ocorrer uma redução na produção nessa faixa do ultravioleta. A pressão do mercúrio durante a operação é regulada pela temperatura da parede do tubo.

Gás de enchimento

Além das gotículas de mercúrio, é injetada no interior do tubo uma pequena quantidade de um gás raro e de alta pureza. "O argônio é o mais empregado. O gás de enchimento ioniza rapidamente quando uma tensão suficiente é aplicada através da lâmpada. Uma vez ionizado, sua resistência decresce, permitindo que a corrente flua e o mercúrio se vaporize."

Camada de pó fluorescente

Transforma a radiação ultravioleta em luz visível. As partículas (ou cristais) de pó fluorescente na camada são muito pequenas - aproximadamente 0,0018 cm de diâmetro. O pó fluorescente é designado tecnicamente por luminóforo, sendo conhecido também por **fósfor ("phosphor")**.

Dependendo da composição química do pó fluorescente, é determinada a cor da luz produzida. Por exemplo:

Substância Fluorescente	Cor
Halofosfato de cálcio	branca

A lâmpada fluorescente tem este nome porque a camada de revestimento fluoresce.

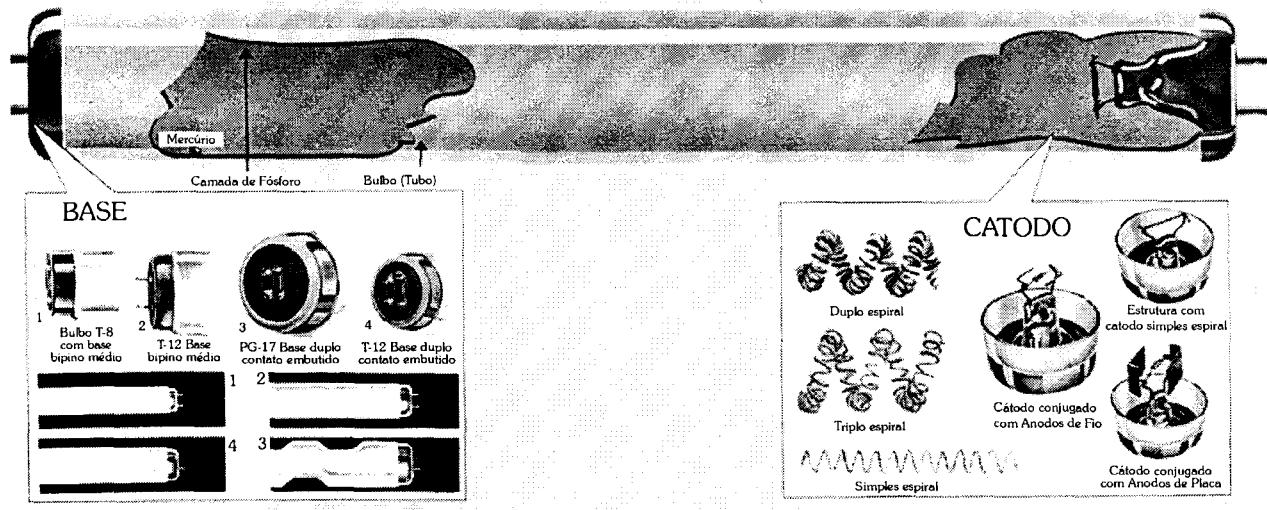


Figura 4.32 - Constituição da lâmpada fluorescente. Cortesia: GE.
Fonte: Catálogo GE.

Funcionamento da Lâmpada Fluorescente

Fluorescência é definida como "a propriedade que tem um material de se auto - iluminar quando sob a ação de uma energia radiante, como o ultravioleta, ou o raio X".

Esta definição contém dois elementos essenciais para uma lâmpada fluorescente:

- uma fonte de energia radiante (arco elétrico);
- um material a ser fluorescente (pó fluorescente e aditivos - chamados ativadores).

Basicamente, podemos resumir o funcionamento da lâmpada fluorescente da seguinte forma:

- O circuito é energizado (a).
- Os elétrons abandonam os catodos:
 - vagarosamente nos circuitos convencionais (b);
 - rapidamente nos circuitos de partida rápida (c);
 - a tensão entre os catodos atrai os elétrons (d).
- Os elétrons em excesso ionizam o gás de enchimento, reduzindo a resistência do tubo, o arco salta (e).
- O fluxo dos elétrons no arco excita os elétrons nos átomos de mercúrio, eles mudam de órbita, dando lugar à radiação (f).
- A radiação da colisão de elétrons é absorvida pelo pó fluorescente, causando a luminescência (g).

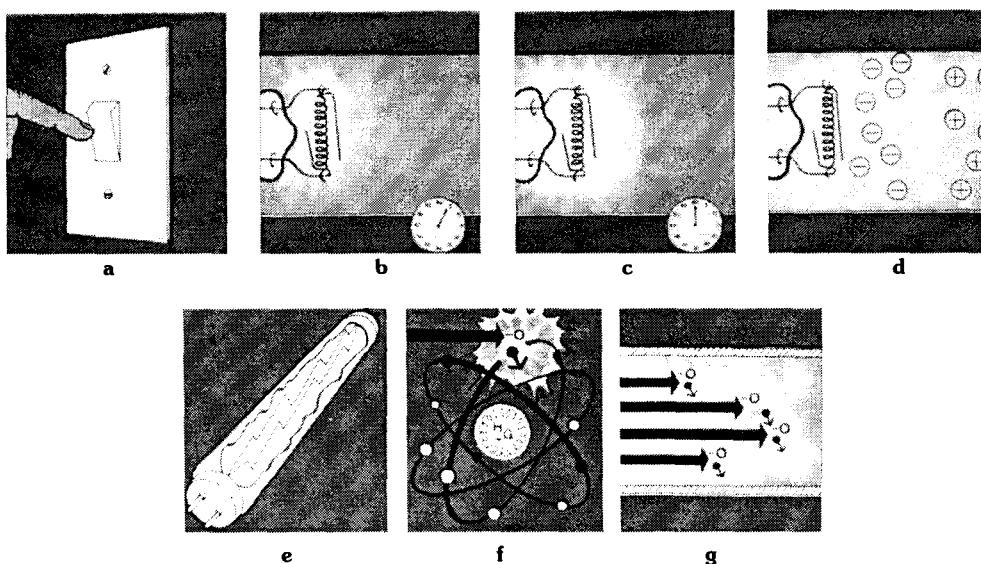


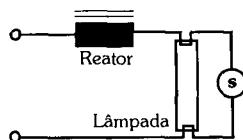
Figura 4.33 - Seqüência de funcionamento da lâmpada fluorescente. Reproduzido do catálogo geral da GE.

Sistemas de Lâmpadas Fluorescentes

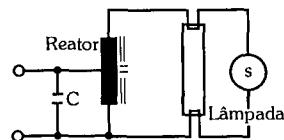
Circuitos Convencionais

Os componentes de um sistema convencional são: reator, "starter", receptáculo para "starter", lâmpada e receptáculo ou soquete da lâmpada.

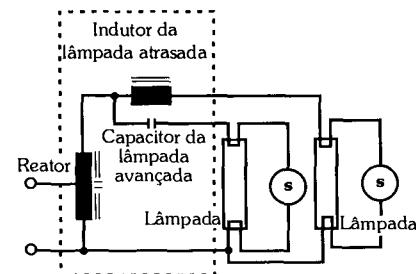
"O circuito nº 1 contém um reator do tipo "choque" que serve para limitar a corrente da lâmpada. Os circuitos nº 2 e 3 utilizam autotransformador para limitar a corrente e aumentar a tensão. O capacitor do circuito nº 2 corrige o fator de potência. No circuito nº 3, um sistema de "avanço - atraso" - o circuito da lâmpada controlado pelo capacitor tem um fator de potência avançado, enquanto o circuito da lâmpada controlado pelo indutor tem um fator de potência atrasado. O resultado dos dois circuitos juntos é um fator de potência essencialmente alto (próximo à unidade)".



Círculo 1. Circuito convencional básico.



Círculo 2. Circuito convencional com autotransformador para elevar a tensão e capacitor para corrigir o fator de potência (FP).



Círculo 3. Circuito convencional de "avanço - atraso".

Círculo Partida Rápida

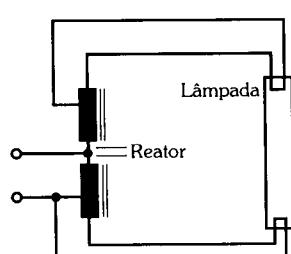
O circuito partida rápida é assim chamado porque o reator possui enrolamentos separados para aquecerem continuamente os filamentos da lâmpada.

Ao ligar o circuito, ocorre rápido aquecimento dos filamentos por meio desses enrolamentos, provocando suficiente ionização dos gases de enchimento na lâmpada, para que o arco se estabeleça em função da tensão dos enrolamentos principais.

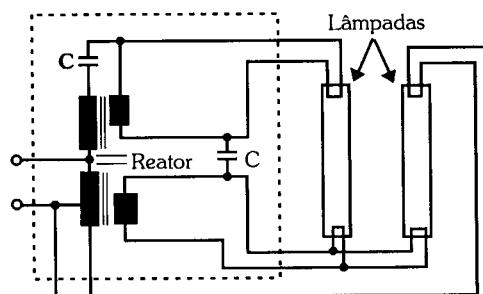
O circuito partida rápida elimina o piscar incômodo que se associa em geral à partida dos sistemas de pré-aquecimento (com "starter"), além de simplificar o sistema de manutenção com a eliminação do "starter" e seus receptáculos.

Para que a lâmpada funcione satisfatoriamente em condições de grande umidade, as lâmpadas de partida rápida e as do tipo universal devem ser recobertas externamente com uma camada de silicone (dri-film). Além da camada de silicone, a lâmpada partida rápida necessita, para que seu funcionamento se torne eficiente e seguro, de uma tira de metal eletricamente aterrada por todo o comprimento da lâmpada, distante não mais de 2,5 cm da parede do bulbo. Na maioria dos casos, é usado o próprio defletor metálico da luminária aterrada.

Em seguida, observe circuitos típicos de partida rápida:



Círculo 4. Circuito básico de partida rápida.



Círculo 5. Circuito de duas lâmpadas em série.

Tipos e Aplicações das Lâmpadas Fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes são fabricadas conforme as tonalidades ou cores e formatos com o objetivo de atender às mais diversas aplicações.

Lâmpadas Fluorescentes Lineares

- **TLD e TLT, da Philips**, com diâmetros de 26 mm e 33,5 mm, com as seguintes tonalidades de cores: TLTRS cor 75 e TLDRS cor 64 e IRC (Índice de Reprodução de Cores) 66 e 70 respectivamente. Nessa linha, existem também as lâmpadas Série 80, a Super 84 e Super 85, ambas com IRC 85. O Revestimento fluorescente da Série 80 é composto por terras raras, obtendo-se desta forma excelente reprodução de cores.
- **TRIMLINE, da GE de 32 W**, especialmente indicada para instalações novas, ou instalações que atendam aos requisitos da lâmpada. Vida média = 20.000 horas.
- **WATT-MISER, da GE de 34 W**, usam reator PR 40W. Vida média = 20.000 horas.
- **STRAY BRIGHT, da GE de 40 W**, com mais lumens por watt e mais vida. Utilizam reator comum de 40 W. Vida média = 30.000 horas.
- **COVR-GUARD, da GE de 32; 40 e 110W.**
- **OCTRON, da Sylvania**, de 16 W e 32 W. Vida média = 7.500 horas.
- **TL 5, da PHILIPS**, é a grande inovação mundial (fabricada em 1996) em iluminação fluorescente, combinando dimensões reduzidas (16 mm de diâmetro) com alta eficiência. Funciona com o reator eletrônico HF-P (figura 4.39).
- **HO, da Sylvania**. São lâmpadas com potências de 60W, 85W e 110W e dimensões 1.166 mm, 1.775 mm e 2.385 mm respectivamente e diâmetro de 38 mm. As lâmpadas fluorescentes HO são muito econômicas devido ao baixo custo de instalação, alta eficiência (lm/W) e apresenta uma distribuição de luz mais uniforme. Vida média = 12.000h.

Aplicações das lâmpadas fluorescentes lineares: bibliotecas, indústrias, hospitais, lojas, escolas, oficinas, supermercados, bancos, garagens, escritórios, residências, etc.

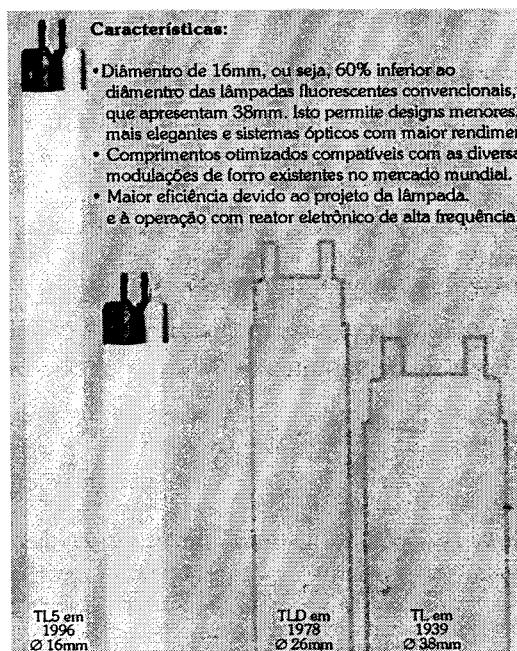


Figura 4.34 - Lâmpada fluorescente TL-5.
Cortesia: Philips.

Lâmpadas Fluorescentes Compactas (Vida média = 8.000h)

Integradas

Características

- Com três tubos em forma de "U" (15W, 20W e 23W) e quatro tubos paralelos (9W, 11W e 15W);
- Base comum E-27;
- Acendimento instantâneo;
- Substitui qualquer lâmpada incandescente comum com economia de 80%.

Aplicações

- Sala de estar, segurança externa, hotéis, escritórios, lojas, shopping, etc.

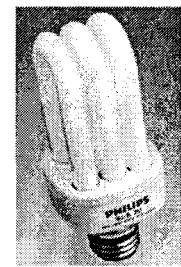


Figura 4.35 - PL Electronic.
Cortesia: Philips.

Características

- Iluminação uniforme;
- Fácil instalação, base E-27;
- Economia de 65% de energia em relação à lâmpada incandescente;
- Utiliza reator eletromagnético incorporado para 127V ou 220V.

Aplicações

- Cozinhas, áreas de serviço, garagens, bares, restaurantes, hotéis, etc.



Figura 4.36 - Sistema fluorescente circular.
Cortesia: Philips.

Não Integradas

Características das Lâmpadas não Integradas

- Lâmpadas de 2 pinos (base bipino);
- Economia de 80% de energia em comparação com as lâmpadas incandescentes;
- Boa reprodução de cores;
- "Starter" integrado;
- Funcionam em redes de 127V ou 220V de acordo com a necessidade e dos reatores adequados.

Aplicações das Lâmpadas PL-C

- Ideais para serem utilizadas de forma embutida, luminárias de mesa, arandelas, luminárias de pedestais, etc.

Aplicações das Lâmpadas PL-S

- Residências, hotéis, restaurantes, teatros e iluminação de segurança.

Aplicações das Lâmpadas PL-T

- Fonte de luz especialmente projetada para locais que precisam estar iluminados por longo período de tempo.
- Lojas de departamentos, "shoppings", hotéis, bancos, escritórios e iluminação de segurança.

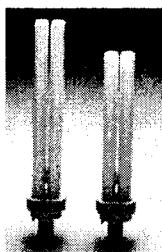


Figura 4.37 - PL-C.

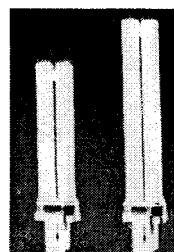


Figura 4.38 - PL-S.
Cortesia: Philips.

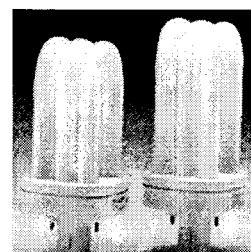


Figura 4.39 - PL-T.

Além das lâmpadas fluorescentes anteriores, de aplicações mais diversas, existem alguns tipos para uso específico, dentre os quais:

a) Lâmpadas Fluorescentes Coloridas, Sylvania

As fluorescentes coloridas da Sylvania de partida universal são fabricadas com potências de 20W e 40W, nas cores: **azul, verde rosa, ouro e vermelho**.

Aplicações: Feiras, exposições, show-room, vitrines, áreas de lazer e diversões, bases, boites, discotecas, danceterias, restaurantes, etc.

Dentre as cores citadas, algumas têm uso bastante específico, por exemplo:

Azul

- Tratamento fototerápico de icterícia (Hiperbillis Rubinemia) de recém-nascidos em berçários de hospitais;
- Indústria têxtil, indústria fumageira, na seleção de algodão e furos respectivamente;
- Mineralogia: análise e seleção de pedras preciosas.

Ouro

- Locais onde se deseja mínima quantidade de luz (energia) emitida abaixo de 500 nanômetros, e/ou baixa contribuição UV (ultravioleta). Essa característica faz com que esta seja a lâmpada fluorescente que menos atrai insetos, podendo ser usada em varandas, churrasqueiras, campings, etc.
- Editoras, gráficas, estúdios fotográficos, recintos onde se processa, revela ou manuseia filme ou materiais fotossensíveis.
- Processamento de borracha (isolamento de cabos elétricos, fabricação de pneus, etc.) nas fases em que o material é hipersensível à presença de UV.

Verde

- Verificação da uniformidade de deposição da camada de fósforo em cinescópios.
- Inspeção de acabamento em serviços de estamparia e funilaria na indústria automobilística.
- Na área de medição e calibração da espessura e largura de chapas, em laminadoras de tiras a quente na indústria siderúrgica.

b) Lâmpadas Fluorescentes "Slimline"

São de partida instantânea e eletrodos não pré-aquecidos, conhecidas também com o lâmpadas de catodo quente.

