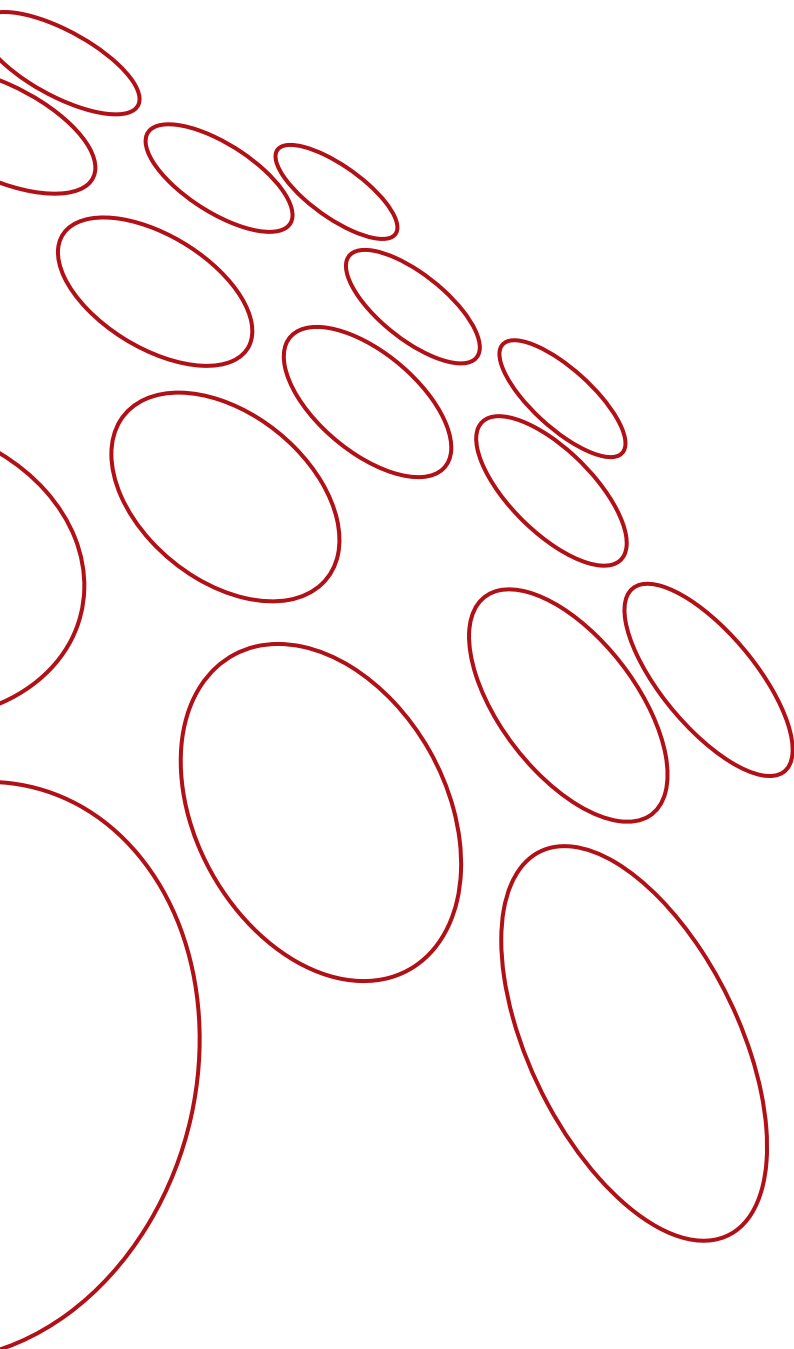


# DOSSIER LED



ILUMINAÇÃO  
COM UMA NOVA  
FONTE DE LUZ

Edição 2, Dezembro de 2011

## Introdução

*O aparecimento dos leds está a provocar alterações profundas na área da iluminação. Como nova fonte de luz, o led traz consigo uma série de novos desenvolvimentos, adaptações e desafios. Por outro lado, os leds evoluem muito rapidamente, não sendo por isso fácil estar sempre a par das últimas novidades e analisá-las mais profundamente.*

*A ETAP trabalha activamente no sector dos leds desde 2003 e acumulou uma vasta experiência nesta área. A finalidade deste documento é transmitir informação objectiva e fundamentada tecnicamente, e permitir mais clareza sobre esta matéria tão complexa.*

*Tendo em conta o desenvolvimento extremamente rápido da tecnologia led, a informação relativa a este produto fica rapidamente desactualizada. Nesse sentido, este documento é actualizado regularmente. As actualizações mais recentes estão assinaladas nas margens. Para estar a par das últimas novidades, aconselhamos a consulta do nosso site [www.etaplighting.com](http://www.etaplighting.com), onde encontrará a versão sempre actualizada deste documento.*

Segunda edição, Dezembro 2011

© 2011, ETAP

# ILUMINAÇÃO COM UMA NOVA FONTE DE LUZ

## ÍNDICE

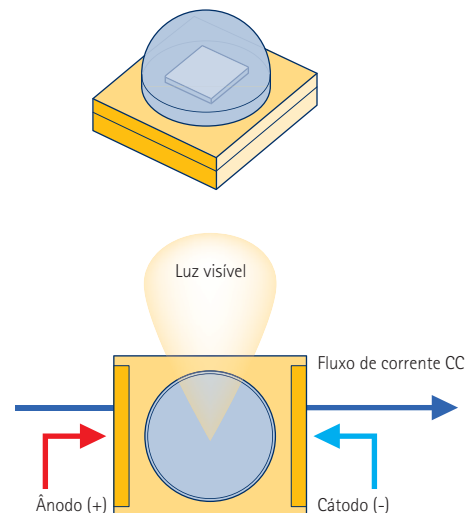
<b>1. OS LED como fonte de iluminação</b>	4
1. Como funcionam os LED?	4
2. Tipos de LED	5
3. Vantagens dos LED	7
4. Fabricantes de LED	12
5. O futuro dos LED	13
<b>2. A concepção de luminárias LED</b>	14
1. Opções e desafios	14
2. Distribuição adequada da luz	15
3. Luminância sob controlo	17
4. Design térmico bem planeado	17
5. Binning para uma qualidade de iluminação constante	19
6. Segurança eléctrica	20
7. Publicar dados correctos	21
8. Conformidade com normas de segurança	22
<b>3. Alimentação de luminárias LED</b>	23
1. Critérios de qualidade para fontes de alimentação de LED	23
2. Fontes de corrente vs. fontes de tensão	24
<b>4. A iluminação com LED – aspectos fotométricos</b>	26
1. Depreciação e factor de manutenção	26
2. Estudos de iluminação com luminárias LED	27
3. Integração de sistemas que poupam energia	27
<b>5. Perguntas e Respostas</b>	28
<b>Terminologia</b>	29

# Secção 1: OS LED como fonte de iluminação

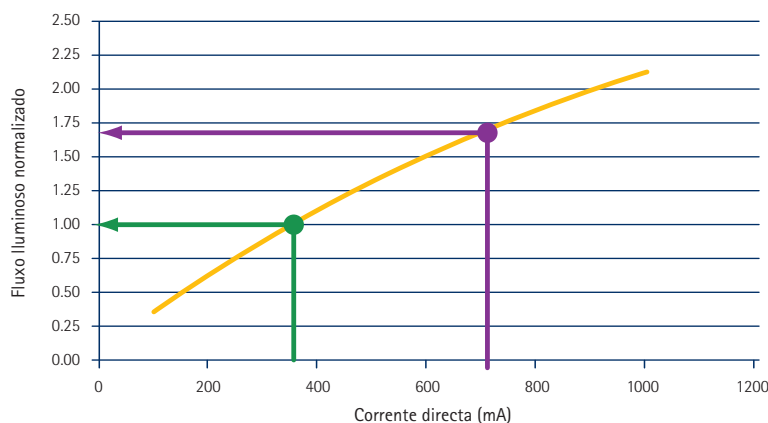
## 1. COMO FUNCIONAM OS LED?

LED significa Light Emitting Diode (Díodo Emissor de Luz). Um LED é um semiconductor (díodo) que emite luz ao ser atravessado por corrente eléctrica. Os materiais semicondutores utilizados pelos LED convertem a energia eléctrica em radiação electromagnética visível, ou seja, em luz.

O estímulo é, portanto, criado pela corrente eléctrica que atravessa o díodo (mais especificamente, a derivação). O díodo atravessado pela corrente eléctrica, tal como todos os díodos, é unidireccional: só é produzida luz se a corrente contínua atravessar o díodo na direcção "certa", ou seja, do ânodo (pólo positivo) para o cátodo (pólo negativo).

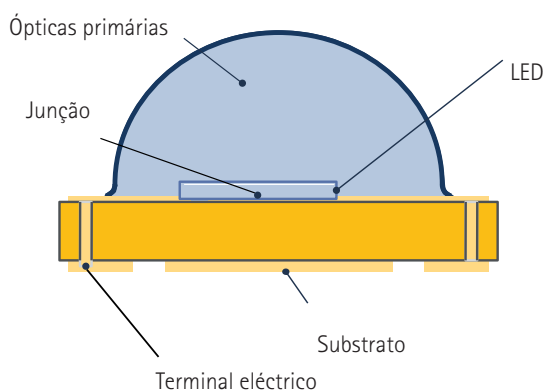


A quantidade de luz gerada é quase proporcional à quantidade de corrente que atravessa o díodo. Para fins de iluminação, utilizam-se sempre fontes de alimentação controladas por corrente ("corrente constante") ("tensão constante"), consulte a secção 3.



*Impacto da corrente no fluxo luminoso*

Ao conjunto formado pelo LED (semiconductor), pela caixa e pelas ópticas primárias dá-se o nome de componente LED. Esse componente LED cobre e protege o LED, garante a dissipação do calor internamente gerado e inclui um sistema de ópticas primárias, ou seja, uma pequena lente, para captar e emitir a luz gerada pelo LED num padrão definido.



*Composição de um componente LED*

O LED emite luz monocromática. A cor da luz depende dos materiais utilizados durante a produção e pode ser qualquer uma das cores saturadas do espectro visível, do violeta e do azul ao verde e ao vermelho.