Para a partida é necessária a utilização de reatores maiores, que lhe assegurem a aplicação de uma tensão elevada.

c) Lâmpadas Fluorescentes Luz Negra, Sylvania

São fabricadas nas potências de 15W e 30W com partida universal. Vida média = 7.500 horas.

Aplicações



- **Laboratórios:** identificação de substâncias químicas naturais e sintéticas em aplicações cromatográficas. Quanto aos fungos, estudos mostram que a luz negra afeta a estimulação da frutificação e pode influenciar inclusive na taxa de crescimento.
- **Fundições:** inspeção de metal fundido, cujo método consiste em cobrir-se uma peça metálica ou não com penetrante fluorescente, que entra nas rachaduras e a torna visível quando examinada sob luz negra.





- **Armadilhas luminosas de insetos.**

No campo: para controle biológico (não poluente). Determinação das várias espécies de insetos, possibilitando a correta aplicação do programa de extermínio de pragas por pulverização ou vaporização.

Na cidade: as lâmpadas são utilizadas como armadilhas eletrificadas.

- **Outdoors:** destaque de figuras e letreiros de outdoors e displays, placas de sinalização e murais que, iluminados com luz negra, dão impressão de luz própria, fazendo sobressair nuances e detalhes. Ideal para áreas com pouca iluminação como bares noturnos, cinemas, teatros e motéis.

- **Mineralogia:** é usada por geólogos, garimpeiros profissionais e colecionadores de pedras para identificação de minerais através de suas cores fluorescentes características.

- **Indústria têxtil:** revela marcas invisíveis aplicadas em tecidos para corte e costura e identificação de imperfeições na textura, assim como possíveis manchas de óleo.

- **Indústria de laticínios:** detectar certos tipos de bactéria que provocam a deterioração de carnes e laticínios e o seu grau de colonização.

- **Cozinha industrial:** resíduos alimentares nos utensílios são facilmente detectados quando expostos sob luz negra.

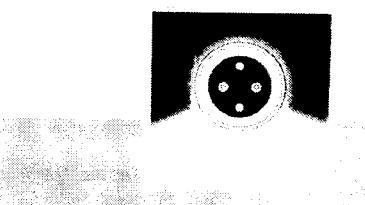
- **Filatelia:** na identificação de falsificações, imperfeições de impressão, qualidade e o valor do selo e ainda no apagamento de carimbos postais.

- **Uso militar:** mapas gráficos podem ser estudados ou mostrados no escuro quando impressos com tinta fluorescente e iluminados com luz negra. Fontes de consultas ou informações projetadas em tela de radar, com giz ou gráficos fluorescentes são facilmente visíveis sob luz negra.

- **Perícia técnica:** na perícia técnica, é utilizada para estudo de várias pistas, como a análise de partículas não visíveis sob luz comum que ajudam na identificação de criminosos, adulterações de documentos e de pessoas que acionam falsos alarmes de incêndio.

d) Lâmpadas Fluorescentes Refletoras

As características elétricas e o formato dessas lâmpadas são idênticos às normais. No entanto, dois terços do perímetro da lâmpada são recobertos (entre a parede de vidro e o pó fluorescente) com uma camada refletora branca. O restante do tubo não refletorizado é denominado "janela". A quantidade de luz irradiada por essa janela é 1,8 vezes superior à quantidade de luz irradiada por uma lâmpada normal. Existem nas potências de 20W, 40W e 65W.



e) Lâmpadas Fluorescentes de Catodo Quente

São lâmpadas de partida rápida e possuem catodos triplamente espiralados, os quais permitem um aquecimento inicial rápido, por isso utiliza uma auto-indução auxiliar, dispensando o uso de "starter". O acendimento ocorre entre 1 e 2 segundos, sendo necessária a aplicação de uma tensão de partida elevada para iniciar a descarga do vapor de mercúrio, e após a partida o filamento continua aquecido com uma pequena corrente. Utilizam reatores partida rápida.



Figura 4.40 - Lâmpada refletora TL-F.
Cortesia: Philips.

f) Lâmpadas Fluorescentes para Aquários - AQUARILUX, Sylvania

As lâmpadas fluorescentes Aquarilux (para uso exclusivo em aquários) são fabricadas nas potências de 20W e 40W com partida universal.

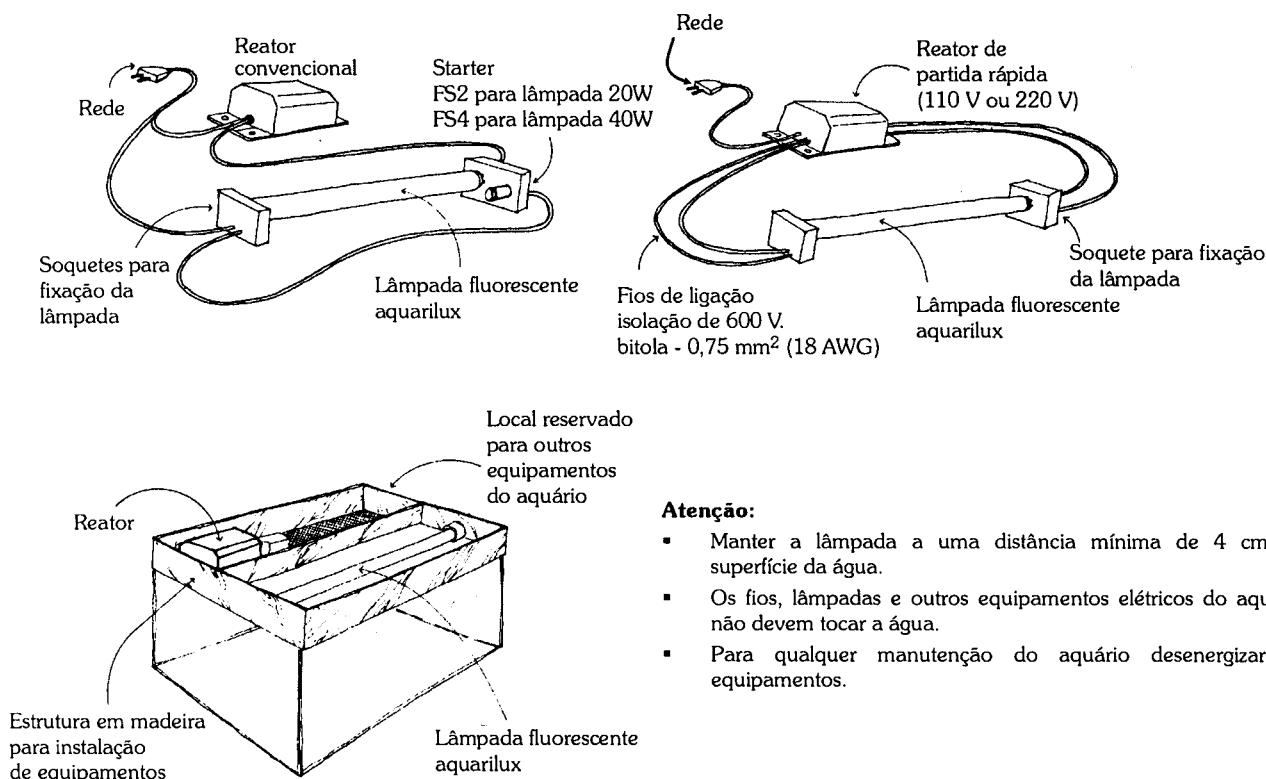


Figura 4.41

g) Lâmpadas Fluorescentes de Catodo Frio

São lâmpadas de acendimento instantâneo. Não possuem filamentos, seus eletrodos são pequenos tubos, de construção robusta, recobertos com **óxido de bário**. Para sua operação necessitam de uma tensão de 450V, para isso utilizam um autotransformador. Existem lâmpadas de catodo frio de baixa e de alta pressão, que exigem soquetes especiais para o seu funcionamento (figura 4.42). Vida média = 25.000 horas.

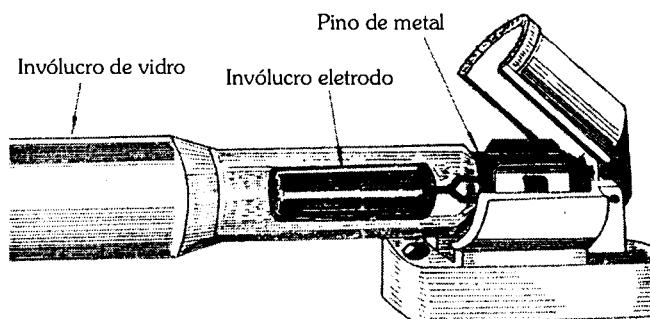


Figura 4.42 - Lâmpadas fluorescentes de catodo frio. Cortesia: CBL Companhia Brasileira de Lâmpadas.

h) Lâmpada Fluorescente de Indução

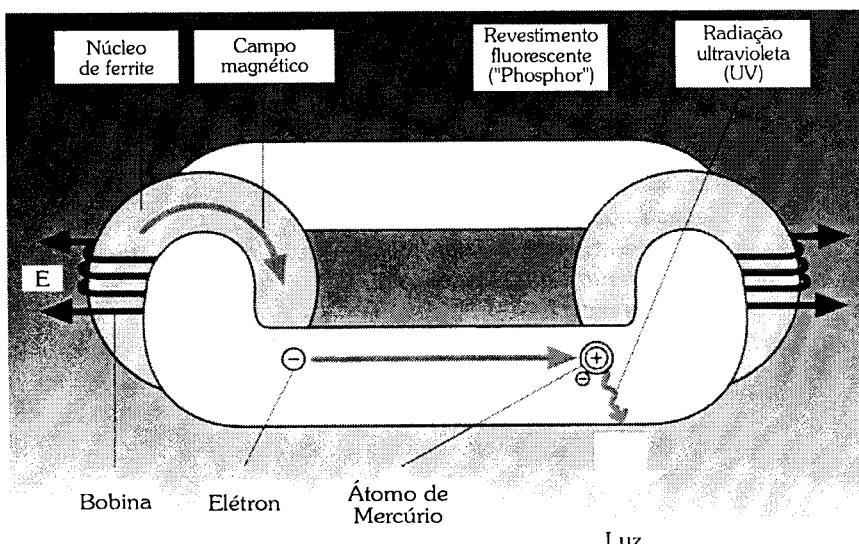


Figura 4.43 - Lâmpada fluorescente de indução OSRAM ENDURA.

- Potência 150 W
- Eficiência luminosa 80 lm/W
- Vida de lâmpada 60.000 horas
- Fluxo luminoso 12.000 lumen
- Freqüência de operação 250 kHz
- Temperatura de cor 4.000°K
- IRC (Índice de Reprodução de Cor) 80

Aplicação: Em locais elevados e onde existe dificuldade de acesso para a substituição das lâmpadas.

i) Lâmpada de Néon

Um dos gases raros existentes no ar atmosférico, o néon brilha com grande luminosidade quando excitado pela corrente elétrica. Tubos que contêm gás néon podem ser feitos sob as mais diversas formas e os mais variados tamanhos. Podem também ser obtidas diferentes cores. Basta juntar ao néon outros gases, como, por exemplo, o néon sozinho produz cor vermelha, com mercúrio azul-claro, com hélio cor ouro (dourado), etc.

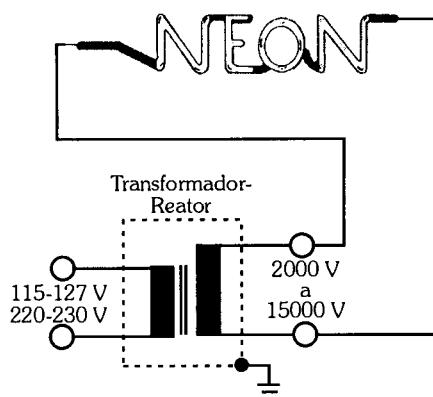


Figura 4.44 - Esquema de ligações de lâmpadas de descarga do tipo néon.

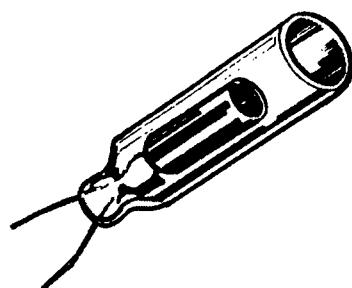


Figura 4.45 - Eletrodo para tubos de néon/argon.

As lâmpadas e tubos de néon são muito usados em letreiros e desenhos para anúncios e decoração.

Para fazer funcionar um tubo de néon, é necessário transformadores que elevam a tensão de entrada (primário) de 115V/230V para uma tensão de saída (secundário) de 2.000 V a 15.000 V. A tensão de saída do transformador é determinada em função do diâmetro e comprimento do tubo (Tabela 4.24). O custo de operação de tubos de néon é muito baixo, e podem ser utilizados dia e noite sem muitos gastos.

Cuidados no Manuseio das Lâmpadas Fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes, devido à fragilidade do vidro com que é feito o bulbo e principalmente pelo fato de o revestimento interno conter substâncias químicas, devem ser manuseadas com o máximo de cuidado. Os ferimentos causados por estilhaços de vidro provenientes da lâmpada são, em muitos casos, de difícil cicatrização. É importante fazer o tratamento imediato dos ferimentos dessa natureza. Como a pressão interna é menor que a pressão externa, com a quebra, a lâmpada implode, espalhando por toda a volta estilhaços de vidro que poderão atingir quem estiver próximo.

Para maior segurança, proceda da seguinte forma:

- Procure desfazer-se das lâmpadas imprestáveis, colocando-as em local seguro.
- Não as deixe encostadas pelos cantos.
- Lâmpadas novas devem ser mantidas nas embalagens.

Como é feita a instalação das lâmpadas fluorescentes

Observe nos desenhos a maneira correta de instalar lâmpadas fluorescentes:

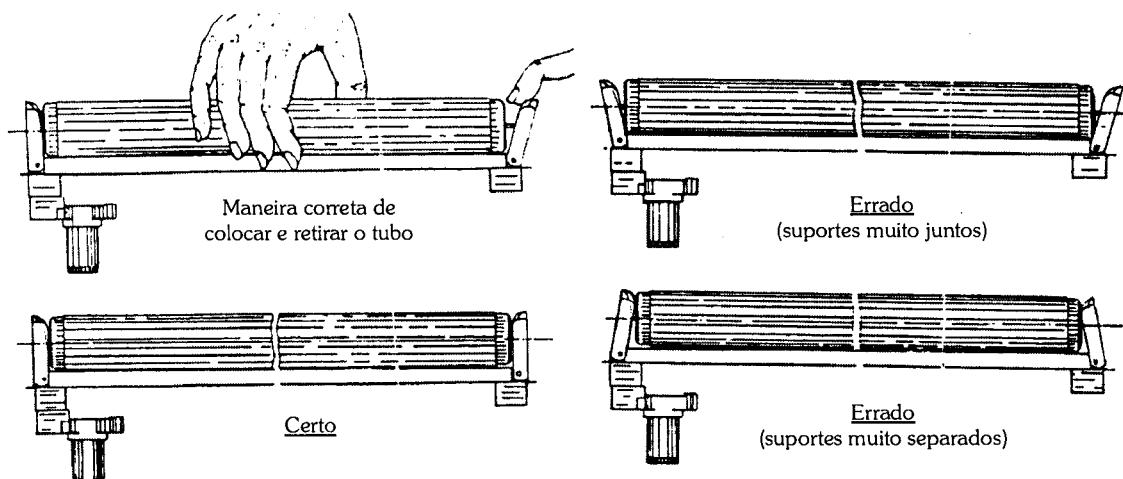


Figura 4.46

4.3.2.1.2. Lâmpadas Vapor de Sódio de Baixa Pressão

São lâmpadas que possuem um tubo de descarga, contendo **sódio** sob baixa pressão (alguns N/m²) que evapora a 98°C e uma mistura de **gases inertes (neônio e argônio)** a uma pressão de centenas de N/m², para obter a tensão de ignição baixa.

"A **lâmpada de sódio de baixa pressão** é caracterizada por sua radiação monocromática, alta eficiência luminosa (**200 lm/W**) e longa vida". A utilização dessas lâmpadas é recomendada em locais onde a reprodução de cor não é importante, mas o reconhecimento por contrastes é importante, como, por exemplo, **auto-estradas, portos e pátios de manobras**. A **Philips** fabrica as lâmpadas **SOX** de baixa pressão nas potências de 18W a 180W.

Com a mesma quantidade de energia foi possível iluminar a auto-estrada de New York a Los Angeles com lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão SOX, aproximadamente 4.827 quilômetros.

Para obter o mesmo nível de luminosidade, podemos iluminar, com a mesma quantidade de energia, 60 quilômetros de estrada com lâmpadas de vapor de mercúrio de alta pressão; 120 quilômetros, com lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão.

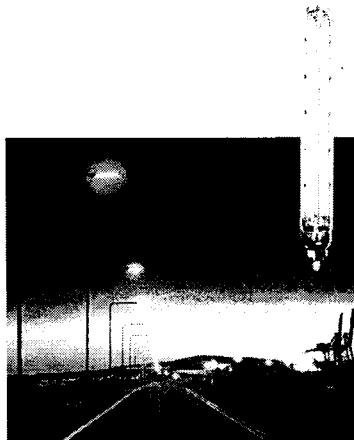


Figura 4.47 - Lâmpadas SOX. Cortesia: Philips.

Nota: Os exemplos citados são apenas ilustrativos. Para saber, com exatidão, a eficiência das lâmpadas a serem utilizadas, objetivando menor consumo de energia para maior eficiência luminosa, é necessário calcular ou fazer um projeto luminotécnico (veja o item 4.3.2.5.8 ou consulte livros específicos sobre luminotécnica).

4.3.2.1.3. Dados Técnicos das Lâmpadas de Baixa Pressão Philips

Tabela 4.6 - Lâmpadas Fluorescentes Compactas PL Eletronic.

Código Comercial	Potência (W)	Tensão (V)	Fluxo Luminoso (Lumens)	IRC	Comprimento Máximo (mm)	Eficiência (lm/W)
PL-ELET-9W-120V	9	127	400	82	134	44
PL-ELET-9W-230V	9	230	400	82	122	44
PL-ELET-11W-120V	11	127	600	82	150	55
PL-ELET-11W-230V	11	230	600	82	138	55
PL-ELET-15W-127V	15	127	900	82	170	60
PL-ELET-15W-230V	15	230	900	82	159	60
PL-E/C-15W-120V	15	127	900	82	121	60
PL-E/C-15W-230V	15	230	900	82	124	60
PL-ELET-20W-120V	20	127	1200	82	140	60
PL-ELET-20W-230V	20	230	1200	82	143	60
PL-ELET-23W-120V	23	127	1500	82	155	65
PL-ELET-23W-230V	23	230	1500	82	158	65

Base: E-27.

Tabela 4.7 - Lâmpadas Fluorescentes Compactas Não Integradas: PL-S.

Código Comercial	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (mA)	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência (lm/W)	IRC
PL-S-9W/27	9	60	170	570	66	82
PL-S-9W/84	9	60	170	570	66	80
PL-S-11W/27	11	89	160	880	75	82
PL-S-11W/84	11	89	160	880	75	80
PL-S-13W/27	13	59	280	810	62	82
PL-S-13W/84	13	59	280	810	62	80

Base: Bipino

Tabela 4.8 - Lâmpadas Fluorescentes Compactas Não Integradas: PL-T.

Código Comercial	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (mA)	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência (lm/W)	IRC
PL-T18W/82	18	100	225	1200	67	82
PL-T18W/84	18	100	225	1200	67	84
PL-T26W/82	26	105	325	1800	69	82
PL-T26W/84	26	105	325	1800	69	84

Base: Bipino

Tabela 4.9 - Lâmpadas Fluorescentes - TLT e TLD.

Código Comercial	Potência (W)	Tensão Média na Lâmpada (V)	Corrente Média na Lâmpada (mA)	Fluxo Luminoso* Médio (lm)	Eficiência (lm/W)	IRC
TLD 15/75	15	54	0,32	800	75 Extra Luz do dia	70
TLD 30/75	30	96	0,37	2.000	75 Extra Luz do dia	70
TLDRS 16/64	16	67	0,27	1.070	64 Branco Comfort	66
TLDRS 32/64	32	139	0,27	2.350	64 Branco Comfort	66
TLTRS 20/75	20	58	0,36	1.100	75 Extra Luz do dia	70
TLTRS 40/75	40	106	0,42	2.600	75 Extra Luz do dia	70
TLTRS 65/75	65	110	0,67	4.400	75 Extra Luz do dia	70
TLTRS 110/75	110	160	0,80	7.600	75 Extra Luz do dia	70

Base: TLTRS110/75 (R17D); as demais: Base (G13) - Bipino. *Após 100 horas de funcionamento.

Tabela 4.10 - Lâmpadas Fluorescentes TLT e TLD - Série 80.

Código Comercial	Potência (W)	Tensão Média na Lâmpada (V)	Corrente Média na Lâmpada (mA)	Fluxo Luminoso* Médio (lm)	IRC
TLDRS 16/84	16	64	0,26	1.200	85
TLDRS 32/84	32	139	0,26	2.700	85
TLDRS 16/85	16	64	0,26	1.150	85
TLDRS 32/85	32	139	0,26	2.600	85
TLTRS 20/84	20	57	0,37	1.350	85
TLTRS 40/84	40	106	0,42	3.250	85
TLTRS 20/85	57	57	0,37	1.300	85
TLTRS 40/85	106	106	0,42	3.150	85
TLTRS 110/84	110	160	0,80	9.500	85
TLTRS 110/85	110	160	0,80	9.500	85

Base: 110W DCE - Duplo Contato Embutido; outras: Bipino. * Após 100 horas de funcionamento.

4.3.2.2. Lâmpadas de Alta Pressão

4.3.2.2.1. Lâmpadas de Luz Mista

Combinam a eficiência das lâmpadas a vapor de mercúrio com as propriedades de cor das fontes de luz com filamento de tungstênio, com a vantagem de serem ligadas diretamente à rede, ou seja, dispensam o uso de equipamentos auxiliares (reatores e ignitores). Vida média = 6.000h.

Constituição

- **Base:** fixação da lâmpada com o receptáculo (soquete) e conexão com a rede elétrica. Base E-27 e E-40.
- **Resistor de partida:** possui valor relativamente alto ($40\text{ k}\Omega$), cujas finalidades são: a) limitar, na partida, a corrente do arco inicial; b) criar um caminho de alta impedância para o arco principal.
- **Suporte:** suspender e manter fixos o tubo de arco e o filamento de tungstênio com relação ao eixo da lâmpada.

- Filamento:** de tungstênio ligado em série com o tubo de descarga e atua como fonte de luz de cor quente e como limitador de corrente, substituindo o reator.
- Tubo de descarga ou de arco:** em que se produzem a radiação visível e a radiação ultravioleta invisível, que é convertida em luz visível quando em contato com o revestimento interno do bulbo. Fabricado em **quartzo**, de paredes espessas para suportar as fortes pressões e temperaturas. O tubo é cheio de vapor de mercúrio e pequena quantidade de argônio sob pressão de 100 a 110 atmosferas.
- Camada de pó fluorescente:** revestimento interno do bulbo por uma camada de **fosfato de ítrio vanadato** com o objetivo de filtrar os raios ultravioleta, formando a luz visível.
- Bulbo externo** - de vidro duro (boro - silicato ou nonax), formato ovóide. É injetada uma mistura gasosa de argônio e nitrogênio, que mantém a temperatura constante.

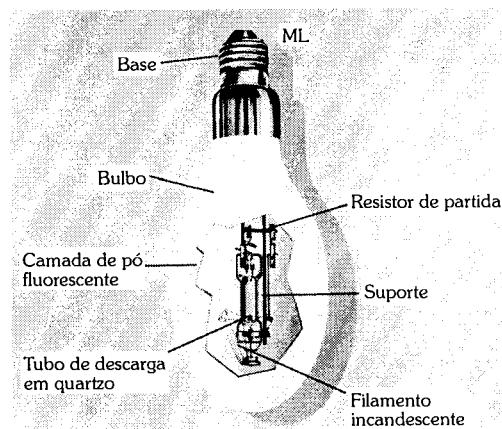


Figura 4.48 - Lâmpada de luz mista.
Cortesia: Philips.

Aplicações:

- vias públicas;
- jardins;
- praças;
- estacionamentos;
- comércio em geral.

Nota: As lâmpadas de luz mista são menos eficientes que as de vapor de mercúrio (menos da metade da eficiência) e não necessitam de reator.

4.3.2.2.2. Lâmpadas a Vapor de Mercúrio

De características semelhantes às lâmpadas de luz mista, as lâmpadas a vapor de mercúrio necessitam de reator, que vai atuar como limitador de corrente das lâmpadas. Vida média = 20.000 horas.

Constituição

- Eletrodos principais:** especialmente ativados, feitos de tungstênio, sobre os quais é aplicada uma tensão que emite elétrons. Esses elétrons, ao chocarem-se com os átomos de vapor de mercúrio em suspensão dentro do tubo de descarga, produzem um desequilíbrio na composição desses átomos. Como a tendência dos elétrons é voltar para suas órbitas originais, ocorre a liberação de energia ultravioleta invisível, que é convertida em luz visível pelo pó do revestimento interno do bulbo.
- Eletodo auxiliar:** feito com fio de tungstênio, destinado a dar a partida do arco no tubo. É ligado em série com o resistor de partida. Existem lâmpadas com um ou dois eletrodos auxiliares.
- Mola de sustentação:** de aço, cuja finalidade é impedir vibrações do tubo de arco.

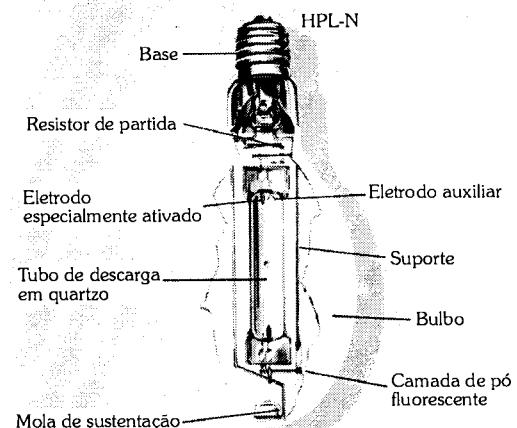


Figura 4.49 - Lâmpada de luz mista.
Cortesia: Philips.

Os demais componentes possuem as mesmas características das lâmpadas de luz mista.

Aplicações

- iluminação de vias públicas;
- praças e jardins;
- fábricas;
- parques;
- estacionamentos.

4.3.2.2.3. Lâmpadas Multivapor Metálico

Elas apresentam alta eficiência e alto índice de reprodução de cores. É o que oferecem as lâmpadas HPI/BU (ovóide) e HPI/T (tubulares) da Philips.

Dentro do tubo de descarga, de quartzo, existe uma combinação de aditivos de **haleto metálico** - como **iodeto de índio, tálio e sódio** - na descarga de mercúrio.

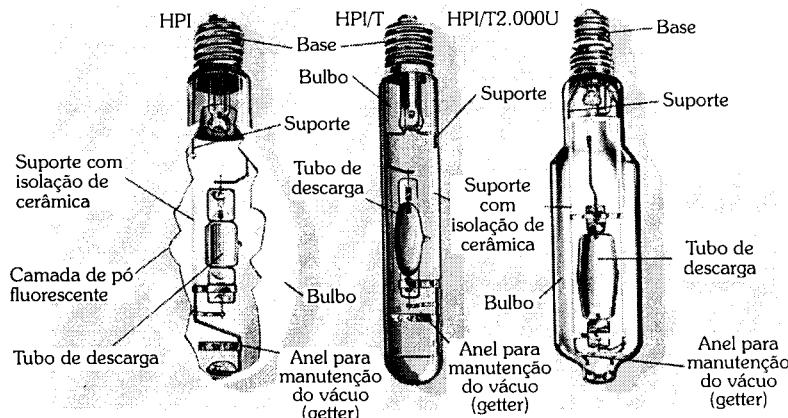


Figura 4.50 - Lâmpadas multivapor metálico.
Cortesia: Philips.

Aplicações

HPI/BU

- iluminação interna comercial e industrial;
- iluminação pública;
- crescimento de plantas;
- iluminação em hangares;
- parques de exposições;
- postos de gasolina, etc.;

HPI/T

- iluminação esportiva;
- grandes estádios;
- iluminações de monumentos;
- em horticultura;
- em outdoor;
- em hangares;
- parques de exposições;
- industriais;
- televisionamento em cores ou filmagens de cinema.

Instalação: requerem um reator e um ignitor, os quais influenciam na sua performance. As HPI/BU e HPI/T utilizam o mesmo reator das lâmpadas a vapor de mercúrio.

4.3.2.2.4. Lâmpadas a Vapor Metálico MHN-TD e Multivapor Metálico MHW-TD

Possuem duplo contato. Internamente possuem um tubo de descarga de quartzo e um bulbo externo também de quartzo. Vida média = 6.000 horas.

Descrição

O **tubo de descarga** é preenchido com mercúrio de alta pressão e uma mistura de vapores (argônio e neônio) com a adição de sódio e tálio para correção de cor e estabilização do arco. O índice de reprodução de cor é alto e a eficiência luminosa é muito boa.

Por ter um formato tubular e pequeno, é possível sua utilização em pequenas luminárias.

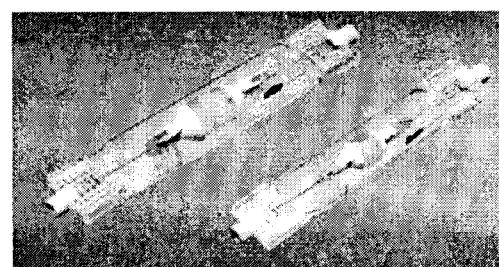


Figura 4.51 - Lâmpadas MHN-TD.
Cortesia: Philips.

São lâmpadas equivalentes às halógenas palito (HA-300W e HA-500W) com vantagens:

- As lâmpadas MHN-TD apresentam um ganho de fluxo luminoso de 7,8% e 18,4%, e a MHW-TD, de 13,7% e 28,3%.
- Possuem vida útil três vezes maior com economia de 70% de energia.
- Redução de calor gerado no ambiente.

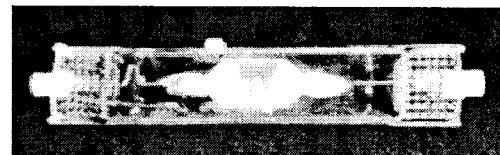


Figura 4.52 - Lâmpada MHW-TD.
Cortesia: Philips.

Atenção: Essas lâmpadas devem ser utilizadas apenas em luminárias fechadas, pois emitem uma quantidade considerável de radiação ultravioleta (UV). Medidas protetoras devem ser tomadas com a luminária: o vidro frontal deve absorver a radiação e também prevenir danos, como consequência de uma possível quebra do tubo de descarga ou mesmo do bulbo. (Fonte: Catálogo Philips.)

Aplicações

- iluminação de interiores;
- em exteriores, podem ser utilizadas:
 - para iluminar estátuas;
 - pequenos monumentos e fachadas;
 - outdoors.

Instalação: utilizam o mesmo **reator e ignitor** das lâmpadas a **vapor de sódio de alta pressão** (SON 70W e SON 150W respectivamente).

4.3.2.2.5. Lâmpadas a Vapor de Sódio

Sua principal característica é a grande eficiência luminosa, muito superior a qualquer outro tipo de fonte de luz policromática para uso generalizado. A aparência de cor desse tipo de lâmpada é branco - amarelado, agradável, possui longa vida média, desde que o acendimento seja prolongado ou contínuo.

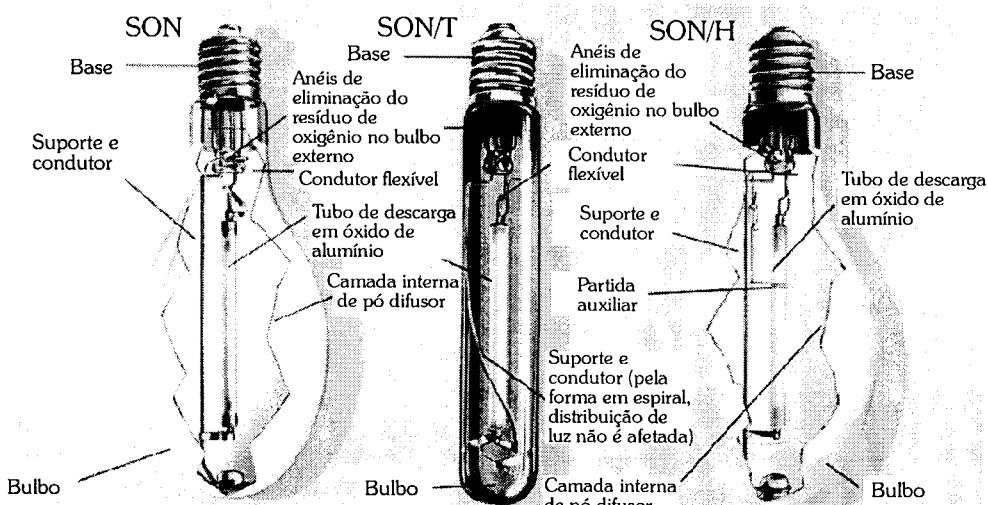


Figura 4.53 - Lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão e componentes. Cortesia: Philips.

Tabela 4.11 - Constituição.

Componentes	Tipo de Lâmpada		
	SON	SON-H	SON-T
Tubo de descarga	Óxido de alumínio sinterizado	Óxido de alumínio sinterizado.	Óxido de alumínio policristalina.
Bulbo	Ovóide. Vidro mole.	Ovóide. Vidro duro.	Tubular. Vidro duro.
Preenchimento do tubo de descarga	Composto de sódio - mercúrio.	Composto de sódio - mercúrio.	Composto de sódio - mercúrio.
Gás de partida	Xenônio.	Neônio e argônio.	Xenônio.
Revestimento interno	Revestido eletrostaticamente por uma camada uniforme de pó difusor (pirofosfato de cálcio).	Revestido eletrostaticamente por uma camada uniforme de pó difusor (pirofosfato de cálcio).	Sem revestimento.

Tabela 4.12 - Aplicações.

Componentes	Tipo de Lâmpada		
	SON	SON-H	SON-T
Iluminação pública	X	X	X
Aeroportos	X		X
Áreas industriais	X	X	X
Pátios de carga e de manobra	X		
Praças		X	
Galpões		X	
Parques		X	
Estacionamento		X	X
Áreas esportivas		X	X
Iluminação de destaque			X

Instalação

1. As lâmpadas **SON** exigem reator e ignitor.
2. As lâmpadas **SON-H**:
 - Requerem os mesmos reatores usados nas lâmpadas a vapor de mercúrio de potência equivalente (por exemplo: **SON-H 350W** equivale a **HPL-N 400W**);
 - Não devem ser usadas em circuitos capacitivos;
 - Quando o circuito for **220V fase/neutro**, a **fase** deve ser conectada no **contato central** e o **neutro** no **contato lateral** do receptáculo;
 - É necessário evitar o sobreaquecimento do reator. Quando utilizada com **reator de baixo fator de potência**, a correção deve ser feita com um capacitor, instalado em paralelo, na entrada do reator.
3. As lâmpadas **SON-T**:
 - Exigem reator e ignitor;
 - Devem ser respeitados os subitens "b" e "c" do item anterior;
 - As lâmpadas **SON-T** devem ser usadas em luminárias que não causem um excessivo aumento da tensão de arco da lâmpada. Recomenda-se não ultrapassar os valores indicados.