A luz branca pode ser produzida das seguintes formas:

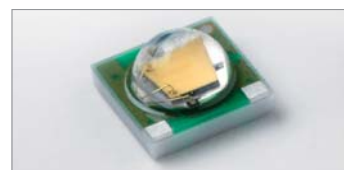
1. Bicromática:
  - O método predominante consiste em utilizar um LED azul com material luminescente (emissor de luz) que converte parte da luz azul em luz branca (ou melhor, "amarela"). A composição do referido material luminescente determina a temperatura de cor dessa luz. (Pode ler mais acerca de temperaturas de cor mais abaixo, nesta secção).
2. Tricromática
  - Misturando as cores vermelha, verde e azul (RGB).
  - Combinando LED brancos - de acordo com o primeiro princípio - com LED vermelhos ou âmbar. Neste caso, é possível obter diversas temperaturas de cor com um único módulo.

## 2. TIPOS DE LED

Há muitas formas de classificar as fontes de iluminação LED. Na ETAP, distinguimos entre os seguintes tipos:

### TIPO 1. LED COM ÓPTICAS PRIMÁRIAS

Neste caso, o fabricante de iluminação (ETAP) adquire componentes LED, produz PCB (circuitos impressos) personalizados e combina-os com ópticas secundárias, o que proporciona uma excelente flexibilidade em termos de design, pois o formato do módulo de iluminação pode ser plenamente integrado no design da luminária.



Actualmente, são utilizados apenas LED SMD (de Dispositivo de Montagem Saliente), que são directamente soldados na superfície de uma placa de circuitos e beneficiam de uma extracção de calor muito mais eficaz. Esse tipo é mais recente e especificamente optimizado para lidar com cargas e fluxos luminosos mais elevados. A sua vida útil e eficácia melhoraram consideravelmente. Em termos de potência, está disponível uma gama completa que vai dos LED de Baixa Potência (entre 70 mW e 0,5 W) aos Power LED (entre 1 W e 3 W) e aos HighPower LED (até 90 W). A quantidade de lumen por LED varia de 4 a 6000 lm, nos LED de capacidade mais elevada.

### TIPO 2. PCB (CIRCUITOS IMPRESSOS) pré-montados

O fabricante de iluminação compra, ao fornecedor de LED, PCB pré-montados, que são circuitos onde se encontram montados um ou mais LED. Os sistemas electrónicos necessários ao funcionamento também se encontram nos circuitos, o que permite ligar facilmente os módulos a uma fonte de alimentação. Esses PCB pré-montados integram várias versões (redondo, linear ou de faixas, substratos flexíveis, etc.) e podem ser equipados com LED SMD, quer de baixa potência, quer de potência elevada. São exemplos disso as fitas LED Osram e Philips.



Os circuitos pré-montados têm a vantagem de ser módulos de luz prontos a utilizar. Por outro lado, o formato dos módulos é fixo, o que limita ligeiramente a liberdade de design. Além disso, a escolha desse tipo de LED não permite a optimização total em função da aplicação a que se destinam.

### TIPO 3. MÓDULOS LED (lâmpadas completas)

Os módulos LED dão um passo em frente: o PCB pré-montado é integrado nas interfaces eléctrica e térmica necessárias que se encontram no interior da respectiva caixa. Podem ser integradas também ópticas secundárias.



*Módulo Fortimo Philips*

Os módulos LED são o equivalente à "lâmpada" tradicional. O módulo mecânico normalizado é, todo ele, caracterizado pelo seu fluxo luminoso e potência nominal, pelo que a tecnologia interna se encontra plenamente protegida.

Os módulos comerciais incluem, entre outros:

- Módulos LLM (Módulos de Luz Lineares) e DLM (Módulos de Luz Downlight) Fortimo da Philips (veja a fotografia), que geram luz branca com base em LED azuis e na chamada tecnologia fosforosa remota.
- Módulo TALEX da Tridonic.
- PrevaLED da Osram (LED brancos tradicionais).
- Módulos de projectores com anilhas da Xicato.
- Tubos LED (ex., Osram, Philips).

## FAZER A MELHOR OPÇÃO

Dependendo da aplicação, a ETAP opta por um dos três tipos (tipo 1, 2 ou 3). Por exemplo, na iluminação de emergência e produtos Flare, são utilizados componentes do tipo 1, uma vez que a liberdade de escolha a nível dos LED e do método de fixação (específico da tecnologia tipo 1) permite um desempenho óptimo com um design minimalista.

Em outros casos, preferimos tirar o melhor partido da experiência do fabricante de LED (co-design), das possibilidades logísticas que este tem para oferecer (afinal, a rapidíssima evolução dos LED implica um envelhecimento rápido dos stocks) ou da evolução dos seus LED. Assim, as nossas luminárias podem acompanhar automaticamente a mudança da tecnologia de LED do fabricante. É por isso que a ETAP utiliza também LED de tipo 2 e tipo 3; por exemplo, em luminárias de difusor ou em downlights LED com um reflector secundário clássico.



*Tipo 1: K9*



*Tipo 2: UM2 com LED*



*Tipo 3: D1 com LED*

## AINDA NA INFÂNCIA: OLED PARA ILUMINAÇÃO

O diodo emissor de luz orgânico - ou OLED - é uma fonte de luz bidimensional. O OLED consiste numa camada sintética muito fina (com cerca de 100 a 200 nm) entre dois eléctrodos, ou seja o ânodo e o cátodo. O ânodo é sempre transparente; o cátodo pode ser transparente ou espelhado, dependendo da aplicação.

Quando se aplica corrente, é produzida luz na camada sintética (tal como num LED tradicional), e essa luz sai posteriormente por um dos eléctrodos. Uma vantagem desse tipo de fonte de luz é a sua espessura fina: montada num substrato de vidro, tem menos de 2 mm de espessura. Os OLED podem ainda ser montados em substratos flexíveis, por exemplo, no fabrico de ecrãs flexíveis ultra-finos.



*Philips Lumiblade: módulo OLED*

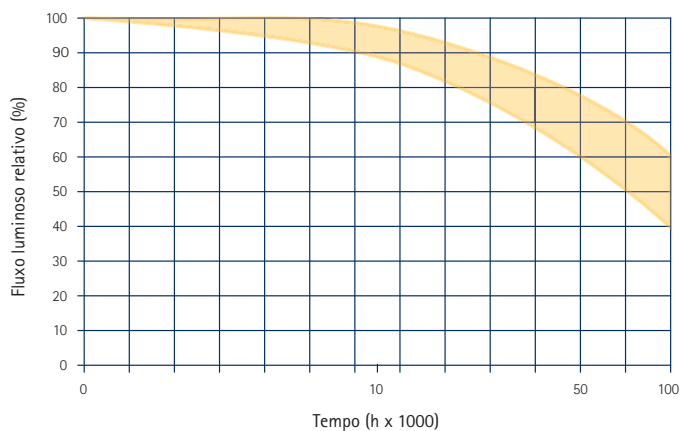
Embora os OLED estejam já a ser comercialmente aplicados (principalmente, em ecrãs de pequenas dimensões), a nível de iluminação, a tecnologia encontra-se ainda na infância. Mais especificamente, a eficiência de iluminação, a vida útil, a estabilidade da cor e a uniformidade em superfícies maiores (>10 cm<sup>2</sup>) são ainda demasiado limitadas. Um exemplo (estado em meados de 2011): eficiência actualmente, ainda limitada, +/- 20 lm/W para OLED brancos e 40 lm/W para OLED verdes, para uma intensidade luminosa de 500cd/m<sup>2</sup>.

### 3. VANTAGENS DOS LED

#### VANTAGEM 1: LONGA VIDA ÚTIL

O tempo de vida útil dos LED é fortemente afectado por condições específicas de utilização, das quais a potência e a temperatura interna (e, portanto, também a temperatura ambiente) são os factores mais importantes. Hoje, podemos assumir que o tempo de vida útil dos LED de qualidade é de 50.000 horas. Isto refere-se ao tempo que o fluxo luminoso leva, em média, a cair para 70% do seu valor inicial (veja a caixa sobre o MTTF). Essa vida útil concretiza-se desde que o LED seja utilizado dentro dos limites de temperatura estabelecidos (tipicamente, 80 a 85°C).

É importante saber que a vida útil dos LED depende, em larga medida, dos requisitos impostos pela sua aplicação. Por exemplo, em aplicações arquitectónicas ou residenciais específicas, é aceitável uma redução de luz igual ou superior a 30%, e a vida útil poderá exceder as 50.000 horas. Em aplicações profissionais, uma falha de 50% com uma redução de luz de 30% não é aceitável... e a vida útil é mais curta.



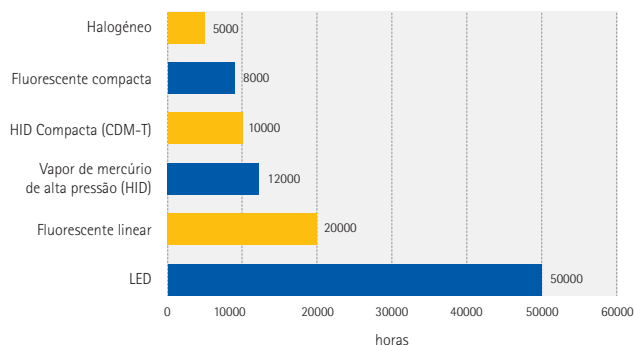
*Depreciação do fluxo luminoso ao longo do tempo*

#### Vida útil dos LED

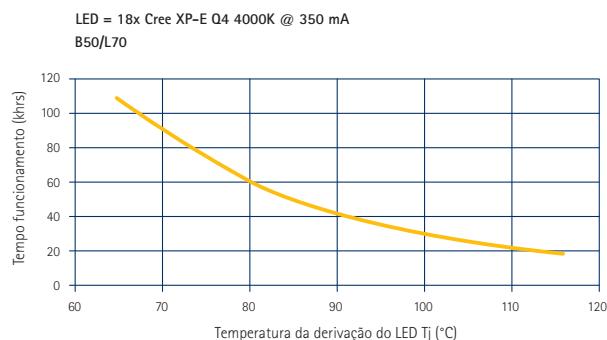
Para determinar a vida útil do LED, é necessário distinguir entre falha paramétrica (degradação do rendimento luminoso) e falha catastrófica (ausência de emissão de luz por parte do LED). Quando os fabricantes se referem a uma vida útil de L70 estão a falar do tempo em que uma percentagem específica dos LED diminui para 70% do fluxo luminoso original. Essa percentagem de LED é expressa em B. Por exemplo, B50 indica 50%. Porém, na determinação dessa vida útil, não se tem em conta qualquer possível avaria dos LED, factor que é excluído dos testes. Um LED defeituoso é, no entanto, importante para os utilizadores. Quando a determinação da vida útil tem em conta os LED avariados, faz-se referência à vida útil F, que é tipicamente inferior à vida útil B. Por exemplo, L70F-10 expressa o intervalo de tempo em que 10% dos LED caem para menos de 70% do fluxo luminoso original ou falham por qualquer outro motivo. As normas e recomendações internacionais vão promover e até impor cada vez mais a definição F para a vida útil dos LED.