4.3.2.2.6. Lâmpadas Mastercolor/Multivapor Metálico

As lâmpadas **mastercolor** representam um novo conceito em iluminação **multivapor metálico**, destinadas a ambientes onde se queira mais destaque para todas as cores, criar realces e uma grande variedade de efeitos. As lâmpadas mastercolor são fabricadas em dois modelos: **CDM-R** e **CDM-T**. Vida média = 8.000 horas.

Aplicações

- Iluminação decorativa e de destaque; muito usadas em lojas e vitrines (CDM-R/CDM-T);
- Iluminação geral em downlighters; para criar atmosferas agradáveis (CDM-R/CDM-T);

- Iluminação externa decorativa; fachadas, estátuas e monumentos de pequeno porte (CDM-R);
- Iluminação de outdoor (CDM-R).

Instalação: devem ser instaladas com os mesmos equipamentos auxiliares de partida da lâmpada a vapor de sódio de alta pressão (reator e ignitor), ou com reator eletrônico EMC da PHILIPS.

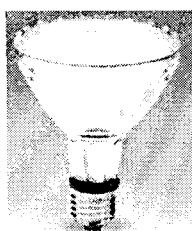


Figura 4.54 - Lâmpada mastercolor/multivapor metálico CDM R. Cortesia: Philips.

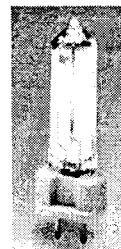


Figura 4.55 - Lâmpada mastercolor/multivapor metálico CDM-T. Cortesia: Philips.

4.3.2.2.7. Dados Técnicos das Lâmpadas de Alta Pressão

Tabela 4.13 - Lâmpadas de Luz Mista - ML.

Código Comercial	Tensão (V)	Tensão Mínima da Rede para Ignição ¹ (20°C) (V)	Tensão Mínima da Rede para Operação Estável (20°C) (V)	Tensão Média na Lâmpada ² (V)	Corrente Média na Lâmpada ² (A)	Fluxo Luminoso (lm)
ML 160W-a	220/230	180	198	225	0,76	3.150
ML 250W-b	220/230	180	198	225	1,20	5.500
ML 250W-c	220/230	180	198	225	1,20	5.500
ML 500W-d	220/230	180	198	225	2,32	13.500

1- A zero hora; 2- Após 100 horas de funcionamento; Bases: a e b - E27/27, c e d - E40/45; IRC (aprox. 60).

Tabela 4.14 - Lâmpadas a Vapor de Mercúrio HPL-N.

Código Comercial (HPL-N)	Tensão (V)	Tensão Mínima da Rede para Ignição ¹ (20°C) (V)	Tensão Mínima da Rede para Operação Estável (20°C) (V)	Tensão Média na Lâmpada ² (V)	Corrente Média na Lâmpada ² (A)	Fluxo Luminoso (lm)
80W-a	220	180	198	115	0,80	3.600
125W-b	220	180	198	125	1,15	6.200
250W-c	220	180	198	135	2,10	12.700
400W-d	220	180	198	140	3,25	22.000

1- A zero hora; 2- Após 100 horas de funcionamento; Bases: a e b - E27/27, c e d - E40/45; IRC = 45.

Tabela 4.15 - Lâmpadas Multivapor Metálico.

Código Comercial (HPI-BU)	Tensão (V)	Potência Média da Lâmpada (W)	Tensão Média da Lâmpada (V)	Corrente Média na Lâmpada (A)	Corrente Máxima de Acendimento (A)	Fluxo Luminoso (lm)
250 W	220	256	128	2,2	3,9	17.000
400 W	220	400	125	3,4	6,0	30.600
(HPI-T)						
250W	220	245	128	2,15	3,9	17.000
400W	220	390	125	3,40	6,0	30.500
1000W	220	965	130	8,25	14,2	81.000
2000W U/220V	220	1960	130	16,5	28,4	189.000
2000W H/380V	380	1900	240	8,6	15,3	183.000

* Todos os valores após 100 horas acesa; Tensão mínima de funcionamento: 198 V;
Base: E40 (2000W - E40/80x50). IRC (HPI-BU= 69; HPI-T=65).

Tabela 4.16 - Lâmpada a Vapor Metálico MHN - TD.

Código Comercial	Tensão da Lâmpada (V)	Tensão Mínima da Rede para Ignição ¹ (20°C) (V)	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência Luminosa (lm/W)	IRC
MHN-TD 70W	90 + 10	198	5.500	78	80
MHN-TD 150W	90 + 10	198	12.000	80	85

Tempo de acendimento: 15 s; período de reignição: 7 min., dependendo da temperatura ambiente, máximo de 15 min.; possibilidade de reignição imediata através de ignitores especiais, gerando: 25kV para MHN-TD70W e 35kV para MHN-TD 150W; Base: RX7S.

Tabela 4.17 - Lâmpada Multivapor Metálico MHW - TD.

Código Comercial	Potência Nominal da Lâmpada (W)	Corrente Máxima de Acendimento (A)	Tensão Média da Lâmpada (V)	Corrente Nominal da Lâmpada (A)	Fluxo Luminoso (lm)
MHN-TD 70W	75	1,4	90	1,0	5.800
MHN-TD 150W	150	2,4	96	1,8	13.000

Tensão máxima de acendimento: 198 V; Base: 70W (Rx7s) e 150W (Rx7s-24).

Tabela 4.18 - Lâmpadas a Vapor de Sódio.

Código Comercial	Tensão (V)	Tensão Mínima da Rede para Ignição ¹ (20°C) (V)	Tensão Mínima da Rede para Operação Estável (20°C) (V)	Tensão Média da Lâmpada ² (V)	Corrente Média na Lâmpada ² (A)	Fluxo Luminoso (lm)
(SON)						
70 W*	220	198	198	90	0,98	5.600
150 W	220	198	198	100	1,80	14.500
250 W	220	198	198	100	3,00	26.500
400 W	220	198	198	105	4,45	49.000
(SON-H)						
220 W	220	190	200	104	2,50	18.000
350 W	220	190	200	117	3,60	34.000
(SON-T)						
250 W	220	170	198	100	3,00	27.500
400 W	220	170	198	100	4,60	48.000
1000 W	220	170	198	105	10,60	125.000

IRC - 23; Tempo de reignição (SON-H): 3 min.; Base: *E27/27, as demais E40.

4.3.2.2.8. Posição de Funcionamento

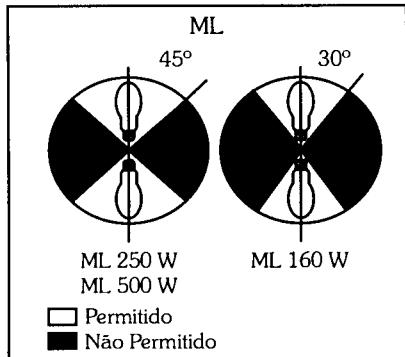


Figura 4.56

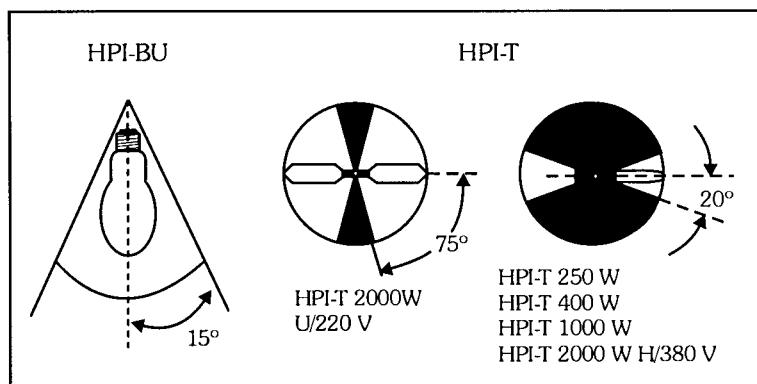


Figura 4.57

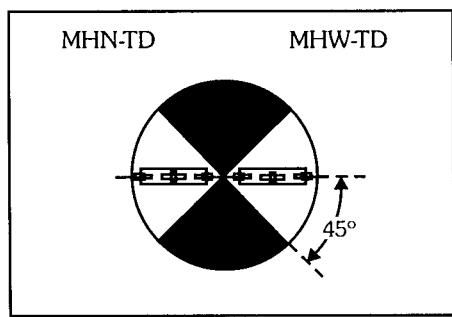


Figura 4.58

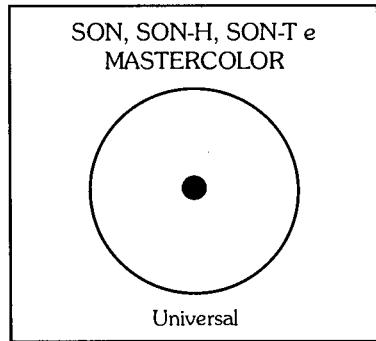


Figura 4.59

4.3.2.3. Lâmpadas de Indução (QL)

Características

- Potências: 55 W e 85 W.
- Eficiência luminosa: 67 e 70 lm/W.
- Vida da lâmpada: 60.000 horas.
- Fluxo luminoso: 3.700 lm e 6.000 lm.
- Tensão: 200/240 V.
- A lâmpada não possui partes que se desgastam, por isso uma vida tão longa. Após 60.000 horas, há uma saturação do pó que reveste internamente o bulbo, reduzindo em 20% o fluxo luminoso, que tecnicamente caracteriza fim de vida.
- Tecnicamente, é constituída por uma antena especial (espiral de indução) que fica dentro do bulbo e externamente, um circuito eletrônico integrado, de alta freqüência de 2,65 MHz.
- A alta freqüência ativa as moléculas de gás dentro do tubo, fazendo com que haja a emissão de radiação ultravioleta (UV) que é convertida pelo pó que recobre o bulbo, em luz visível.
- Algumas cidades da Europa já têm iluminação pública com lâmpadas e luminárias específicas para QL: Copenhague (Dinamarca), Genebra, Londres, Eindhoven (Holanda), Paris, inclusive um banco na Inglaterra.

Aplicações

- Grandes áreas comerciais;
- Estações de metrô;
- Aeroportos;
- Iluminação pública; etc.

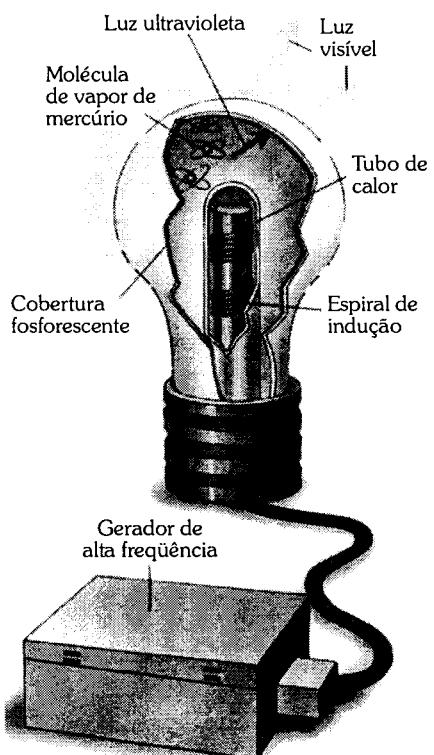


Figura 4.60 - Lâmpadas de indução (QL).
Cortesia: Philips.
(Extraída da revista Globo Ciência - nov/91).

4.3.2.4. Vida das Lâmpadas

A vida das lâmpadas, principalmente as de alta e baixa pressão, é influenciada pela função das condições de operação, e será maior se ficar acesa por um período de tempo prolongado. A vida da lâmpada é afetada por outras condições de funcionamento, tais como: temperatura ambiente muito alta, variações de tensão na linha e a qualidade dos equipamentos auxiliares (reator, ignitor, etc.).

4.3.2.5. Acessórios para Lâmpadas

4.3.2.5.1. Receptáculos ou Soquetes

São dispositivos que servem para fixação das lâmpadas por suas bases, permitindo a sua alimentação e facilitando a sua substituição.

São também conhecidos como suportes para lâmpadas ou porta-lâmpadas.

Existem, no comércio, vários tipos, os quais podem ser utilizados de acordo com a situação da instalação e o tipo de lâmpada.

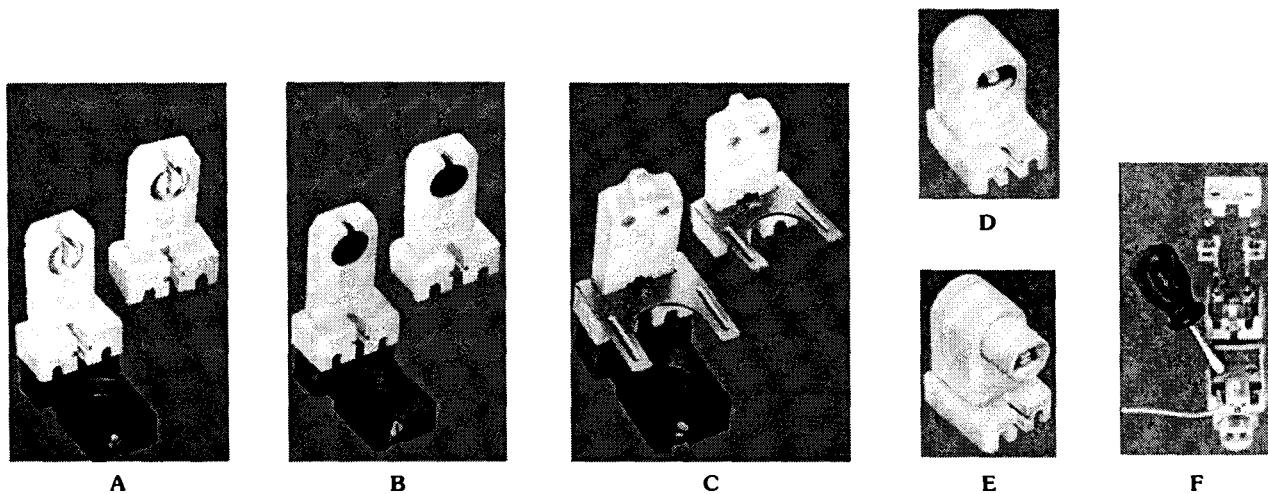


Figura 4.61 - Soquetes para lâmpadas fluorescentes: A - Jogo de soquetes convencionais com base de starter; B - Soquetes com núcleo rotativo com e sem base de starter; C - Soquetes antivibratórios com placa de pressão e fixação; D/E - Soquete gigante fixo e móvel para lâmpadas fluorescentes (Power Groove, HO e Duplo Flux); F - Detalhe para instalação do soquete para lâmpadas fluorescentes "Power Groove", HO e Duplo Fluxo. Cortesia: INGEMAG.

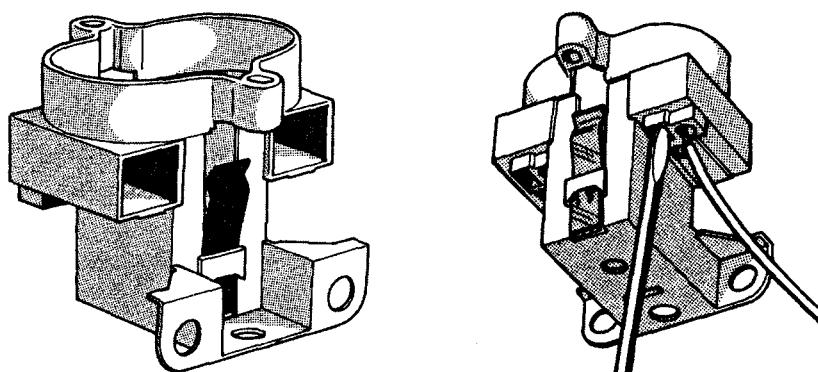


Figura 4.62 - Receptáculo ou soquete para lâmpadas fluorescentes compactas (PL ou DULUX). Para instalar o condutor, basta inseri-lo no contato, não necessitando ferramentas. Para retirá-lo, solte a trava com auxílio de uma chave de fenda. Cortesia: Lorenzetti.

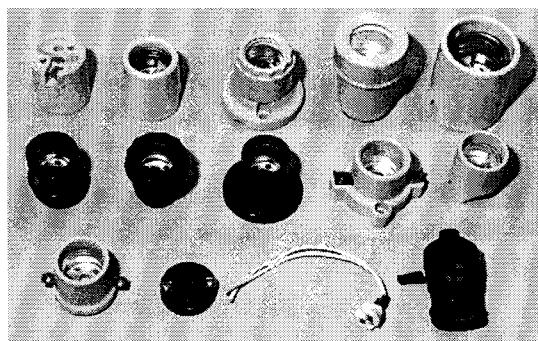


Figura 4.63 - Vários tipos de receptáculo ou soquete para bases E-27 e E-40.

Precauções

O IDEC recomenda ao usuário que no ato de adquirir um receptáculo ou soquete observe os seguintes detalhes:

- O produto tem o nome do fabricante?
- O material de contato não é ferroso? (para conferir, basta usar um ímã: se ele for atraído pelo soquete, desista)
- As conexões para fixação dos fios são firmes?
- Os parafusos que prendem os fios são largos o suficiente para que o fio não escape?
- Se for do tipo que se prende à parede ou "plafonier", o soquete tem dois pontos de fixação (para parafusá-lo ao apoio)?
- Se for do tipo pendente, os fios são presos também pelo isolante, e não apenas pelo condutor?
- Depois de instalado, as partes energizadas ficam protegidas de um contato acidental?

4.3.2.5.2. Plafoniers

São dispositivos destinados a suportar os receptáculos ou soquetes para lâmpadas incandescentes ou fluo-rescentes compactas, os globos (PVC ou vidro) e dar condições de fixação de todo o conjunto ao teto ou parede.

Suas dimensões variam de acordo com o tamanho do globo que devem suportar. Sua boca pode ser de 3", 4" ou 6". Os mais utilizados são os de 4" (100 mm de diâmetro).

Os plafoniers podem ser de alumínio (polido natural ou anodizado em várias cores), de ferro oxidado ou PVC.