Também positivo é o facto de as fontes de luz LED não incluírem componentes vulneráveis ou móveis, como vidro, filamento ou gás. As soluções de LED de qualidade são, portanto, bastante robustas e altamente resistentes a vibrações ou outros tipos de tensão mecânica.

Apesar de robustos, os componentes LED (como todos os outros componentes electrónicos) são altamente sensíveis a influências electrostáticas. Nunca se deve, portanto, tocar nos circuitos dos LED sem uma ligação à terra adequada. A ligação directa dos LED a uma fonte de alimentação activa deve ser evitada. Os picos de tensão podem destruir completamente um LED.



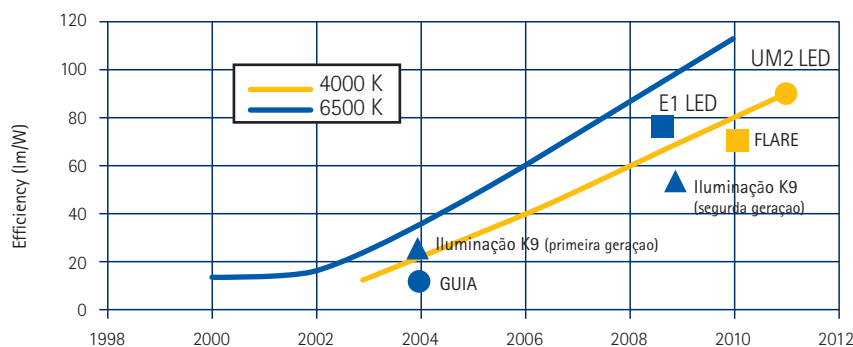
*Valores típicos de tempo de vida útil (simplificado)*



*Influência da temperatura de derivação na vida útil*

## Vantagem 2: Possibilidade de elevada eficiência energética

Actualmente, os LED brancos frios com uma temperatura de cor entre 5.000 e 7.000 K (kelvin) atingem mais de 160 lm/W nas condições de referência e deverão estar disponíveis no mercado em 2013. De um modo geral, os LED com uma temperatura de cor mais baixa, entre 2.700 e 4.000 K (utilizados com mais frequência em soluções de iluminação na Europa), ficam ligeiramente atrás em termos de eficiência. Nessas temperaturas de cor, ficaram comercialmente disponíveis emissões de luminosidade até 80 lm/W em 2011.

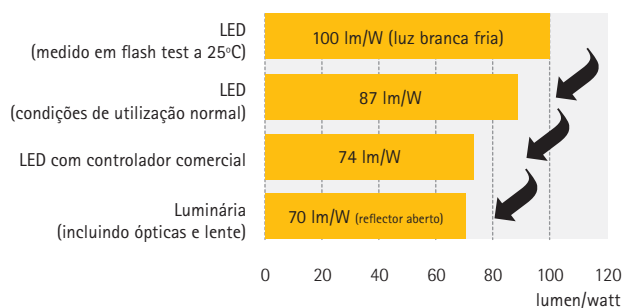


Estas curvas baseiam-se nos valores máximos dos tipos de HighPower LED comercialmente disponíveis (portanto, não incluem médias nem desempenho em laboratório). As curvas variam em função da temperatura de derivação – consulte a secção 2.4.

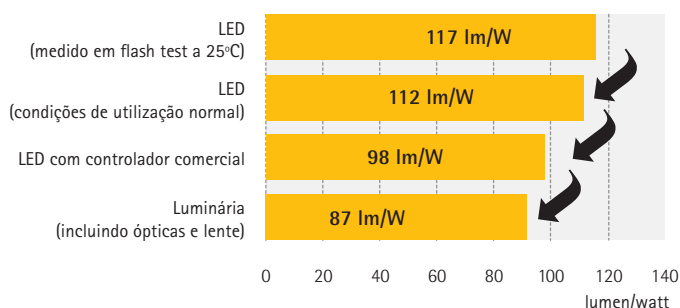
*Evolução do fluxo luminoso específico dos LED para 2 temperaturas de cor, com a indicação de alguns produtos da ETAP, com temperatura de derivação em condições de utilização normal (lumens quentes)*

### Eficácia: lm/W

Aqui, referimo-nos ainda a lm/W (lumen por Watt) da "lâmpada" (como na iluminação fluorescente tradicional) nas condições de referência. (Para LED, a temperatura de derivação ( $T_j$ ) é de 25 °C). Em condições de utilização real, a eficácia da luminária será ainda mais baixa. Para o ilustrar, eis o exemplo das luminárias "E1 com LED" e UM2 com LED:

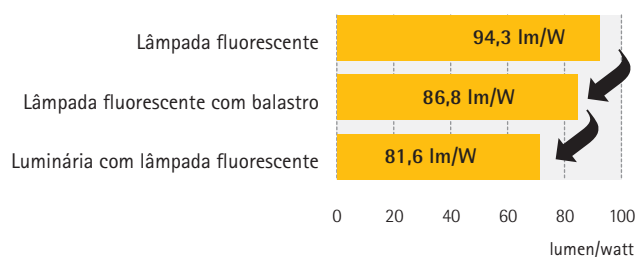


**E1 com LED**



**UM2 com LED**

Para fins de comparação: luminária U5 com reflector equipada com lâmpada fluorescente 1 x 35W

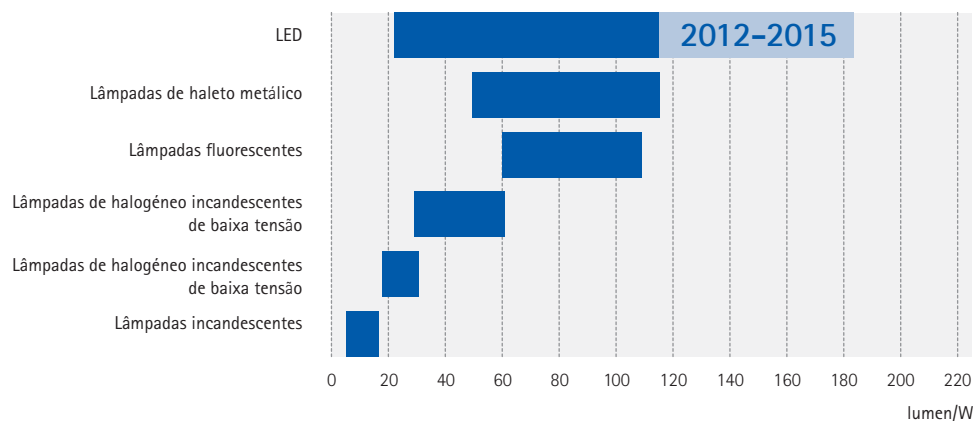


**Luminária U5 com reflector**



Os LED com elevada temperatura de cor e, portanto, com luz mais fria, têm um nível de eficiência superior ao dos mesmos LED com temperaturas de cor mais baixas. O material luminescente utilizado para criar o branco quente contém mais vermelho e a eficiência desse componente vermelho é inferior à do amarelo, razão pela qual a eficiência geral do LED é mais baixa.

Comparação:



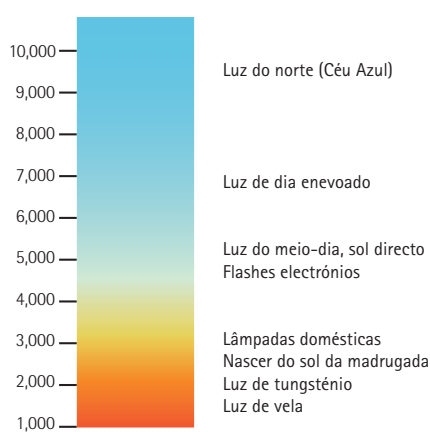
Valores típicos de eficiência de fontes de luz

### Vantagem 3: Reprodução de cor com elevada qualidade, escolha de temperatura de cor

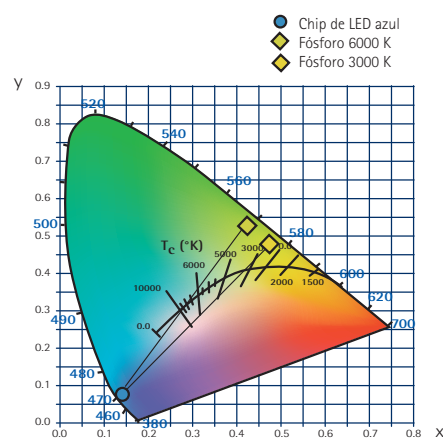
#### Temperatura de cor

A temperatura de cor de uma fonte de luz branca define-se como "a temperatura de um corpo negro cuja luz emitida produz a mesma impressão de cor que a fonte de luz". A temperatura de cor expressa-se em kelvin (K). A luz azulada tem uma temperatura de cor mais elevada e é sentida como sendo "mais fria" do que a luz com uma temperatura de cor mais baixa.

Existem várias subdivisões e designações; cada uma com referência a temperaturas de cor reconhecíveis:



Indicação das temperaturas de cor



Princípio da geração de luz branca por meio de material luminescente

Na luz branca dos LED RGB (que incluem vermelho, verde e azul), são possíveis todas as temperaturas de cor, mas o controlo ao longo do tempo é complexo, pois as três cores têm um tipo diferente de dependência da temperatura. Por esse motivo, essa opção não é utilizada com tanta frequência para fins de iluminação.