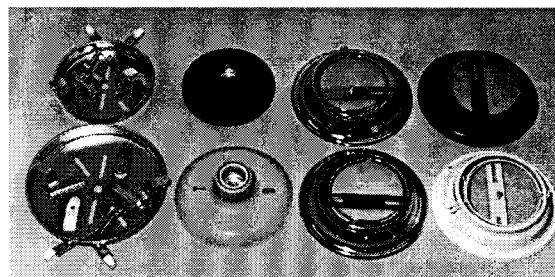


Figura 4.64 - Tipos de plafoniers.

4.3.2.5.3. Luminárias

São aparelhos destinados a distribuir, filtrar e controlar a luz gerada por uma ou mais lâmpadas, que contenham todos os equipamentos e acessórios necessários para fixar, proteger e alimentar essas lâmpadas.

Existem luminárias para diversas finalidades e destinadas às lâmpadas incandescentes, fluorescentes, vapor de mercúrio, vapor de sódio, etc.

Devido à extensa variedade de tipos de luminária, potências e número de lâmpadas e também aos modos de instalação, principalmente pela forma de controle da luz, torna-se problemática a classificação das luminárias.

Para fins didáticos, apresentamos a classificação feita pela CIE (Commission Internationale L'Eclairage) baseada na porcentagem do fluxo luminoso total dirigido para cima ou para baixo de um plano horizontal.

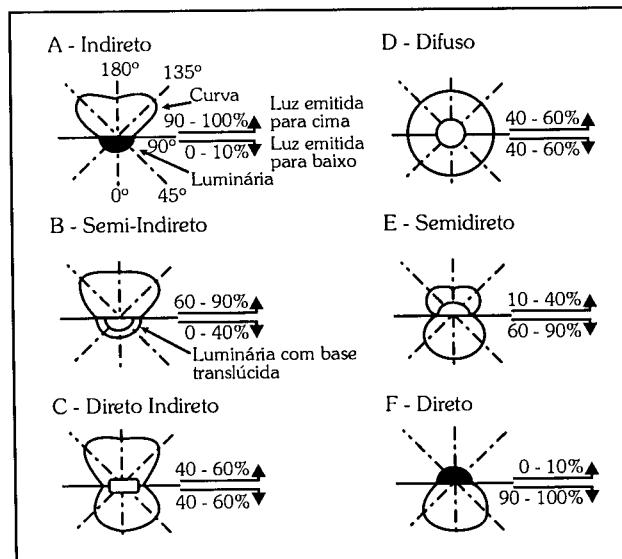


Figura 4.65 - Classificação das luminárias conforme CIE.

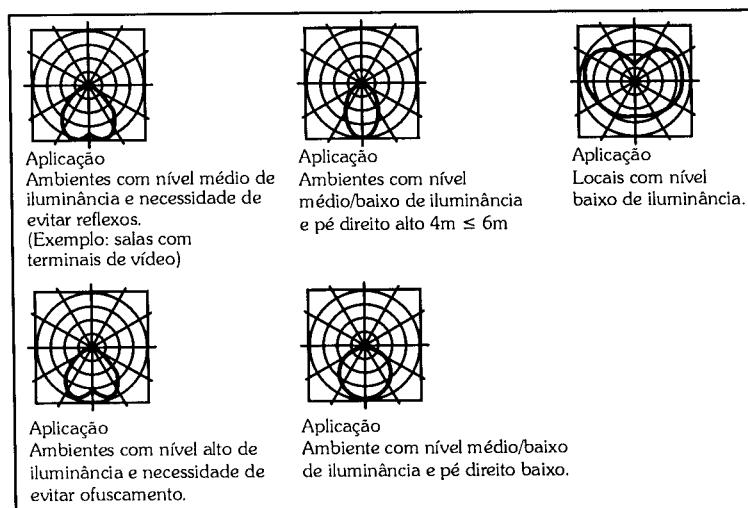


Figura 4.66 - Exemplo de curvas de distribuição luminosa.

Tipos de Luminária

Devido à grande diversidade, conforme já foi dito anteriormente, apresentamos apenas alguns tipos de luminária.

- Para iluminação comercial
- Para iluminação decorativa
- Para iluminação "downlight"

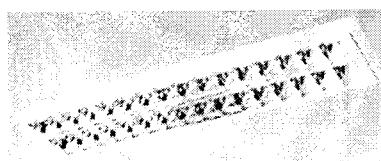


Figura 4.67 - Luminária TCS 100 de sobrepor, para lâmpadas 2x32 W, para áreas informatizadas.

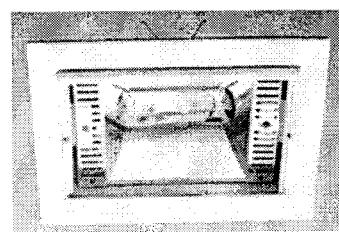


Figura 4.68 - Luminária MBF100 de embutir, fechada, para lâmpadas MHN-TD ou MHW-TD 70W ou 150 W.

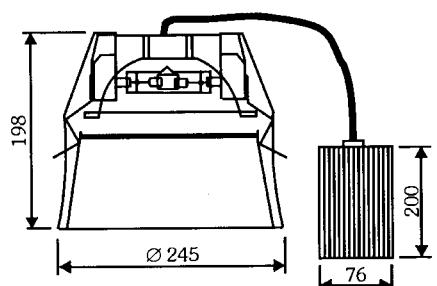


Figura 4.69 - Detalhe da luminária 92002.
Medidas em mm

- Para iluminação industrial
- Para iluminação de áreas externas / esportivas
- Para iluminação pública

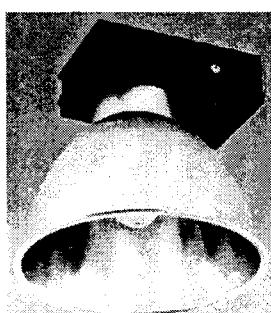


Figura 4.70 - Luminária HDK 472-HPL-N 250 W ou 400 W; SDK 472-HPI-BU 250W ou 400 W.

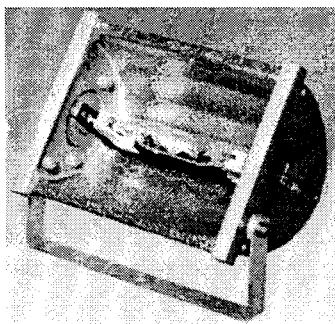


Figura 4.71 - Projetor para iluminação interna e externa para lâmpadas HPL-N: 250 W ou 400 W, SON: 150 W e SON/T: 250 W ou 400 W HPI-T: 250 W ou 400 W.



Figura 4.72 - Luminária fechada HRC/SRC 612. HRC612: própria para HPL-N 250 W ou 400 W ou SON 250 W ou 400 W. SRC612: própria para HPI/T.

Nota: Os dados técnicos fornecidos são superficiais. Para obter informações mais detalhadas, consultar o Catálogo Geral de iluminação Philips.

4.3.2.5.4. Reatores

São equipamentos auxiliares e necessários ao funcionamento das lâmpadas de descarga (exceto de luz mista) com a finalidade de proporcionar as condições de partida (ignição) e de maneira a **controlar** ou **estabilizar a corrente do circuito**.

Além de proporcionar boa estabilização à corrente da lâmpada, o reator deve ter:

- Um fator de potência (FP ou cos φ) elevado, proporcionando o uso econômico no sistema de suprimento;
- Harmônicas na corrente com percentagens reduzidas;
- Alta impedância para audiofreqüência;
- Que não apresente radiointerferência, causada pelas lâmpadas;
- Condições ideais de partida (ignição) da lâmpada;
- Pequenas dimensões, vida longa, baixo nível de ruído e perdas reduzidas.

O reator é uma indutância ligada em série com a lâmpada. Apresenta baixo fator de potência (FP ou cos φ), mais ou menos 0,5 atrasado. O aumento do fator de potência para 0,85 ou mais pode ser conseguido conectando um capacitor em paralelo com a ligação CA.

Nota: Os reatores, tanto para circuitos convencionais como de partida rápida, podem ser simples ou duplos, ou seja, para uma ou duas lâmpadas.

Tipos de Reator

Os reatores são fabricados em dois tipos quanto ao seu funcionamento.

Reatores Eletromagnéticos

Os reatores eletromagnéticos podem ser:

- **Para lâmpadas de baixa pressão:** lâmpadas fluorescentes (circuitos convencionais e circuitos partida rápida).

- **Reatores para circuitos convencionais:** os componentes para circuitos convencionais são: reator, "starter", receptáculo para o "starter", lâmpada e receptáculo ou soquete para lâmpada.
- **Reatores para circuitos de partida rápida:** possuem enrolamentos separados para aquecerem os eletrodos da lâmpada continuamente.

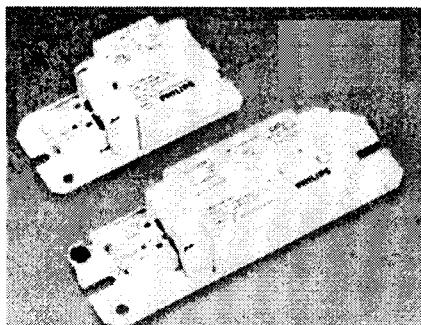


Figura 4.73 - Reatores eletromagnéticos para lâmpadas fluorescentes, modelo europeu da Philips.



Figura 4.74 - Reatores eletromagnéticos para lâmpadas fluorescentes, série ouro plus da Philips.

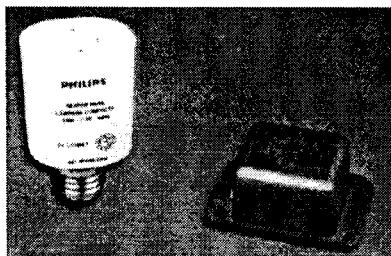


Figura 4.75 - Reatores para fluorescentes compactas. Cortesia: Philips.

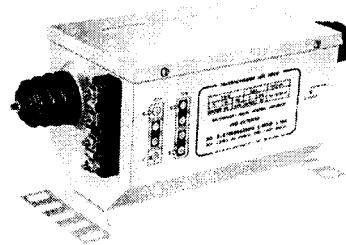


Figura 4.76 - Transformador para luminosos de néon e argon, uso externo em regime contínuo. Bivolt: 115-127 / 220-230 V, 50 ou 60 Hz. 2000 a 15000 volts. 30 a 80 mA. Cortesia: LINSA.

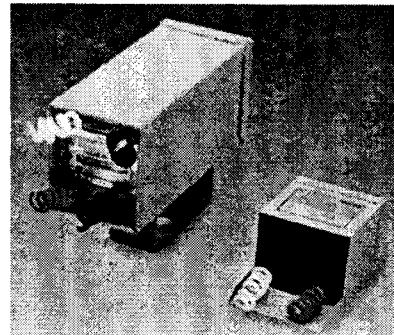


Figura 4.77 - Reator para lâmpadas de descarga de alta pressão. Cortesia: Philips.

Reatores Eletrônicos

Devido às características dos componentes semicondutores atuais serem extremamente confiáveis, vem surgindo uma nova opção na instalação de lâmpadas fluorescentes, que é o **reator eletrônico**. Mais leves, dimensões reduzidas, longa vida e os reatores mais sofisticados podem ser desligados automaticamente, em cinco segundos, no caso de falha das lâmpadas. O fluxo luminoso pode ser regulado de 10% a 100% em relação ao fluxo máximo da lâmpada por controle manual (potenciômetros ou controle remoto) ou automático (sensor de luz).

Os reatores eletrônicos possibilitam uma economia de 60% de energia com a utilização de controladores eletrônicos de iluminação. Devido à sua alta freqüência, apresentam uma partida ou ignição com pré-aquecimento dos eletrodos das lâmpadas de forma mais eficiente, aumentando a vida média em até 50%, quando comparados aos reatores eletromagnéticos.

Quanto ao seu funcionamento, pode ser para partida rápida ou ultra-rápida.

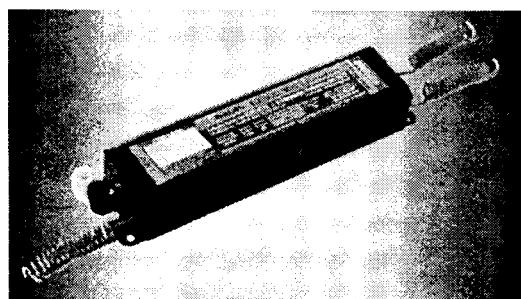


Figura 4.78 - Reator eletrônico de alta freqüência para lâmpadas TLD 32 W e HO 110 W. Cortesia: Philips.



Figura 4.79 - Reator eletrônico de alta freqüência dimerizável. Cortesia: Philips.



Figura 4.80 - Reator eletrônico de alta freqüência. Cortesia: Philips.

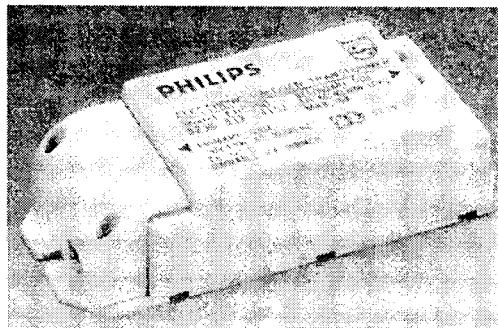


Figura 4.81 - Transformador eletrônico para lâmpadas halógenas. Cortesia: Philips.

Atenção: Ao efetuar as ligações, observar sempre o esquema que vem gravado na carcaça ou na placa do **reator**.

Dados Técnicos dos Reatores

Tabela 4.19 - Reatores para lâmpadas fluorescentes série ouro plus.

Código Comercial	Reator	Partida	Lâmpada (qtd. x W)	Rede Tensão (V)	Corrente de Linha (A)	Fator de Potência (Médio)	Perdas (Médias) W	Capacitor* μF	Esquema de Ligação	Starter
RSR16B126	Simples	Rápida	1x16	127	0,68	0,37	15,0	12,0	4	**
RSR16B26	Simples	Rápida	1x16	220	0,40	0,37	16,0	5,0	4	**
RSR32B126	Simples	Rápida	1x32	127	0,71	0,53	13,5	10,0	4	**
RSR32B26	Simples	Rápida	1x32	220	0,46	0,47	15,0	4,0	4	**
RDR16A126	Duplo	Rápida	2x16	127	0,41	>0,92	15,0	-	6	**
RDR16A26	Duplo	Rápida	2x16	220	0,23	>0,92	15,0	-	6	**
RDR32A126	Duplo	Rápida	2x32	127	0,67	>0,92	15,0	-	6	**
RDR32A26	Duplo	Rápida	2x32	220	0,38	>0,92	15,0	-	6	**
RSC20B126	Simples	Convenc.	1x20	127	0,38	0,56	7,0	5,0	3	S-2
RSC20B26	Simples	Convenc.	1x20	220	0,38	0,37	10,0	3,5	3	S-2
RSC40B126	Simples	Convenc.	1x40	127	0,90	0,47	15,0	15,0	3	S-10
RSC40B26	Simples	Convenc.	1x40	220	0,43	0,53	10,0	4,0	3	S-10

Código Comercial	Reator	Partida	Lâmpada (qtd. x W)	Rede Tensão (V)	Corrente de Linha (A)	Fator de Potência (Médio)	Perdas (Médias) W	Capacitor* μ F	Esquema de Ligação	Starter
RSC65B26	Simples	Convenc.	1x65	220	0,67	0,50	10,0	5,5	3	S-10
RSR20B126	Simples	Rápida	1x20	127	0,67	0,38	12,0	15,0	4	**
RSR20B26	Simples	Rápida	1x20	220	0,45	0,38	17,0	5,0	4	**
RSR40B126	Simples	Rápida	1x40	127	0,90	0,49	15,0	16,0	4	**
RSR40B26	Simples	Rápida	1x40	220	0,56	0,46	19,0	5,0	4	**
RSR110A26	Simples	Rápida	1x110	220	0,61	>0,92	15,0	-	4	**
RDR20A126	Duplo	Rápida	2x20	127	0,45	>0,92	15,0	-	6	**
RDR20A26	Duplo	Rápida	2x20	220	0,28	>0,92	15,0	-	6	**
RDR40A126	Duplo	Rápida	2x40	127	0,85	>0,92	20,0	-	6	**
RDR40A26	Duplo	Rápida	2x40	220	0,49	>0,92	20,0	-	6	**
RDR110A26	Duplo	Rápida	2x110	220	1,25	>0,92	32,0	-	6	**
RDC65A26	Duplo	Convenc.	2x65	220	0,72	>0,92	20,0	-	1	S-10

* Freqüência para todos os modelos: 60 Hz.

Tabela 4.20 - Reatores vapor de mercúrio.

Código Comercial	Lâmpadas e Potências	Ignitor	Corrente da Rede (A)	Fator de Potência	Perdas (W) ³	Correção Individual do Fator de Potência ²			Esquema / Circuito de Ligação
						Capacitor		Corrente	
						(μ F) (I)	(V)	Corrigida (A)	
RVM80A26	HPL-N 80W	-	0,45	0,90	10,0	-	-	-	1
RVM80B26	HPL-N 80W	-	0,80	0,50	10,0	7,0	250	0,45	2
RVM125A26	HPL-N 125W	-	0,68	0,90	15,0	-	-	-	1
RVM125B26	HPL-N 125W	-	1,15	0,56	15,0	9,0	250	0,68	2
RVM250A26	HPL-N 250W	-	1,35	0,90	24,0	-	-	-	1
RVM250B26	HPL-N 250W	-	2,15	0,57	24,0	15,0	250	1,35	2
RVM400A26	HPL-N 400W	-	2,15	0,85	26,0	-	-	-	1
RVM400B26	HPL-N 400W	-	3,25	0,62	26,0	20,0	250	2,15	2
RVM700B26	HPL-N 700W	-	5,4	0,67	37,0	30,0	250	3,60	2
RVM1000B26	HPL-N 1000W	-	8,25	0,57	48,0	60,0	250	5,30	2

* Rede para todos os modelos: 220 V.