Nos LED com conversão por meio de material luminescente, a temperatura de cor é determinada, por um lado, pela escolha do azul do LED e, por outro, pelo material luminescente.

**E quanto à iluminação de segurança?**

Na iluminação de segurança, a ETAP opta decididamente por temperaturas de cor elevadas. Os LED com temperaturas de cor elevadas são mais eficientes e, portanto, requerem menos potência de bateria. Além disso, o olho humano é mais sensível a luz azulada em baixos níveis de iluminação.

**Reprodução das cores**

O IRC ou Índice de Reprodução de Cor de uma fonte de luz reflecte a qualidade da reprodução da cor dos objectos iluminados por essa fonte. Para medirmos esse índice, comparamos a reprodução da cor de objectos iluminados pela fonte de luz e por um reflector negro (com a mesma temperatura de cor).

O índice de reprodução de cor dos LED é comparável ao das lâmpadas fluorescentes e, dependendo da temperatura de cor, oscila entre 60 e 98.

- Para aplicações de luz normais em branco quente ou branco neutro, a ETAP opta por LED com um índice de reprodução de cor de 80.
- Em sistemas de iluminação de emergência alimentados por bateria, a eficiência é mais importante do que a reprodução da cor (neste caso, o índice mínimo necessário de reprodução de cor é de 40). É por isso que, na iluminação de emergência, utilizamos LED brancos frios altamente eficientes com um índice de reprodução de cor de, aproximadamente, 60.

Nos LED brancos com conversão por meio de material luminescente, a reprodução de cor é determinada também pela escolha desse material (por ex., fósforo). No RGB, as três cores básicas saturadas são combinadas, o que também possibilita excelentes reproduções de cor. Ainda que, nesse caso, o controlo seja mais complexo.

Comparação:

Fluorescente:	Ra entre	60	e	98
LED:	Ra entre	60	e	98
Lâmpada incandescente:	Ra de	100		
CDM:	Ra entre	80	e	95
Lâmpada de sódio:	Ra de	0		

**Convém saber...**

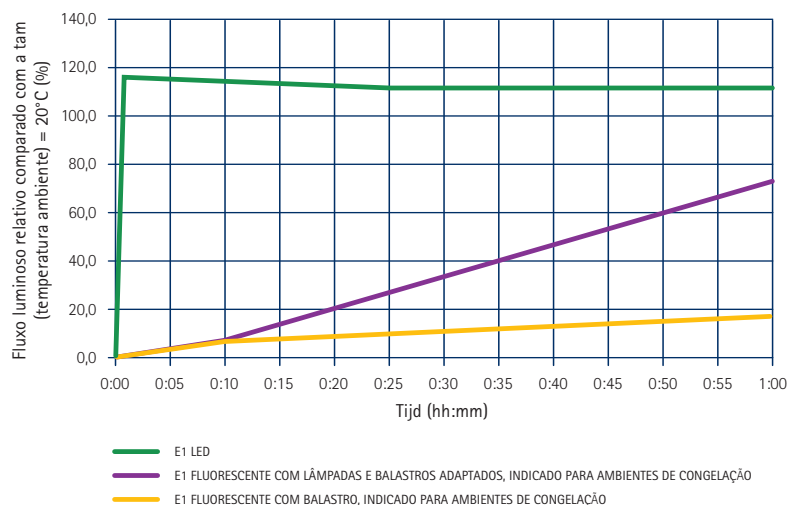
Um LED com uma baixa temperatura de cor (e, portanto, com luz branca quente) oferece, geralmente, uma reprodução de cor mais elevada (melhor) do que um LED com uma temperatura de cor mais alta (luz branca fria).

#### Vantagem 4: Eficiência de iluminação imediata ao ligar a luz

As lâmpadas fluorescentes não atingem o fluxo luminoso máximo assim que são ligadas. Os LED, por sua vez, reagem imediatamente às alterações na fonte de alimentação. Assim que são ligados, atingem imediatamente o fluxo luminoso máximo. São, portanto, altamente indicados para aplicações em que a luz é ligada/desligada com frequência e permanece ligada apenas por breves períodos de tempo.

Isto aplica-se também a ambientes com temperaturas mais baixas, em que o funcionamento é ainda melhor. Essa vantagem é oferecida, por exemplo, através da E1 com LED para aplicações de ultracongelamento.

Além disso, os LED - ao contrário, por exemplo, das lâmpadas CDM - também podem voltar a ser ligados, sem problemas, mesmo quando ainda estão quentes, e a comutação frequente não tem qualquer impacto negativo no tempo de vida útil.

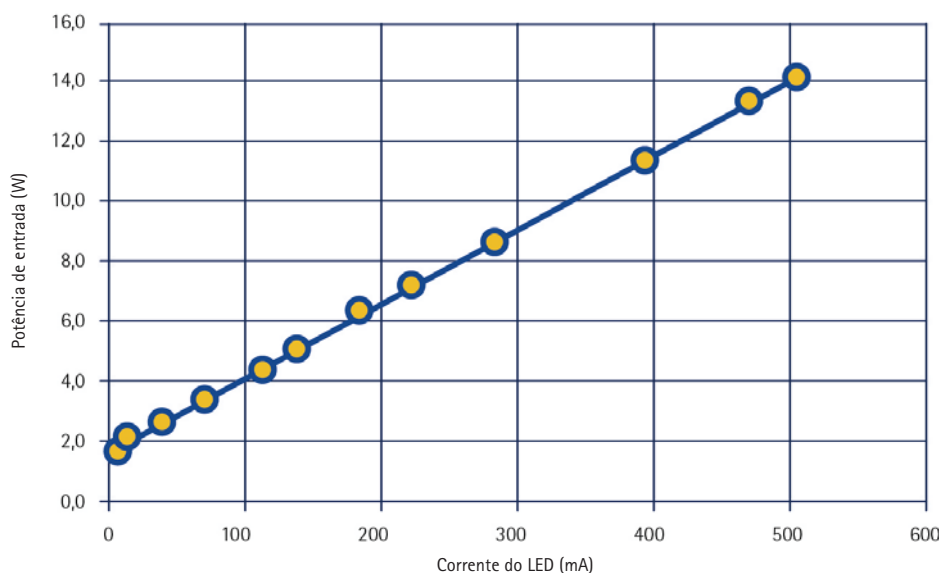


*Comparação do comportamento de arranque entre LED e lâmpadas fluorescentes a -30°*

#### Vantagem 5: Fácil e vasta amplitude de regulação

Os LED têm uma vasta e eficiente amplitude de regulação (de quase 0% a 100%) e podem ser controlados dinamicamente, com base nos métodos de regulação normalizados como o DALI, o DMX ou 1-10 V.

As perdas com as regulações para níveis mais baixos são comparáveis às perdas com a regulação de luzes fluorescentes através de balastros. Com a luz regulada para o nível mínimo, o consumo de potência residual perfaz um total de 10% do consumo de potência nominal.



*Efeito da regulação no consumo energético*

Os LED são, portanto, altamente indicados para integração em ambientes programados e dinâmicos.

Continua a haver uma diferença no grau de regulação. Os LED podem ser regulados, por exemplo, para não mais de 0,1%\*. Isso não é possível com as lâmpadas fluorescentes, em que o limite de regulação é, na prática, de 3%. (Abaixo desse limite, ocorrem problemas de arranque ou estabilidade).

\* Esta percentagem depende do controlador utilizado.

## Vantagem 6: Ecológicos

Com base nos ACV (estudos de Análise de Ciclo de Vida, que examinam o impacto ecológico de um produto desde a sua produção até à reciclagem e processamento), parece que os LED, comparativamente a outras fontes de luz, terão o potencial para, no futuro, virem a ter uma pegada ecológica mais pequena. Além disso, ao contrário das lâmpadas fluorescentes, não contêm mercúrio.

\* Avaliação de Lâmpadas Ultra-Eficientes; Navigant Consulting Europe; 5 de Maio de 2009.

## Vantagem 7: Ausência de radiação IF ou UV

O feixe luminoso dos LED não desenvolve radiação ultravioleta (UV) ou infra-vermelha (IF), o que os torna altamente indicados para ambientes em que é necessário evitar esse tipo de radiação, como é o caso dos museus e de lojas de produtos alimentares ou de vestuário.

O próprio LED não gera calor, mas é conduzido para o fundo, para longe do objecto a iluminar (voltaremos a este assunto mais à frente: consulte a secção 2).

## 4. FABRICANTES DE LED

Actualmente, encontra-se no activo um número limitado de intervenientes importantes com a sua própria produção de semicondutores (para LED brancos): por ex., a Cree (EUA), a Philips Lumileds (EUA), a Osram (Alemanha), a Nichia (Japão) e a Toyoda Gosei (Japão).


Além disso, um grande número de fabricantes adquire materiais semicondutores e luminescentes e transforma-os em componentes LED tipo 1 ou tipo 2. Entre eles, estão a Citizen, a Bridgelux, a Luminus, a GE, a Edison, a Seoul Semiconductor, a Samsung, a Panasonic, a Toshiba e a LG.

Na ETAP, temos vários critérios para selecção dos fabricantes com quem colaboramos. Os principais critérios são o desempenho, o preço, a documentação (dados demonstráveis com referência a normas válidas) e a disponibilidade a longo prazo (importante para a continuidade da nossa produção de luminárias).

A ETAP trabalha em conjunto com alguns dos fornecedores supracitados, dependendo da aplicação.

## 5. O FUTURO DOS LED

A tecnologia dos LED está a desenvolver-se rapidamente.