Tabela 4.21 - Reatores vapor metálico.

Código Comercial	Lâmpadas e Potências	Ignitor	Corrente da Rede (A)	Fator de Potência	Perdas (W) ³	Correção Individual do Fator de Potência ²			Esquema / Circuito de Ligação
						Capacitor		Corrente	
						(μ F) (I)	(V)	Corrigida (A)	
RVS/METALIC 35B26**	CDM-T/CDM-R 35W	Z-35	0,53	0,41	7,0	5,0	250	0,23	12
RVS70A26	MHN/MHN-TD 70W CDM-T 70W	S-50	0,43	0,88	15,0	-	-	-	13
RVS70A26-IG*	MHN/MHN-TD 70W CDM-T 70W	-	0,43	0,88	15,0	-	-	-	2
RVS70B26	MHN/MHN-TD 70W CDM-T 70W	S-50	0,94	0,41	15,0	10,0	250	0,42	14
RVS150B26	MHN/MHN-TD 150 W	S-50	1,80	0,45	22,0	18,0	250	0,87	11
RVS150B26-UI	MHN/MHN-TD 150 W	S-50	1,80	0,45	22,0	18,0	250	0,87	14
RVM250B26	HPI/T 250 W HPI 250 W BU	S-51	2,30	0,54	25,0	16,0	250	1,35	6
RVM400A26-IG*	HPI/T 400 W HPI 400 W BU	-	2,20	0,85	29,0	-	-	-	1

Código Comercial	Lâmpadas e Potências	Ignitor	Corrente da Rede (A)	Fator de Potência	Perdas (W) ³	Correção Individual do Fator de Potência ²			Esquema / Circuito de Ligação
						Capacitor		Corrente	
						(μF) (I)	(V)	Corrigida (A)	
RVM400A26	HPI/T 400 W HPI 400 W BU	S-51	2,25	0,85	29,0	-	-	-	5
RVM400B26	HPI/T 400 W	S-51	3,40	0,56	29,0	25,0	250	2,20	6
RVM1000B26	HPI/T 1000 W	S-52	8,25	0,57	48,0	60,0	250	5,30	7
RVM1000B26 + RVM1000B26	HPI/T2000-U	S-52	16,50	0,57	100,0	110 ou 3304	250	10,40	8,15 ou 164
RVM2000B26	HPI/T2000-U	126689	15,00	0,64	110,0	100 ou 3005	250	10,10	9,17 ou 185
RVM2000B36	HPI/T2000-U	126689	8,00	0,65	80,0	30 ou 1006	250 ou 3806	6,10	10 ou 196

* Reator com ignitor incorporado. ** Reator com bloco terminal.

Tabela 4.22 - Reatores vapor de sódio.

Código Comercial	Lâmpadas e Potências	Ignitor	Corrente da Rede (A)	Fator de Potência	Perdas (W) ³	Correção Individual do Fator de Potência ²			Esquema / Circuito de Ligação
						Capacitor		Corrente	
						(μF) (I)	(V)	Corrigida (A)	
RVS70A26	SON 70W	S-50	0,41	0,88	14,0	-	-	-	13
RVS70A26-IG*	SON 70W	-	0,41	0,88	14,0	-	-	-	1
RVS70B26	SON 70W	S-50	1,00	0,37	14,0	9,0	250	0,41	14
RVS150B26	SON/T 150W	S-50	1,80	0,41	21,0	16,0	250	0,86	11
RVS150B26-UI	SON/T 150W	S-50	1,80	0,41	21,0	16,0	250	0,86	14
RVS250A26	SON/T 250W	S-50	1,40	0,85	30,0	-	-	-	13
RVS250A26-IG*	SON/T 250W	-	1,40	0,85	30,0	-	-	-	1
RVS250B26	SON/T 250W	S-50	3,00	0,41	30,0	25,0	250	1,40	11
RVS250B26-UI	SON/T 250W	S-50	3,00	0,41	30,0	25,0	250	1,40	14
RVS400A26	SON/T 400W	S-50	2,25	0,85	43,0	-	-	-	13
RVS400A26-IG*	SON/T 400W	-	2,25	0,85	43,0	-	-	-	1
RVS400B26	SON/T 400W	S-50	4,60	0,44	43,0	40,0	250	2,25	11
RVS400B26-UI	SON/T 400W	S-50	4,60	0,44	43,0	40,0	250	2,25	14
RVS1000B26	SON/T 1000W	S53	10,30	0,48	70,0	100,0	250	5,60	11

* Reator com ignitor incorporado.

Notas

1. Valores de capacitância para correção do F.P. com capacitores ligados em paralelo à carga.
2. A correção indicada é para um F.P. médio de 0,9 e a tolerância na capacitância é de $\pm 10\%$.
3. Valores médios. As correções devem ser efetuadas conforme orientações seguinte:
4. - Sistema monofásico - capacitância $110\mu\text{F}$ - esquema 8
 - Sistema trifásico - para 1 ou 2 lâmpadas - capacitância $110 \mu\text{F}$ - esquema 8.
 - Sistema trifásico - para 3 ou mais lâmpadas: 220V. Fase - Neutro, capacitância $110 \mu\text{F}$ - circuito 15.
 - Sistema trifásico - para 3 ou mais lâmpadas: 220V. Fase - Fase, capacitância $330 \mu\text{F}$ - circuito 16.
5. - Sistema monofásico - Capacitância $100\mu\text{F}$ - esquema 9.
 - Sistema trifásico - para 1 ou 2 lâmpadas - capacitância $100 \mu\text{F}$ - esquema 9.
 - Sistema trifásico - para 3 ou mais lâmpadas: 220V. Fase - Neutro, capacitância $100 \mu\text{F}$ - circuito 17.
 - Sistema trifásico - para 3 ou mais lâmpadas: 220V. Fase - Fase, capacitância $300 \mu\text{F}$ - circuito 17.
6. - Sistema monofásico - capacitância $30\mu\text{F}$ - esquema 10.
 - Sistema trifásico - para 1 ou 2 lâmpadas - capacitância $30 \mu\text{F}$ - esquema 10.
 - Sistema trifásico - para 3 ou mais lâmpadas: 380V. Fase - Fase, capacitância $100 \mu\text{F}$ - circuito 19.
7. Freqüência de rede: 60 Hz para todos os modelos.

Tabela 4.23 - Enertron ETC.

Código Comercial	Tipo de Lâmpada	Qtde de Lâmpadas	Rede		Circ.	Sistema				Lâmpada	
			Tensão (V)	Freq. (Hz)		Potência ² (W)	Corrente (máx.) (A)	Fator de Potência ³	Potência (W)	Corrente (mA)	
ETC 118 R	TLD 16WHF	1	200-240	50/60	1	21,5	0,10	>0,93	16	250	
ETC 218 R	TLD 16WHF	2	200-240	50/60	2	39,0	0,18	>0,93	16	250	
ETC 136 R	TLD 32WHF	1	200-240	50/60	1	39,0	0,18	>0,93	32	250	
ETC 236 R	TLD 32WHF	2	200-240	50/60	2	76,5	0,35	>0,93	32	250	

1 - Tolerância de tensão de rede: $\pm 10\%$. Funcionamento do reator em tensão contínua: 160 até 300 V.

2 - Potência total (lâmpadas + reator). Para nível mínimo de dimerização (10%): consumo < 40% do total.

3 - Válido para nível de dimerização de 100%. Para nível mínimo de dimerização (10%): fator de potência > 0,75.

Modelos ETC 118R e ETC 136R; veja circuito 1, modelos ETC 218R e ETC 236 R, veja circuito 2.

Tabela 4.24 - Transformador - reator para lâmpada de néon - metragem iluminada.

Tensão (V) (Secundário)	Neon (vermelho)						Vapor de mercúrio (azul)						Hélio (ouro)					
	Diâmetro do tubo (mm)						Diâmetro do tubo (mm)						Diâmetro do tubo (mm)					
	19	15	13	12	10	8	19	15	13	12	10	8	19	15	13	12	10	8
	Comprimento dos Tubos (m)						Comprimento dos Tubos (m)						Comprimento dos Tubos (m)					
15.000	25	20	17	15	11	8	26	22	19	17	13,2	9	11	9	8	7	5	3,5
12.000	19	15	13	11,5	8	5,5	10	17	15	13	10	6	8	7	6	5	4	2,7
9.000	14	11	9	8	5	4	15	13	11	10	7	4,5	6,5	5,5	5	4	2,7	1,7
7.500	10	8	7,5	6,5	4	3	11	9	8	7,5	6	3,5	5	4	3,5	3	2	1,4
6.000	7,8	6,6	6	5	3,5	2	9	7	6,3	5,5	4,3	2,5	3,9	3,3	3	2,3	1,4	1,1
5.000	7,2	5,5	5	4	3	1,7	8	6	5,5	4,5	3,5	2	3,5	3	2,5	2	1,2	0,9
4.000	4	4,3	4	3,3	2,5	1,4	6,4	5	4,5	3,6	2,7	1,7	2,7	2,3	1,9	1,6	1,0	0,7
3.000	3,5	3,2	3	2,7	2	1	4,8	4	3,5	3	2,3	1,4	1,9	1,5	1,3	1,2	0,9	0,6
2.000	2,8	2,3	2	1,7	1,2	0,7	3,2	2,5	2,5	2	1,5	1	1,4	1	0,9	0,8	0,6	0,4
Pressão do gás recomendada (mmHg)	7	8	9	10	12	14	7	8	9	10	12	14	7	8	9	10	12	14

Nota: Das metragens citadas, deve-se deduzir 30 cm para cada par de eletrodos. Além disso recomenda-se uma metragem máxima tal que o luminoso possa operar sem piscar, mesmo quando ligado com apenas 80% da tensão primária. Estas recomendações visam também a segurança dos transformadores e a prolongação da vida do letreiro.

4.3.2.5.5. Ignitores

São dispositivos destinados especialmente à partida de lâmpadas a vapor metálico e vapor de sódio de alta pressão.

Notas:

- Na instalação, devem ser obedecidos, necessariamente, os esquemas contidos nos próprios ignitores.
- Os ignitores são próprios para rede elétrica de 50 ou 60 Hz.
- Os equipamentos auxiliares para lâmpadas a vapor de sódio podem ficar, no máximo, a 14 metros das lâmpadas.
- Os ignitores devem ser instalados abrigados das intempéries.
- Durante a ignição, o ignitor para lâmpada a vapor de sódio fornece um alto pico de tensão aos eletrodos da lâmpada, que é sobreposto à tensão da rede. Por isso os disjuntores ou fusíveis de proteção do circuito devem ser do tipo retardado, e que suportem a sobrecorrente necessária para a partida da lâmpada.
- Logo após a partida da lâmpada, o ignitor é desligado automaticamente.

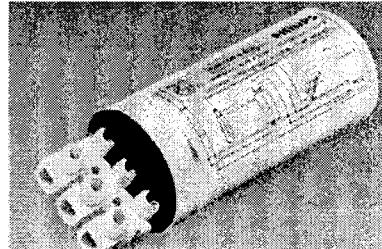
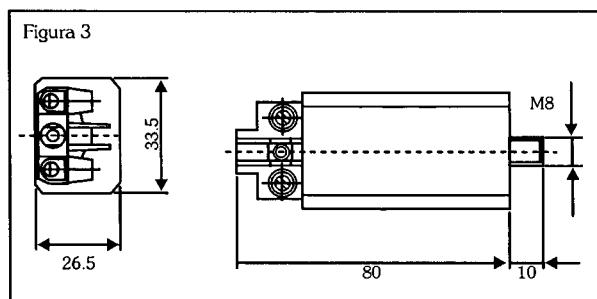
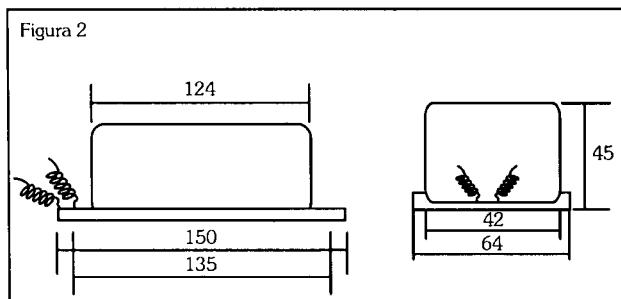
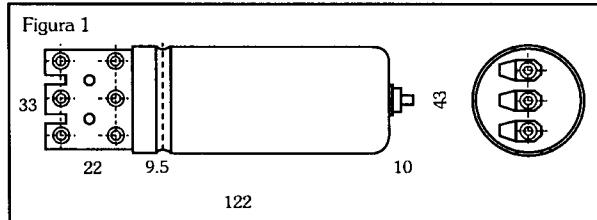


Figura 4.82 - Cortesia: Philips.

Atenção: O ignitor permanece em operação, mesmo com a lâmpada fora do circuito ou quando a lâmpada estiver com defeito.

Tabela 4.25 - Ignitores Philips.

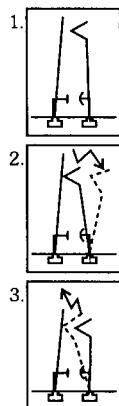
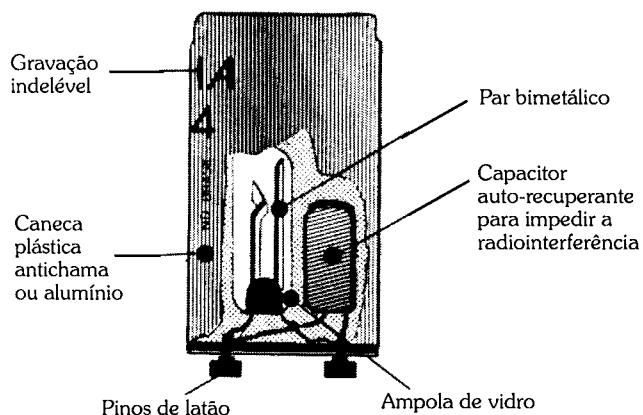
Código Comercial	Pico de Tensão na Partida	Figura
Ignição S-50	3.000 a 4.500	1
Ignição S-51	580 a 750	1
Ignição S-52	600 a 760	1
Ignição S-53	3.000 a 4.500	1
Ignição 126689	1.300	2
Ignição Z35-IMP	3.000 a 4.000	3



4.3.2.5.6. Starters

Princípio de Funcionamento do "Starter"

É um interruptor automático de descarga, que consiste em uma ampola de vidro contendo gás (néon ou argônio), um par bimetálico que deforma sob a ação do calor e um capacitor para impedir a radiointerferência. O conjunto é encerrado num invólucro de alumínio ou plástico e apresenta dois terminais na parte inferior para as conexões em receptáculo ou soquete próprio.



1. "Starter" não energizado: contatos abertos.
2. "Starter" energizado: com a tensão aplicada aos pinos do "starter", inicia-se a ionização do gás e há uma descarga entre o conjunto (de pares bimetalicos e/ou eletrodos) que aquecido deforma-se, fechando os contatos. Nessas condições, a corrente de curto do reator circula através do "starter" e dos filamentos da lâmpada pré-aquecendo-os. Com os contatos fechados, cessa a ionização do gás e o par bimetálico se resfria, tendendo a retornar à posição inicial, abrindo os contatos.
3. A súbita separação dos contatos provoca um surto controlado de tensão entre os filamentos pré-aquecidos da lâmpada, acendendo-a.

Figura 4.83 - Constituição do "starter". Cortesia: Sylvania.

O pré-aquecimento é usado para facilitar a ionização dos gases dentro do tubo, reduzindo a tensão requerida para fazer saltar o arco elétrico.

O "starter" é usado somente em circuitos convencionais, ou seja, em conjunto com reatores convencionais. Deve-se utilizar o modelo ou tipo adequado para cada potência de lâmpada.

Tabela 4.26 - "Starters" Philips.

Código Comercial	Potência da Lâmpada (W)
S-2	15 ou 20
S-10	30, 40 ou 65

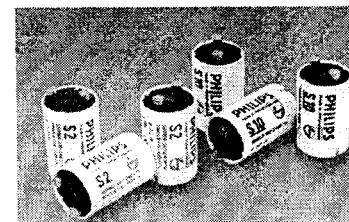
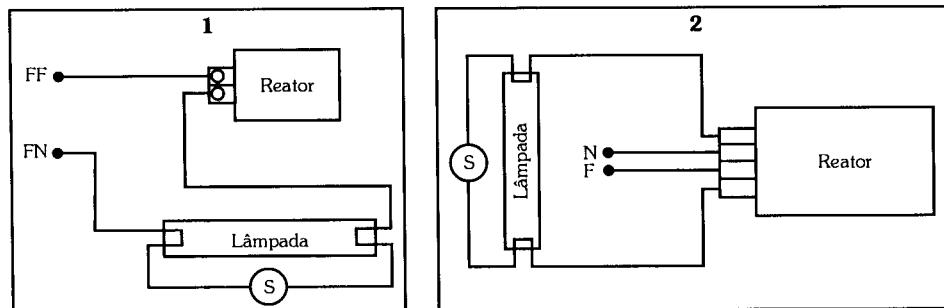


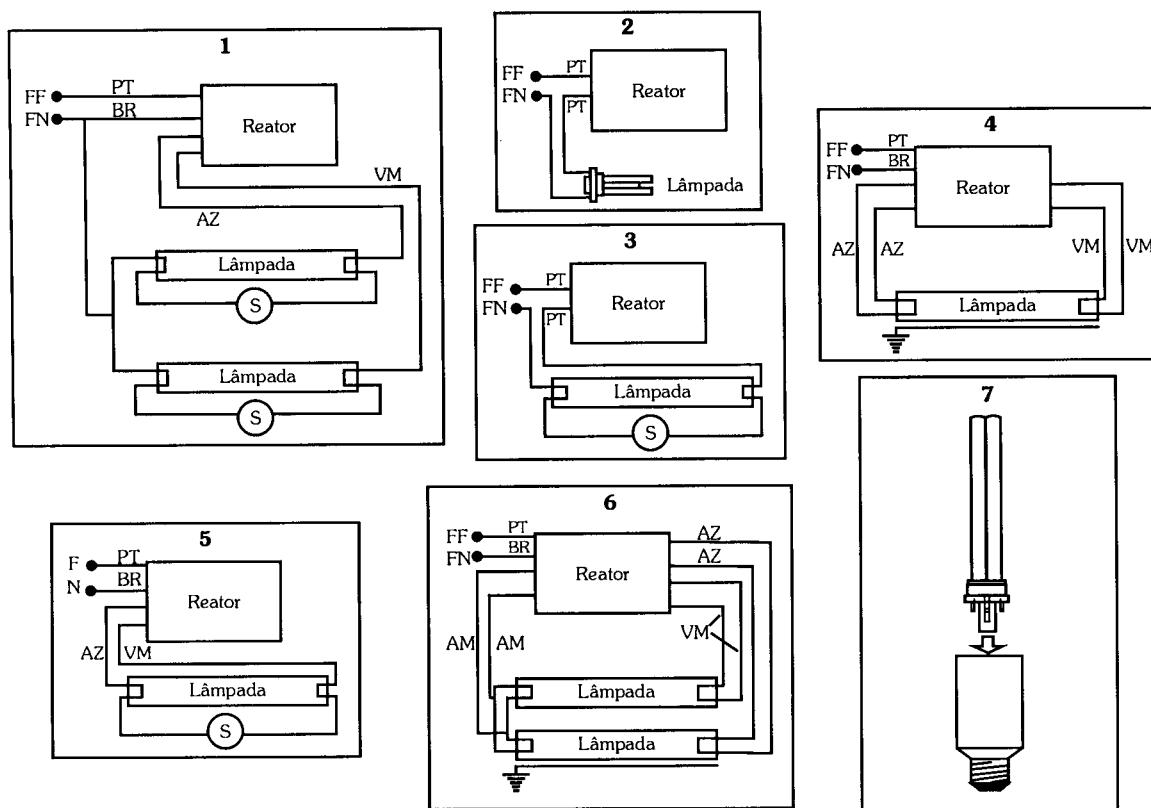
Figura 4.84 - Cortesia: Philips.