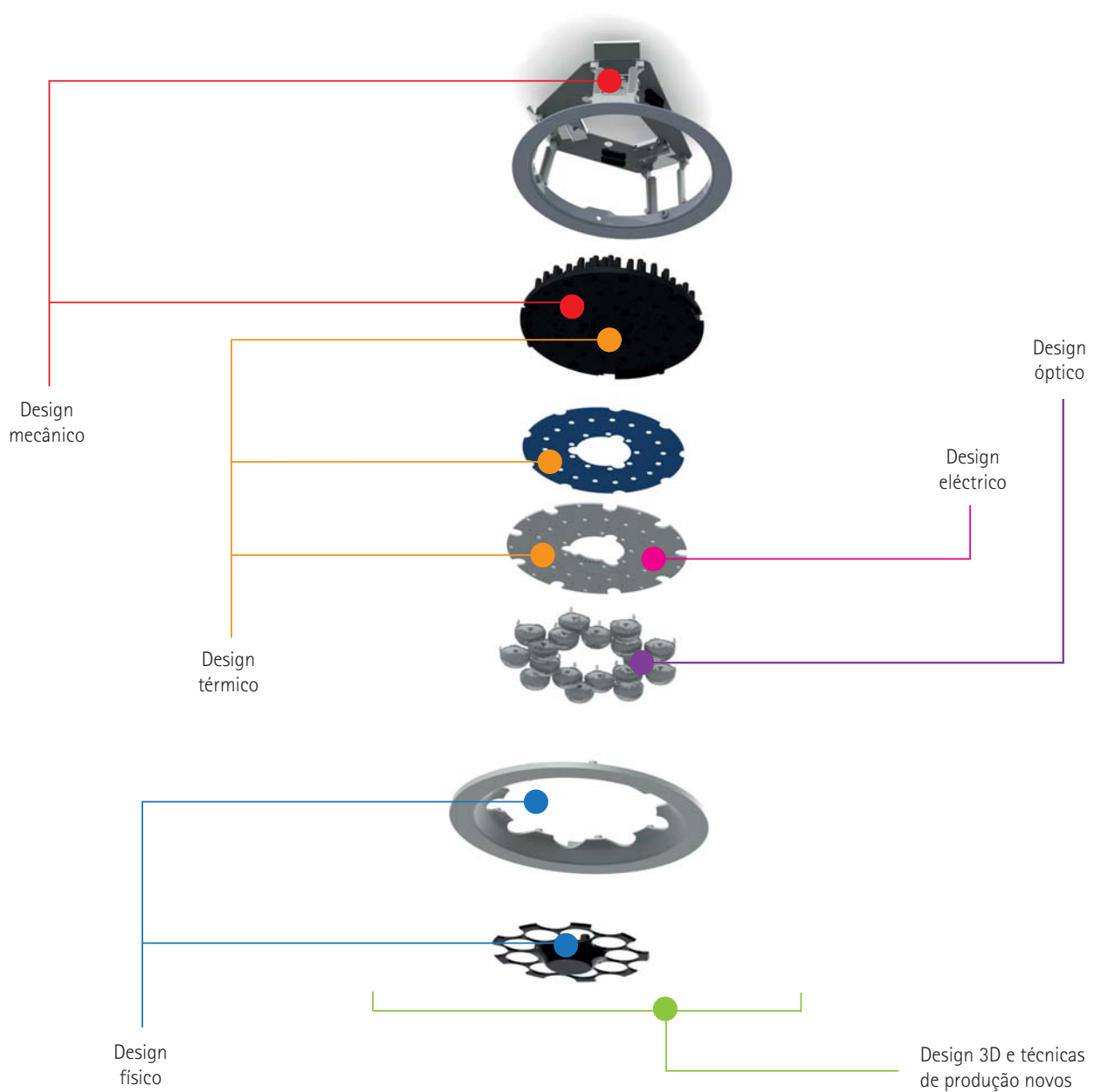
- O fluxo luminoso específico dos LED está a aumentar rapidamente. Actualmente, estão muito à frente das lâmpadas de halogéneo e incandescentes em termos de rendimento luminoso. Além disso, quando comparados com lâmpadas fluorescentes compactas, são hoje altamente competitivos. Espera-se que em breve possam competir também com as mais eficientes soluções fluorescentes lineares. Quase se poderia dizer que, todos os anos, dá-se uma queda de 10% do preço para a mesma quantidade de lúmen ou que, pelo mesmo preço, irá obter mais 10% de fluxo luminoso específico. No entanto, de um modo geral, espera-se um limite de 180 a 200 lm/W para cores quentes.
- Estão ainda a ser desenvolvidas novas tecnologias destinadas a melhorar, a longo prazo, a eficiência e o custo.
- Estão em curso iniciativas de normalização adicional na área dos módulos, com quantidades de lumen preestabelecidas e interfaces mecânicas bem definidas (como exemplo, temos o Zhaga, um consórcio para a normalização do "exterior" dos módulos, ou seja, as interfaces). A ETAP é membro da  Zhaga
- O controlo de cor não pára de melhorar, o que resulta num binning de cores mais preciso (encontra mais informações sobre binning na secção 2).

## Secção 2: A Concepção de Luminárias LED

### 1. OPÇÕES E DESAFIOS

Os LED são bastante mais pequenos do que as fontes de luz mais tradicionais, como as lâmpadas fluorescentes. Por outras palavras, a fonte de iluminação total de uma luminária pode ser dividida, o que permite criar luminárias mais esguias e com um design muito mais inovador.

Mas, na concepção das luminárias LED, enfrentamos mais do que um desafio. Primeiro, temos de escolher os LED certos para a aplicação em questão. A potência, a emissão de luminosidade, o comportamento da temperatura, a vida útil e o custo são parâmetros importantes para essa escolha. O design e a integração de ópticas (lentes, difusores, reflectores) garantem a distribuição de luz desejada. Também a gestão de calor das luminárias LED é decisiva para o desempenho. E nós preferimos combinar tudo isso com um belo design.



## 2. DISTRIBUIÇÃO ADEQUADA DA LUZ

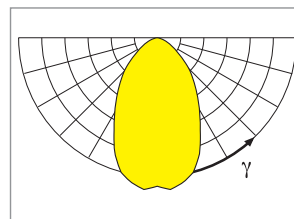
A maioria dos LED proporciona uma ampla distribuição da luz e emite luz a um ângulo entre 80 a 140° (ângulo completo). Com a ajuda de ópticas secundárias e terciárias (lentes, difusores, reflectores ou combinações desses elementos), conseguimos uma distribuição de luz específica. É importante uma distribuição de luz adequada para reduzir ao máximo a potência específica – e, portanto, o consumo de energia – em cada aplicação.

Eis alguns exemplos:

### LED nus

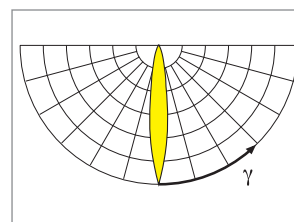
Exemplo: Pluto

De um modo geral, os LED nus reflectem igualmente a luz em todas as direcções (é a chamada reflectividade de Lambert). São utilizados com menos frequência devido à sua elevada luminância de pico.



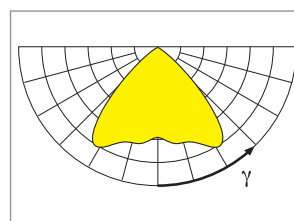
### Lentes comercialmente disponíveis

Exemplo: Projectores Flare com luminância altamente focalizada.



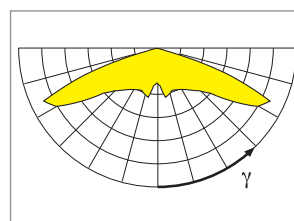
### Lentes específicas da ETAP

Exemplo de iluminação: Downlights D4 com lentes patenteadas pela ETAP para distribuição luminosa extensiva.



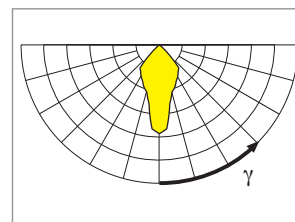
Exemplo de iluminação de segurança:

K9 anti-pânico, distribuição luminosa extremamente extensiva

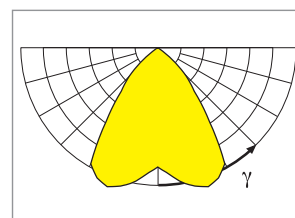


**Reflectores**

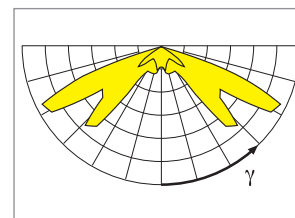
Exemplo: E1 com LED



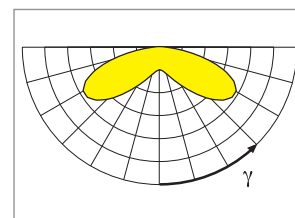
Exemplo: D1 com LED

**Combinação de lente e refletor**

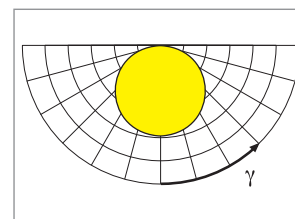
Exemplo: K9 para vias de evacuação

**Difusores**

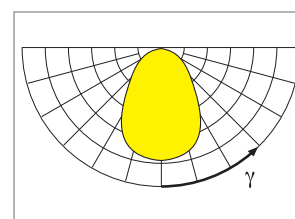
Exemplo: UW



Exemplo: K7

**Difusores ou películas, como MesoOptics™**

Exemplo: UM2 com LED





### 3. LUMINÂNCIA SOB CONTROLO

Com o aumento constante do desempenho e potência máxima dos LED, a luminância da fonte também aumenta rapidamente. Essa luminância pode facilmente chegar aos 10 a 100 milhões cd/m<sup>2</sup>. Quanto mais pequena for a superfície de onde emana a luz, maior se pode tornar a luminância da fonte.

Eis alguns exemplos de luminâncias de fontes:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| • Fluorescente linear - T8            | 14.000 cd/m <sup>2</sup>   |
| • Fluorescente linear - T5            | 15.000 – 20.000 cd/m <sup>2</sup> → 17.000 cd/m <sup>2</sup> (HE) e 20.000 – 33.000 cd/m <sup>2</sup> (H0) |
| • Fluorescente compacta, por ex., 26W | 50.000 cd/m <sup>2</sup>   |
| • LED nu 3W (100 lm)                  | 100.000.000 cd/m <sup>2</sup>  |
| • Luz solar                           | 1.000.000.000 cd/m <sup>2</sup> (=10x LED!)  |

Um design óptico bem planeado é, portanto, uma necessidade absoluta para difundir a luz desses pontos intensamente luminosos, evitar a exposição directa e diminuir o encandeamento. Para o conseguirmos, podemos utilizar lentes e reflectores, bem como difusores. Eis alguns exemplos:

- Downlights Flare (UGR<19, luminância <1000 cd/m<sup>2</sup> a 65°):
  - Difusão da fonte de luz ao longo de grandes superfícies para limitar a luminância.
  - Utilização de superfície texturada para difusão da luminância por fonte de luz e para evitar o encandeamento durante a exposição directa.
- UM2 com LED: a fonte de luz é distribuída ao longo de toda a luminária. O difusor MesoOptics™ limita a luminância e permite uma distribuição controlada da luz.

### 4. DESIGN TÉRMICO BEM PLANEADO

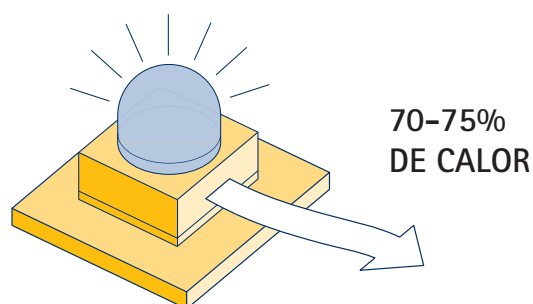
A gestão de temperatura (refrigeração) é, sem dúvida, o ponto de maior interesse específico no desenvolvimento de luzes LED de elevada qualidade. Dependendo do desempenho do LED, 25 a 30% da energia são convertidos em luz visível e 70 a 75% são convertidos em calor no interior do componente (dissipação).

Comparação: as lâmpadas fluorescentes emitem cerca de 25% da energia convertida em forma de luz visível. A diferença reside no facto de, na iluminação fluorescente, cerca de 40% da energia serem emitidos em forma de radiação infra-vermelha ou de calor.

A emissão de luminosidade dos LED diminui gradualmente, dependendo do aumento da temperatura de derivação. Os fluxos e emissões luminosos publicados aplicam-se a uma temperatura de derivação de 25°C. Na prática, os valores reais serão cada vez mais baixos. Por vezes, são publicados lumens quentes, ou seja, o fluxo luminoso a uma temperatura de derivação de 85°C, por exemplo.

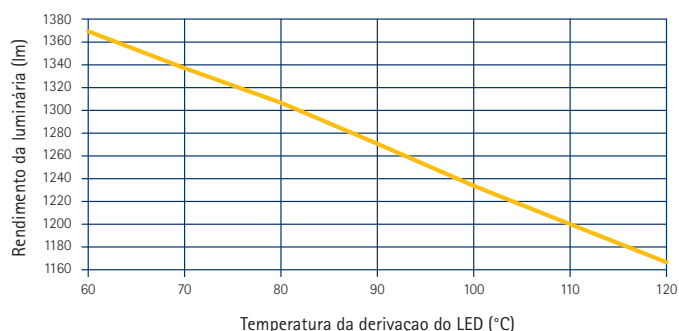
A temperaturas mais baixas, a emissão de luminosidade aumenta: Os LED trabalham sempre melhor à medida que a sua temperatura de funcionamento diminui.

25-30% DE LUZ



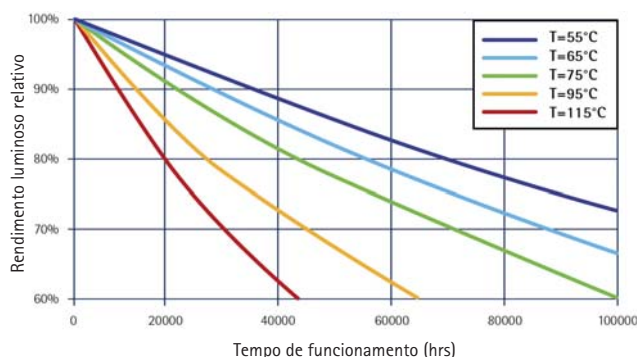
70-75%  
DE CALOR

led = 18x Cree XP-E Q4 4000K @ 350 mA



*Influência da temperatura de derivação na emissão de luminosidade da luminária.*

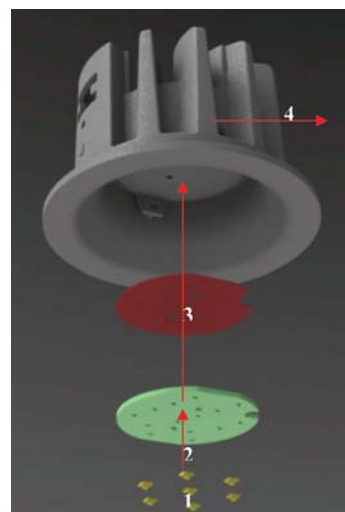
A temperatura não tem impacto apenas no rendimento luminoso. Também o tempo de vida útil é afectado quando a temperatura crítica é ultrapassada.



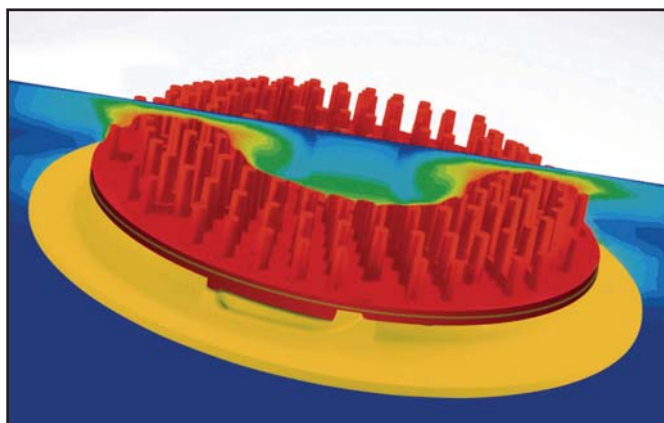
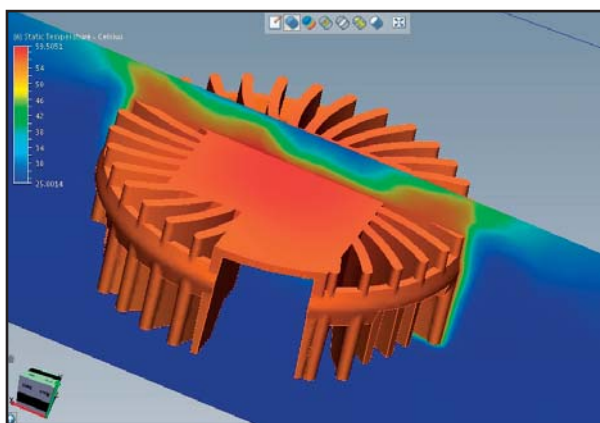
*Depreciação do fluxo luminoso ao longo do tempo para diferentes temperaturas de derivação*

Uma boa gestão da temperatura é, portanto, decisiva. A extracção de calor do LED para o ambiente ocorre em passos sucessivos (através de várias resistências de calor):

- O calor gerado pelos LED é conduzido pelo chip até ao ponto de soldadura (1, interno do LED).
- A partir daí, o calor é distribuído pelo circuito do LED (2).
- Através da interface térmica para transferência de calor entre o circuito e o substrato, o calor espalha-se pelo substrato (3).
- Por meio de convecção e radiação, o calor é extraído para o ambiente (4).



A livre circulação do ar em torno da luminária é essencial para uma emissão de calor adequada, razão pela qual existe uma diferença entre o comportamento térmico de um equipamento LED para luminárias de montagem saliente e para luminárias de encastrar. E tem de haver espaço livre suficiente em torno das luminárias de encastrar (portanto, nada de isolamento!)



*Design térmico da D1 e da D4*

## 5. BINNING PARA UMA QUALIDADE DE ILUMINAÇÃO CONSTANTE

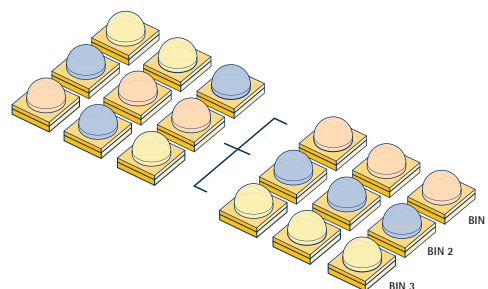
Durante a produção, os LED do mesmo lote ou série apresentam diversas propriedades, como por exemplo, no que diz respeito à intensidade e à cor. A utilização de um misto de LED na mesma luminária conduziria, portanto, inevitavelmente, a vários níveis de intensidade luminosa e várias cores de luz, razão pela qual praticamos o "binning".

"Binning" é a organização dos LED de acordo com critérios específicos, como:

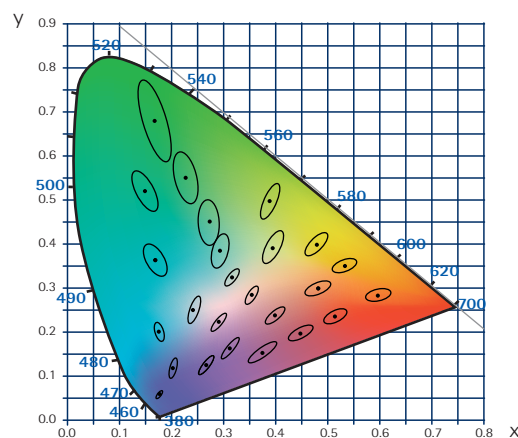
- Binning de cor: organização de acordo com coordenadas de cor (x, y), centrado em torno temperaturas de cpr individuais;
- Binning de fluxo: organização de acordo com o fluxo luminoso, medido em lumen (lm);
- Binning de tensão: organização de acordo com a tensão directa, medida em volt.

Ao escolhermos um "bin de cor" específico, garantimos a qualidade constante da luz. Os LED no mesmo bin têm, portanto, a mesma aparência. As diferenças nos bins de cor chamam a atenção quando uma parede é uniformemente iluminada.

No estudo de visão das cores, é utilizada a chamada elipse de McAdam (veja a figura), uma região do diagrama CIE que inclui todas as cores que o olho humano normal não consegue distinguir da cor existente no centro da elipse. Os fabricantes de LED utilizam a escala SDCM (Desvio Padrão na Correspondência de Cores), segundo a qual 1 SDCM equivale a 1 McAdam.