4.3.2.5.7. Esquemas de Ligação

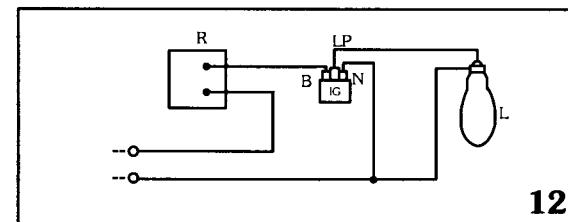
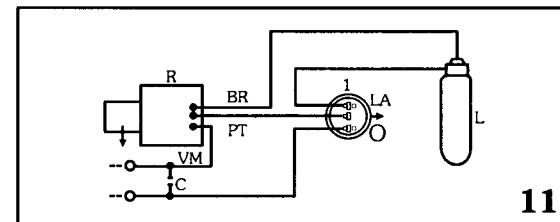
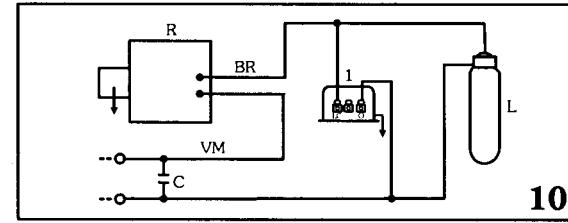
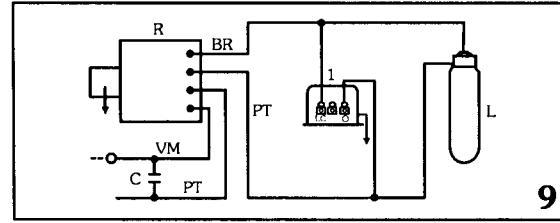
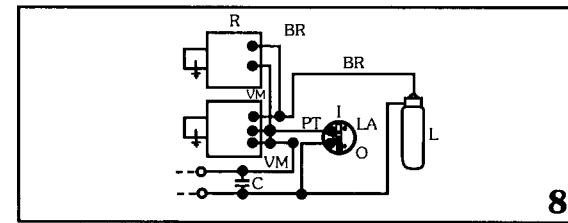
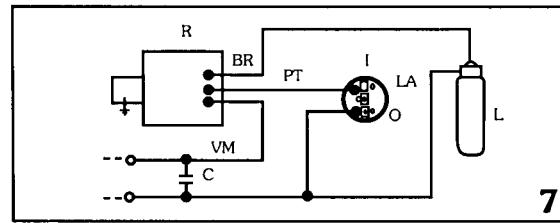
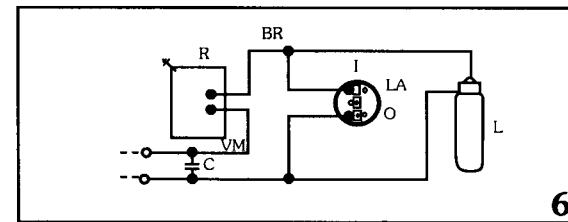
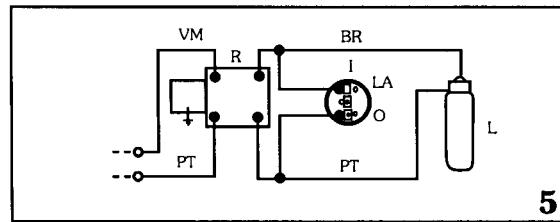
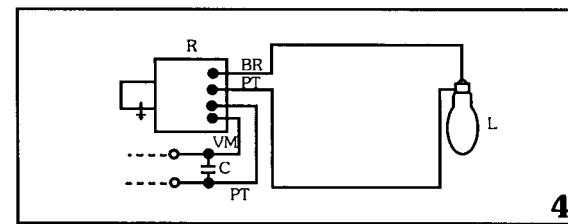
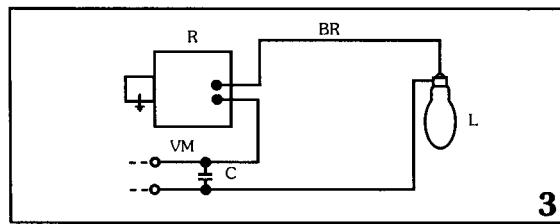
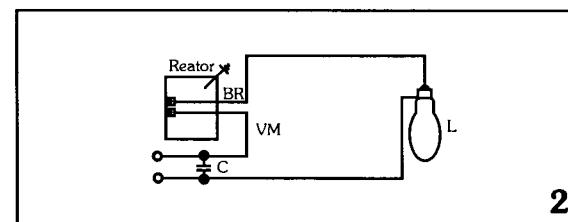
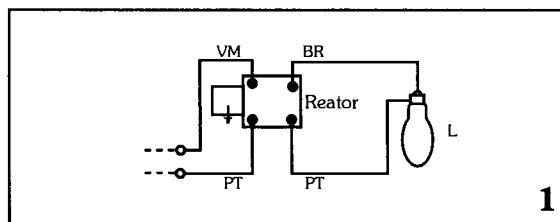
Reatores Eletromagnéticos - Modelo Europeu

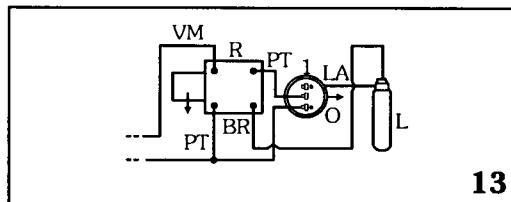


Reatores Eletromagnéticos - Série Ouro Plus

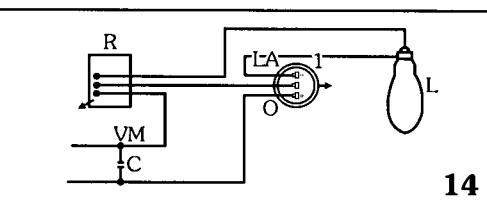


**Reatores para Lâmpadas de Descargas de Alta Pressão -
Vapor de Mercúrio - Vapor Metálico - Vapor de Sódio**

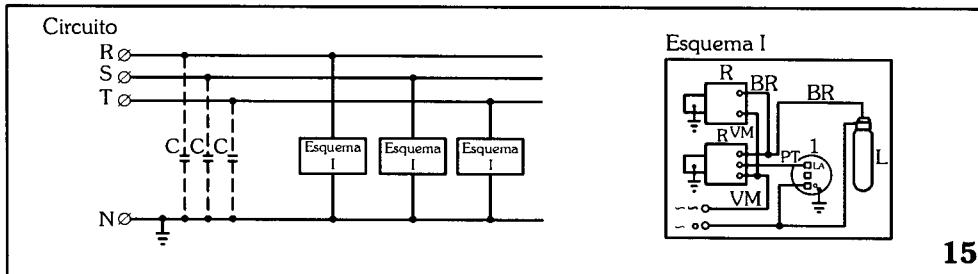




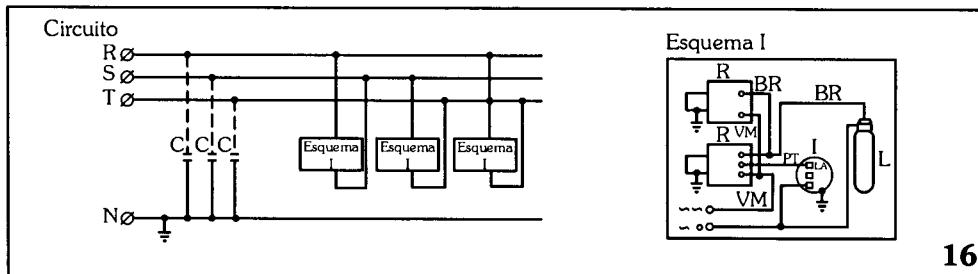
13



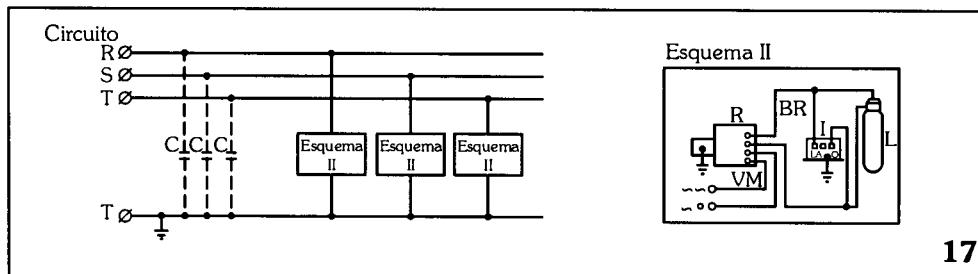
14



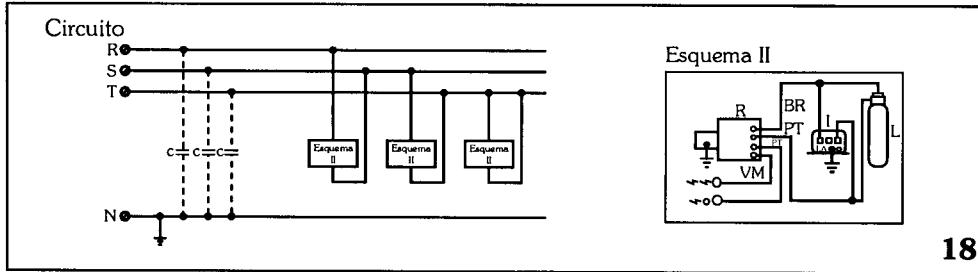
15



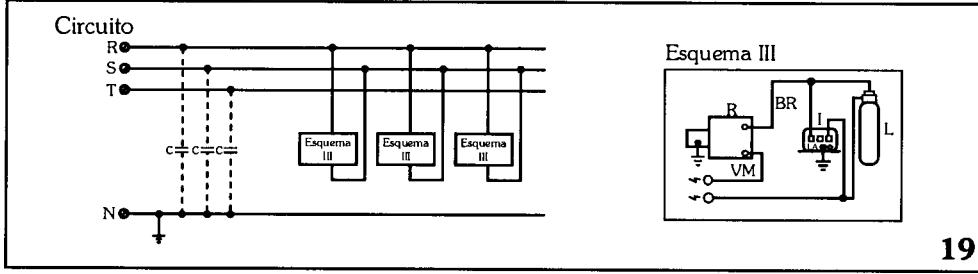
16



17



18

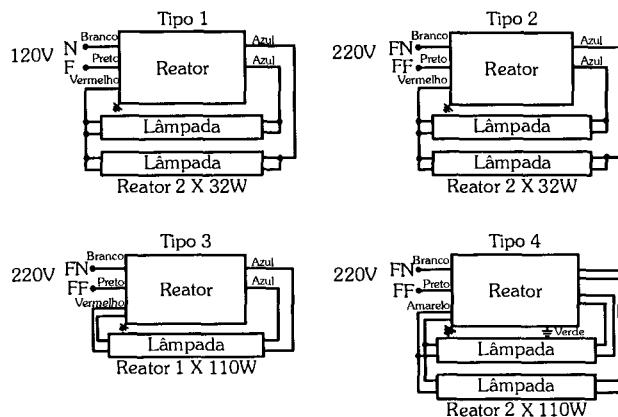


19

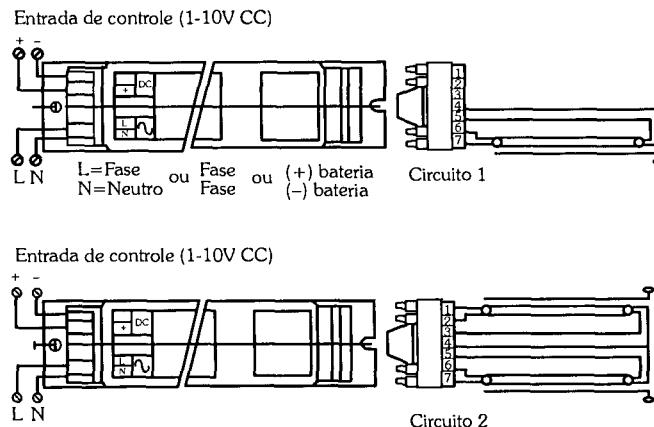
BR = Branco PT = Preto VM = Vermelho

Reatores Eletrônicos

Enertron EBT



Enertron ETC



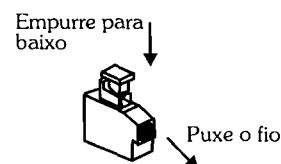
Detecção de sobretensão

Se a tensão da rede se elevar acima de 280 V (RMS), devido a, por exemplo, um erro de instalação ou de procedimento de teste, as lâmpadas são desligadas. O desligamento automático indica que a instalação não está funcionando corretamente e que uma ação corretiva deve ser tomada.

A lâmpada permanece desligada até que a tensão da rede seja corrigida e o reator religado. Quando o reator desliga, as lâmpadas a alta tensão ainda estão conectadas ao circuito de entrada, logo é essencial que a ação corretiva seja tomada imediatamente. Nesta situação, o reator pode suportar tensões de rede de até 320 V, por 48 horas. Tensões de rede entre 320 V e 350 V não são permitidas por períodos superiores a duas horas e causam queima prematura do reator.

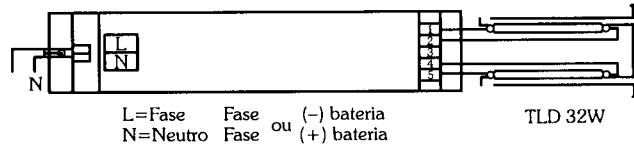
Conectores

- Lado dos fios da rede:** fio rígido 0,5 a 2,5 mm².
- Lado dos fios das lâmpadas:** fio rígido 0,5 a 2,5 mm².
- Conexão:** pressione o conector e introduza o fio rígido.
- Desconexão:** pressione o conector e solte o fio rígido.



- Enertron HF-B

Conforme o esquema, nas ligações aos conectores 1 e 5, o outro terminal do eletrodo da lâmpada fica realmente aberto.



Proteção contra sobretensão: o reator suporta sobretensão acidental de até 320 V por 48 horas. Tensões de rede entre 320 V e 350 V não são permitidas por períodos superiores a duas horas. As situações anteriores causam a queima prematura do reator.

- Transformador eletrônico dimerizável para lâmpadas halógenas - EHC 250

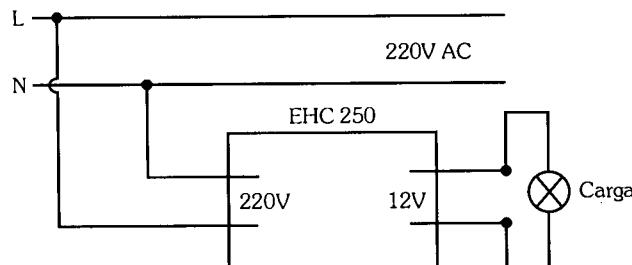
Distância entre pontos de fixação: 102 mm.

Comprimento de fio até a lâmpada: mínimo 0,2 m e máximo 2,0 m.

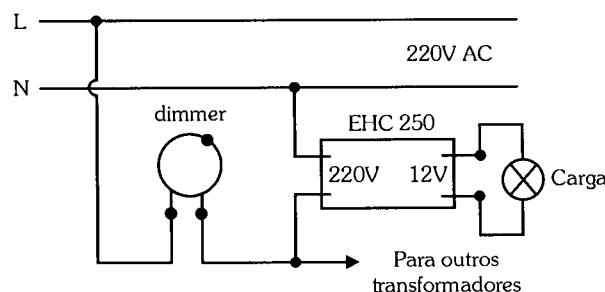
Especificação da alimentação do transformador:

- Tensão alternada: tensão nominal de 220 V - 50/60 Hz com tolerância de 207 V a 242 V.
 - Temperatura máxima do transformador: 75°C.
 - Máxima temperatura ambiente: para lâmpada de 50 W: 60°C; para lâmpada de 60 W: 50°C.
 - Proteção do transformador: classe II.