O princípio do binning

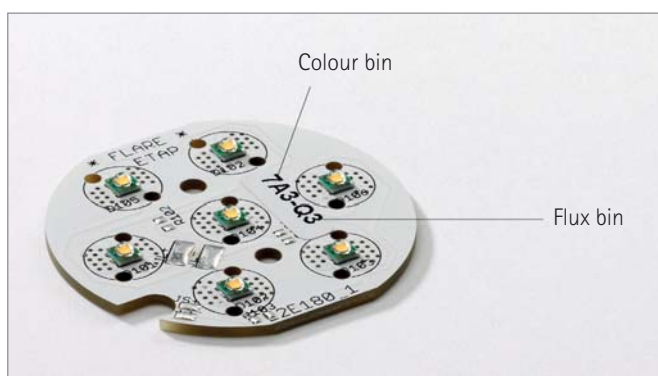


Visualização das elipses de McAdam  
(fonte: Wikipedia)

### Como é que a ETAP pratica o binning?

A ETAP recorre a uma abordagem sistemática para garantir a uniformidade a todos os níveis:

- Para cada luminária, utilizamos sempre LED com uma variação inferior a 2 SDCM.
- Nós assinalamos os vários circuitos montados de acordo com o bin de cor utilizado, o que nos permite saber sempre de que bin de cor vieram os LED.
- Em cada entrega parcial, fornecemos sempre luminárias com mesmo código de cor.
- Para entregas parciais divididas no tempo, isto não é garantido. Os desvios de cor podem então chegar aos 7 SDCM.



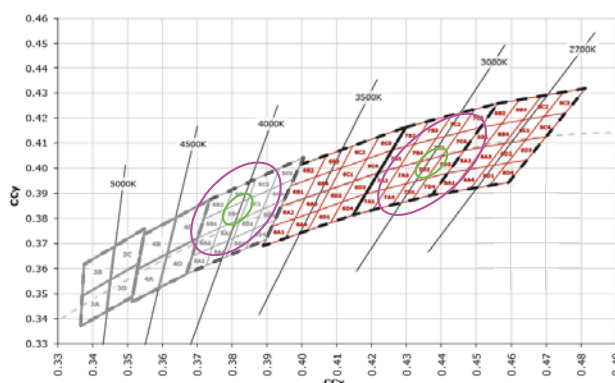


Ilustração de bins para diferentes temperaturas de cor  
(verde  $\approx$  2 SDCM; corado  $\approx$  7 SDCM)

## 6. SEGURANÇA ELÉCTRICA

segurança eléctrica não é motivo de preocupação. Actualmente, as soluções de iluminação com LED podem funcionar com tensões iguais ou superiores a 100V. Consequentemente, devemos instituir medidas adicionais para que seja seguro tocar nos componentes.

### Os LED em série aumentam a tensão

Sempre que possível, os LED das luminárias de iluminação são preferencialmente ligados em série. O resultado lógico é o aumento da tensão. Uma das vantagens dos LED é o facto de funcionarem com baixa tensão, com uma diferença de tensão de aproximadamente 3V por LED. Mas se forem ligados 30 LED em série numa só luminária, só aí, ficamos com 90V. Existem até controladores de LED capazes de gerar uma tensão de saída superior a 200V. Estes requerem maior protecção eléctrica.

### Necessidade de isolamento adicional a partir dos 24V

As normas internacionais (IEC 61347) estipulam que acima dos 24V\*, devem ser instituídas medidas adicionais para tornar as luminárias seguras. O acesso aos LED e a outros componentes condutores de corrente não deve ser possível a partir do exterior. Além disso, deve haver um bom isolamento básico entre todos os componentes condutores tocáveis da luminária e de todas as partes electrificadas. Na prática, a ETAP proporciona espaço suficiente para a circulação do ar e para a manutenção e utiliza material electricamente isolado sem afectar a gestão térmica.

AC	DC
$V < 25 V_{RMS} (I_{RMS} < 0,7 \text{ mA})$	$< 60 V_{DC} (I_{DC} < 2 \text{ mA})$
$25 V_{RMS} < V < 60 V_{RMS}$	$< 60 V_{DC} < V < 120 V_{DC}$
$60 V_{RMS} < V < 120 V_{RMS}$	

Segundo as normas internacionais IEC 61247, não existe risco quando se toca (verde) em luminárias com tensão até 24 V (CA) ou 60 V (CC).  
Para luminárias LED com tensão de saída superior (vermelho), devem ser instituídas medidas de segurança adicionais.

\* O grau de isolamento do controlador determina se são necessárias medidas de segurança adicionais.

## 7. PUBLICAR DADOS CORRECTOS

### A eficácia luminosa é o novo critério

Durante anos, a eficiência das luminárias fluorescentes foi expressa em termos percentuais, indicando o nível de eficiência com que uma luminária utiliza a luz. Mas na era dos LED, falamos em lumen por Watt, ou seja, rendimento luminoso por unidade de consumo. Neste contexto, é importante ter em conta a eficiência específica da solução global, Constituída pela fonte de luz e pela luminária.

A eficiência de uma luminária fluorescente é determinada através da comparação do fluxo luminoso da luminária com o de uma lâmpada nua. É muito fácil demonstrar uma indicação de eficiência em termos percentuais. Isso mostra o grau de eficiência com que uma luminária lida com uma determinada quantidade de luz. Foi por isso que essa indicação se tornou o padrão para soluções fluorescentes. É também muito fácil de determinar: basta medir o fluxo luminoso da luminária com a lâmpada e compará-lo com o fluxo luminoso da lâmpada nua.

### Os LED nus não constituem uma referência utilizável





Porém, em soluções com LED, tal não é possível, uma vez que o fluxo luminoso de um LED nu não é uma referência absoluta. Para começar, há muitos tipos de LED diferentes, não se trata de um produto normalizado. Além disso, existe uma variação (de fábrica) relativamente ao rendimento luminoso e à temperatura de cor. Actualmente, não existe nenhum método de medição padrão utilizável para o fluxo luminoso de um LED nu. E mais importante ainda é o facto de o fluxo luminoso ser termossensível. O desempenho é muito melhor em 25°C do que numa luminária aquecida. É por isso que uma indicação percentual seria, no mínimo, enganadora.

### Eficácia luminosa específica da lâmpada + luminária

É esse o motivo pelo qual o mercado da iluminação está a virar-se cada vez mais para um conceito diferente. Já não olhamos apenas para a luminária, mas para a combinação lâmpada/luminária. Trabalhos com lm/W, com base na quantidade de energia necessária numa luminária para obter um determinado fluxo luminoso. Poderá não ser uma indicação tão clara como uma percentagem, mas é mais rigorosa. O desempenho das soluções de LED depende de muitos factores, como a refrigeração, o controlador, a densidade de potência, o factor calor/frio (o nível de declínio do fluxo luminoso quanto a temperatura sobe), etc. A indicação lm/W tem isso em conta: quanto mais favoráveis os factores, maior será o fluxo luminoso para a mesma potência. Na ETAP, tentamos chegar cada vez mais longe com as nossas luminárias LED. Actualmente, 80 lm/W podem ser considerados uma energia muito reduzida para uma luminária, mas à medida que os LED continuarem a evoluir, a fasquia continuará a subir.

Lighting


D11/LEDN20SX1

Luxial® - recessed luminaire - downlight - circular - white wafer trim

Aluminium housing with trim in lacquered sheet steel

luminous flux luminaire: 1799 lm



► **Mechanical characteristics**

dimensions: (Øxh) 220 mm x 120 mm

minimum cutout: (Ø) 205 mm

weight: 2.1 kg

► **Installation**

mounting bracket 1 - 35 mm

► **Optic**

downlight - satin-anodised aluminium - wide-angle

► **Lamp**

lamp type: LED 22W

colour temperature: 4000K / neutral white

► **Electrical equipment**

S: driver fixed output

voltage: 230-240V

frequency: 50Hz

power consumption: 26 W

power factor >= 0.9

photobiological safety: EN 62471: exempt group

► **More information**

[Electrical options and accessories \(general\)](#)

[Overview options](#)

[Options D1 LED](#)

[Concepts](#)

[Brochure Luxial \(PDF\)](#)

[Assembly instructions - D1E1900](#)

Além do fluxo luminoso específico, encontram-se outros pormenores sobre os LED no site da ETAP:

- Tipo de controlador: regulável ou não
- Factor de potência
- Classe de segurança fotobiológica
- Temperatura de cor
- Potência da lâmpada
- Consumo de energia

## 8. CONFORMIDADE COM NORMAS DE SEGURANÇA

As luminárias LED devem ser classificadas de acordo com o seu potencial efeito nocivo na pele e nos olhos, em conformidade com a norma EN-IEC 62471 (que diz respeito à segurança fotobiológica das lâmpadas e respectivos sistemas). Quanto aos LED brancos e azuis, praticamente só o efeito dos azuis é significativo em termos de lesões oftalmológicas.

Com base no tempo máximo de exposição sem consequências nocivas, as luminárias dividem-se em quatro categorias, que vão do tempo de exposição ilimitado à lesão quase imediata perante exposição e/ou visualização directas.

A exposição limitada à maior parte das luminárias da ETAP não representa risco a uma distância de visualização normal (= 500 lux). Os riscos potenciais derivam de fontes com uma intensidade muito elevada e luminâncias de pico (como por ex., no caso do módulo Fortimo) e, especialmente, de LED azuis puros (por ex., o módulo Fortimo após a abertura e remoção da sua tampa remota de fósforo. Nunca olhe directamente para ele!)

Exemplos

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| • Flare D4:           | "Grupo isento" (exposição ilimitada)        |
| • K9 AP:              | RG 1 (baixo risco: exposição limitada <3 h) |
| • D9 Fortimo 2000 lm: | "Grupo isento" (exposição limitada)         |

As luminárias devem incluir-se no grupo "isento" ou RG1.