A) Ligação sem dimmer:



B) Ligação com dimmer:



4.3.2.5.8. Cálculo de Iluminação

Luminotécnica é o estudo minucioso das técnicas das fontes e iluminação artificial através da energia elétrica.

Por ser o homem totalmente dependente da luz, principalmente da luz solar, o estudo da iluminação artificial mais adequada, que possibilite uma aproximação com a luz natural, deve ser resolvido de tal forma que os níveis de iluminação atendam a algumas regras fundamentais, cuja finalidade permite a utilização de maneira correta e econômica das fontes de luz.

Pertinente a este estudo, encontra-se a escolha da modalidade de iluminação (direta, semidireta, indireta, semi-indireta ou difusa), quantidades e tipos de lâmpada e respectivas potências, tipos de luminária e sua localização.

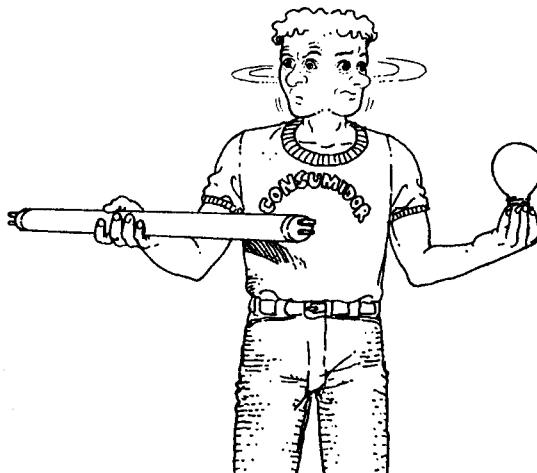


Figura 4.85 - Escolha da lâmpada certa.

Os níveis de iluminação aos quais nos referimos devem levar em conta, além dos valores arquitetônicos e ambientais, uma série de elementos técnicos, cuja preocupação deve estar com o tipo de atividade que se desenvolve no local, e principalmente com o usuário, o qual não pode ser analisado somente do ponto de vista psicológico (calor, frio, hospitalidade, funcionalidade, etc.), mas também do ponto de vista fisiológico.

É preciso termos sempre em mente a importância de uma boa iluminação, e o significado da luz nos ambientes, quer seja doméstico, comércio, indústria, diversão, hospital, segurança, etc., onde se torna evidente que a vista exige a nossa maior atenção.

Conceitos e Grandezas Luminotécnicas Fundamentais

Antes de tratarmos dos critérios para a determinação da iluminação mais adequada a um determinado ambiente, é necessário conhecemos as grandezas e respectivos conceitos que a ela estão relacionados, utilizando as considerações estabelecidas na norma.

Luz

É uma forma de energia radiante que impressiona nossos olhos e nos permite ver.

A percepção do olho humano às ondas de luz visível se encontra na faixa de 380 a 780 nanômetros (nm).

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 10 \text{ Å} (\text{ängströns})$$

Isso equivale ao limite inferior dos raios ultravioleta e ao limite superior dos raios infravermelhos (figura 4.87).

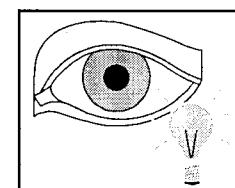


Figura 4.86 - Percepção do olho às ondas da luz.

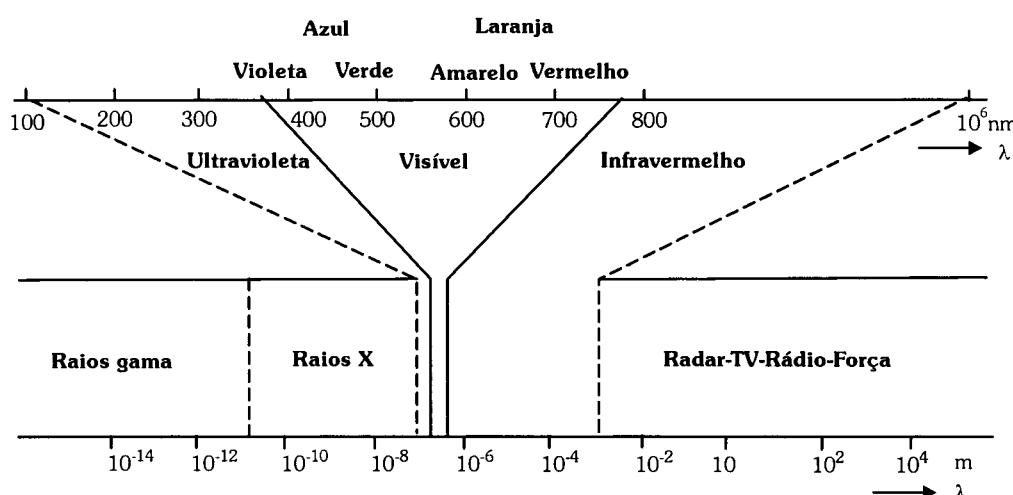


Figura 4.87 - O espectro eletromagnético.

Fluxo Luminoso

É a potência de radiação total emitida por uma fonte de luz e capaz de estimular a retina ocular à percepção da luminosidade.

Símbolo: ϕ

Unidade: **lumen (lm)**

Exemplo de fluxo luminoso:

- Lâmpada incandescente standard 100 W: 1560 lm
- Lâmpada fluorescente TLTRS 40 W: 3150 lm (conforme a cor da lâmpada)
- Lâmpada fluorescente TL5 HE 21W: 2100 lm

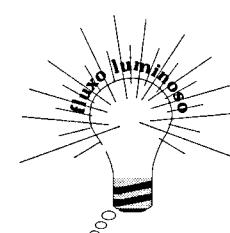


Figura 4.88 - Fluxo luminoso.

Eficiência Luminosa

É a medida da relação entre a quantidade de luz produzida e a energia consumida.

Unidade: **lumen por watt (lm)**

- Lâmpada incandescente standard 100 W:

$$\text{Ef. Luminosa} = \frac{\text{lúmen}}{\text{watt}} = \frac{1560}{100} = 15,6 \text{ lm/W}$$

- Lâmpada fluorescente TLTRS 40 W:

$$\text{Ef. Luminosa} = \frac{\text{lúmen}}{\text{watt}} = \frac{3150}{40} = 78,8 \text{ lm/W}$$

- Lâmpada fluorescente TL5 HE 21 W:

$$\text{Ef. Luminosa} = \frac{\text{lúmen}}{\text{watt}} = \frac{2100}{21} = 100 \text{ lm/W}$$

Intensidade Luminosa

É a potência de radiação visível disponível numa determinada direção. É devido ao fato de uma fonte de luz não emitir a mesma potência luminosa em todas as direções.

Símbolo: **I**

Unidade: **candela (cd)**

A intensidade luminosa é mostrada na forma de um diagrama polar (CDL), em termos de candelas por 1.000 lumens do fluxo da lâmpada.

O que ocorre, na maioria das vezes, é que o fluxo luminoso da lâmpada possui valores diferentes desse valor. Quando isso ocorrer, deve-se multiplicar o valor obtido no diagrama polar ou curva de distribuição luminosa (CDL) por um fator correspondente.

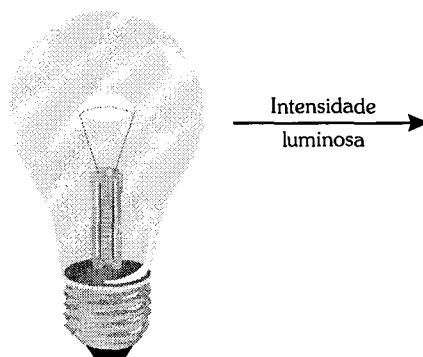


Figura 4.89 - Intensidade luminosa (cd).

Por exemplo:

Se o fluxo luminoso da lâmpada for 3.250 lumens, o fator será:

$$3.250 : 1.000 = 3,25$$

Essas curvas têm por finalidade determinar a característica luminotécnica de luminárias.

Vamos verificar a intensidade luminosa para uma lâmpada **Philips SON 400W**, com um fluxo luminoso de 49.000 lumens. Analisando a curva de distribuição luminosa (CDL), curva "D" da figura 4.90, que se refere a uma lâmpada a vapor de sódio, constatamos que a intensidade luminosa a **0° (vertical)** será de:

$$(49.000 : 1.000) \times 500 = 24.500 \text{ candelas (cd)}.$$

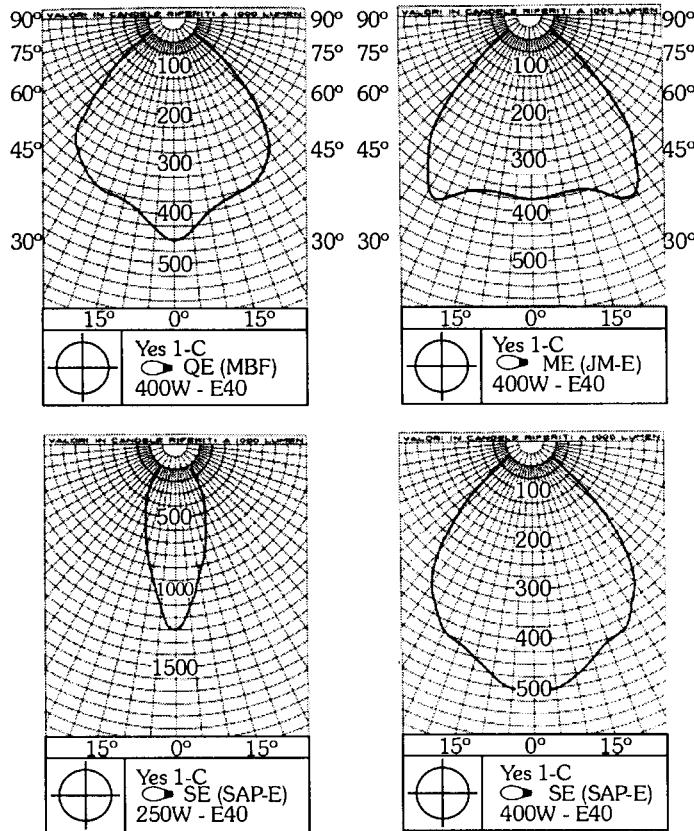
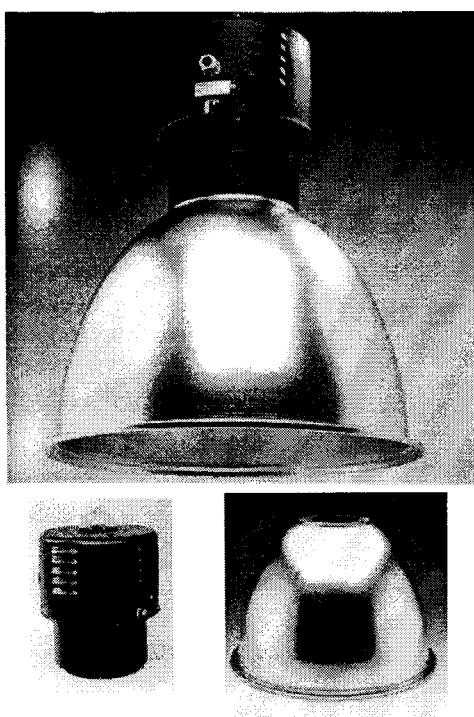


Figura 4.90 - Luminária e curvas de distribuição luminosa para diferentes potências de lâmpadas.
Cortesia: Elextron.

Iluminamento ou Iluminância

É a relação entre o fluxo luminoso incidente em uma superfície pela área dessa superfície.

Símbolo: **E**

Unidade: **lux (lx)**

$$\text{Fórmula: } E = \frac{\phi}{S}$$

em que:

- **E** - Iluminamento ou iluminância, em **lux (lx)**.
- ϕ - Fluxo luminoso, em **lumen (lm)**.
- **S** - Área da superfície, em metro quadrado (m^2).

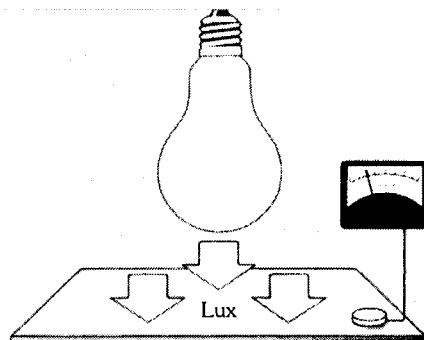


Figura 4.91 - A quantidade de luz que chega a uma superfície.

Na prática, o iluminamento (E) corresponde ao **valor médio**, porque o fluxo luminoso não se distribui uniformemente sobre a superfície.

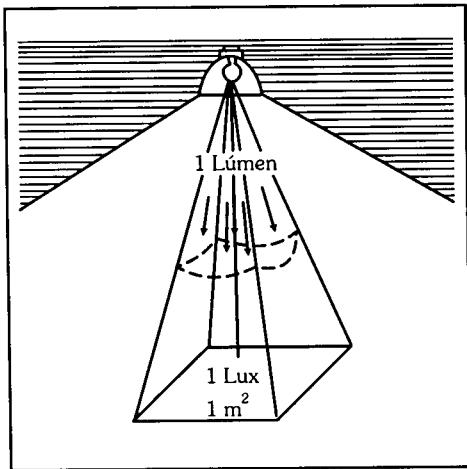


Figura 4.92 - Iluminamento médio perpendicular a uma superfície.

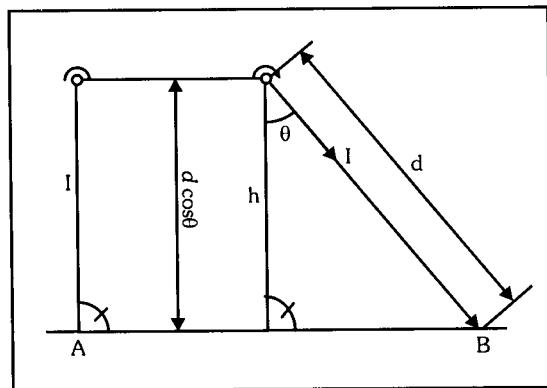


Figura 4.93 - Iluminamento a partir da fonte de intensidade luminosa.

O iluminamento em um ponto A da superfície, afastada de uma distância **d** da luminária, é calculado por:

$$E = \frac{I}{d^2}$$

No caso de a incidência da luz ser oblíqua, o iluminamento no ponto B é calculado por:

$$E = \frac{I}{d^2} \cdot \cos \theta = \frac{I}{h^2} \cdot \cos^3 \theta$$

Exemplos de iluminamento ou iluminância:

- No verão, com céu limpo ao ar livre 100.000 (lx)
- Dia encoberto de verão 20.000 (lx)
- No verão à sombra de uma árvore 10.000 (lx)
- Dia escuro de inverno 3.000 (lx)
- Interiores, através de uma janela 2.000 (lx)
- Boa iluminação de trabalho interno 1.000 (lx)
- Boa iluminação de rua 20 - 40 (lx)
- Ao ar livre com lua cheia 0,25 (lx)
- Luz de estrelas 0,01 (lx)

Luminância

A luminância de uma fonte de luz numa dada direção, num ponto na superfície, num ponto a caminho do facho, provoca no olho do observador uma sensação de maior ou menor claridade.

Símbolo: **L**

Unidade: **cd/m²** ou **nit**

$$\text{Fórmula: } L = \frac{I}{S}$$

sendo:

- **L** - Luminância, em cd/m² ou nits (nt).
- **I** - Intensidade luminosa, em **candelas (cd)**.
- **S** - Área de superfície, em metros quadrados (m²).

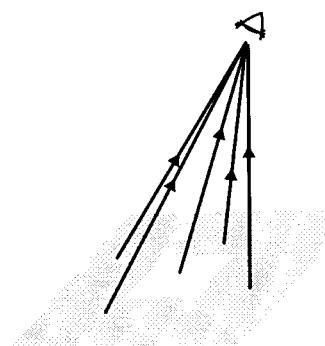


Figura 4.94 - Luminância em cd/m².

Para o seu conhecimento

A lâmpada de Edison proporcionava 3 lm/W e convertia apenas 0,56% da energia elétrica em luz visível. As lâmpadas incandescentes atuais produzem até 24 lm/W, o que corresponde a um aumento de energia de cerca de 600%.

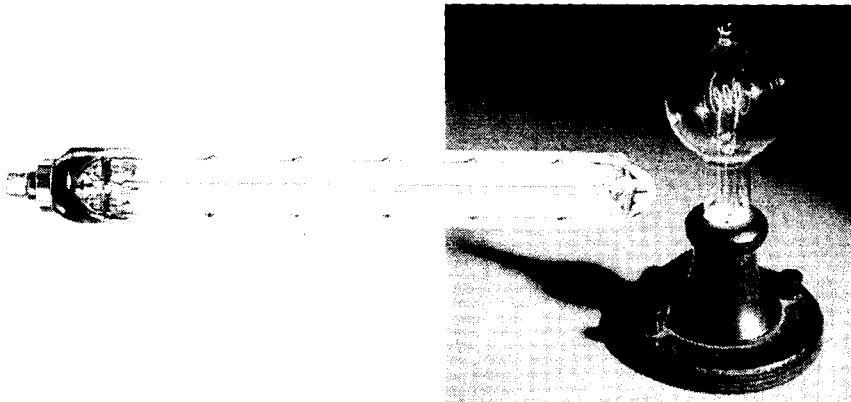


Figura 4.95

É a r
será c

5.1

O esc
repre

Luz das Lâmpadas versus Luz de Velas

Para produzir 1.000 lumens num período de 1.000 horas, necessitariam os de um total de 11.000 velas. Uma lâmpada incandescente refletora comum de bulbo prateado de 100 W - que tem vida útil de 1.000 horas - produz 1.100 lumens. Assim, para obter quase o mesmo fluxo luminoso, no mesmo período, necessitariam os de apenas de uma lâmpada.

(extraído do catálogo "Os Benefícios de uma boa iluminação" - Philips)