## Secção 3: Alimentação de luminárias LED

### 1. CRITÉRIOS DE QUALIDADE PARA FONTES DE ALIMENTAÇÃO DE LED

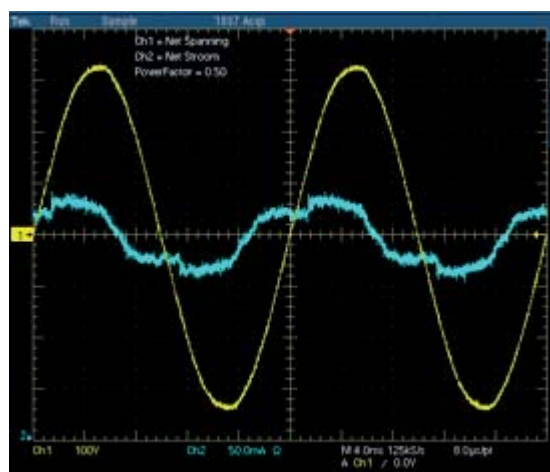
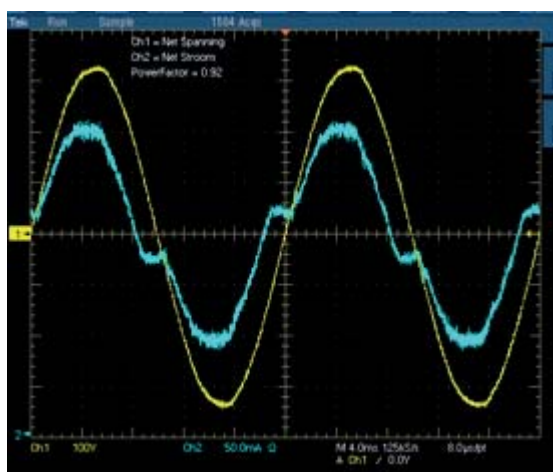
A fonte de alimentação é um dos componentes mais vitais em termos de soluções LED, como agora se reconhece de forma generalizada. A qualidade das luminárias LED depende não só da fonte de luz LED e do design das ópticas, mas também da eficiência e fiabilidade da fonte de alimentação. Uma fonte de alimentação adequada para LED deve cumprir seis requisitos:

**Vida útil.** No mínimo, a fonte de alimentação tem de ter o mesmo tempo de vida útil dos LED, que dura geralmente 50.000 horas (a 70% do fluxo luminoso).

**Eficiência.** Um dos factores de sucesso dos LED é a eficiência energética. Assim, a conversão da tensão de rede em corrente deve ser o mais eficiente possível. Uma boa fonte de alimentação de LED tem uma eficiência mínima de 85%.

**Factor de potência.** O factor de potência é um indicador técnico que mostra até onde a corrente da forma de onda se aproxima da referência sinusoidal da tensão. O factor de potência é constituído por duas partes:

a mudança entre tensão e corrente, ( $\cos \varphi$ ) e a distorção da corrente (harmonia ou Distorção Harmónica Total). Quanto menores forem a mudança e a distorção da forma de onda, menores serão as perdas e a poluição na rede de distribuição do fornecedor de energia. As fontes de alimentação de LED fornecidas pela ETAP pretendem alcançar um factor de potência superior a 0,9.



*Para fontes de alimentação com factor de potência elevado (esquerda), a forma de onda da corrente (azul) apresenta pouca distorção e mudança, por comparação com a tensão (amarelo). No entanto, é esse o caso das fontes de alimentação com baixo factor de potência (direita).*

**Compatibilidade electromagnética (EMC).** A fonte de alimentação deve minimizar a interferência electromagnética na área envolvente e, simultaneamente, ser o menos influenciada possível por interferências electromagnéticas da área envolvente. Assim, uma compatibilidade electromagnética adequada é vital.

**Corrente de comutação.** Quando uma fonte de alimentação de LED é colocada sob potência, há uma corrente de pico elevada na rede durante um breve período de tempo (uma fracção de milissegundo), porque no início, os condensadores estão a ser carregados. Em fontes de alimentação com baixa corrente de comutação, os disjuntores não são desactivados quando um determinado número de luminárias é ligado.

**Segurança eléctrica.** A tensão de saída da fonte de alimentação é, preferencialmente, mantida num nível baixo. Tensões superiores a 120V requerem precauções adicionais quando se integra o módulo LED na luminária. Nesse caso, é da responsabilidade do fabricante incluir as medidas de segurança necessárias.





### Fichas técnicas

As fontes de alimentação são, portanto, componentes vitais em todas as soluções de LED. É possível reconhecer fontes de alimentação de elevada qualidade solicitando as fichas técnicas ao fabricante para verificar se os requisitos supracitados se encontram cumpridos. A ETAP fornece sempre fontes de alimentação de LED de elevada qualidade, perfeitamente adaptadas à solução e amplamente testadas nos nossos laboratórios.

## 2. FONTES DE CORRENTE VS. FONTES DE TENSÃO

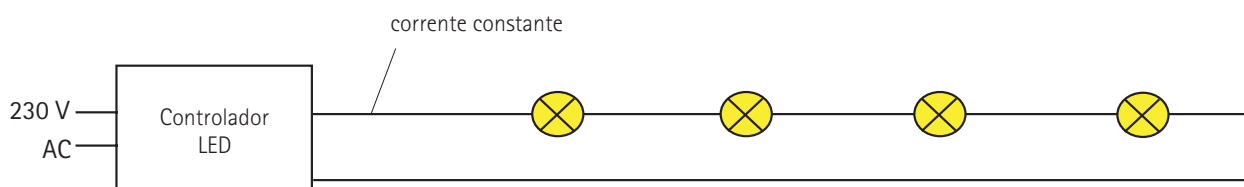
Os LED são componentes controlados por corrente. A corrente é directamente responsável pelo rendimento luminoso e, portanto, deve ser cuidadosamente ajustada. São utilizados dois métodos de controlo:

- **Fontes de corrente constante**

Convertem directamente a tensão de rede em corrente constante. Este método oferece a eficiência mais elevada e a melhor relação qualidade/preço. A desvantagem consiste no facto de uma fonte de corrente constante só poder ser ligada em série, o que torna a instalação mais difícil. Além disso, para níveis mais elevados, a tensão de saída necessária aumenta rapidamente (>100 V).

Exemplos:

- Projector Flare 500 mA, DIP4, etc.
- Downlight D4 Flare

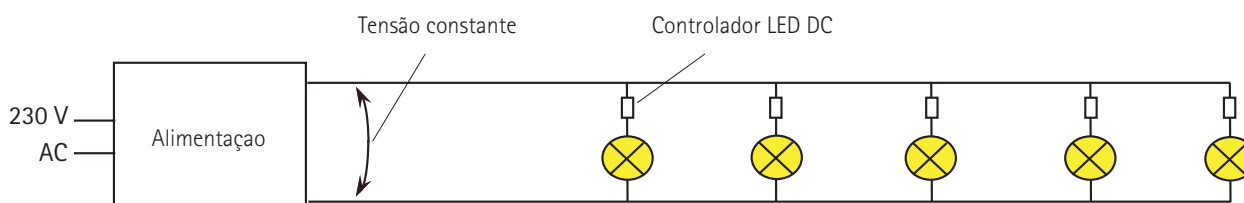


- **Fontes de tensão constante**

Fontes de alimentação que convertem a tensão de rede em tensão cuidadosamente controlada. Ao serem utilizadas com LED ou módulos LED, essas fontes de alimentação devem ser sempre equipadas com um limitador de corrente (por ex., uma resistência) ou um circuito electrónico que converta a tensão contínua em corrente constante. A principal vantagem das fontes de tensão é a possibilidade de ligar facilmente vários módulos em paralelo.

Exemplos:

- Régua de LED com alimentação de 24 V (limitação por resistências em série)
- Projector Flare 24 V (transformador de tensão em corrente integrado no cabo)



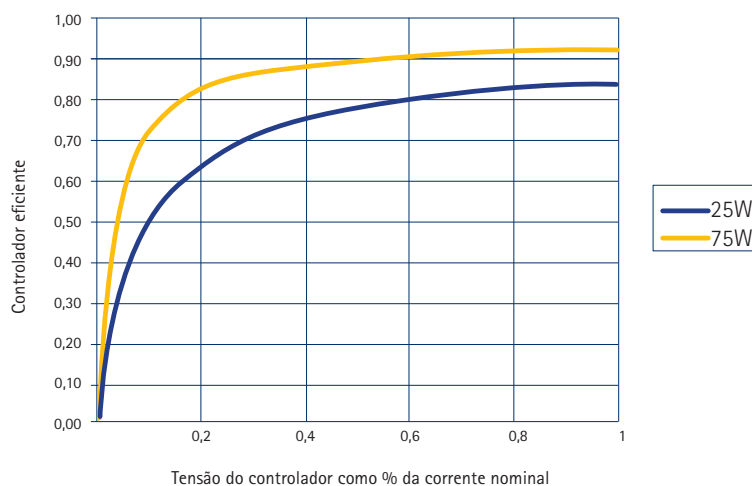
Os códigos de luminárias referentes a fontes de corrente terminam em C (de "current" - corrente); os códigos de luminárias referentes a fontes de tensão terminam em V [de "voltage" - tensão].



### Também para luminárias reguláveis

A fonte de alimentação deve ser não só fiável e eficiente, mas também ter a flexibilidade para ser utilizada em qualquer instalação de iluminação moderna. Em muitos casos, o nível de iluminação tem de ser ajustável, por exemplo, através de um sistema de regulação da luz como o ELS ou um regulador externo. Nota: é importante que a eficiência e o factor de potência permaneçam iguais quando se utiliza um regulador.

Exemplo: este controlador de 75W (amarelo) mostra uma eficiência bastante estável até uma tensão de aproximadamente 50%. Com tensões mais reduzidas, a eficiência cai rapidamente. Com 10% de tensão (7,5W), o consumo é de aproximadamente 10,5W (70% de eficiência).



*Impacto da tensão do controlador na eficiência, para um controlador de baixa potência (azul) e um controlador de alta potência (amarelo)*

Na prática, existem duas técnicas de regulação: reduzir o nível de corrente ou reduzir a corrente transformando-a em impulsos com uma duração cada vez mais curta (PMW ou Modulação por Largura de Impulso). A técnica a utilizar depende da aplicação. Os nossos especialistas terão todo o prazer em ajudar com aconselhamento concreto.

Teoricamente, todos os sistemas de regulação conhecidos podem ser aplicados também à luz LED:

- DALI
- 1-10V (aplicado com menos frequência em iluminação de LED)
- TouchDim
- DMX (aplicado com menos frequência a iluminação; utilizado essencialmente na iluminação cénica)

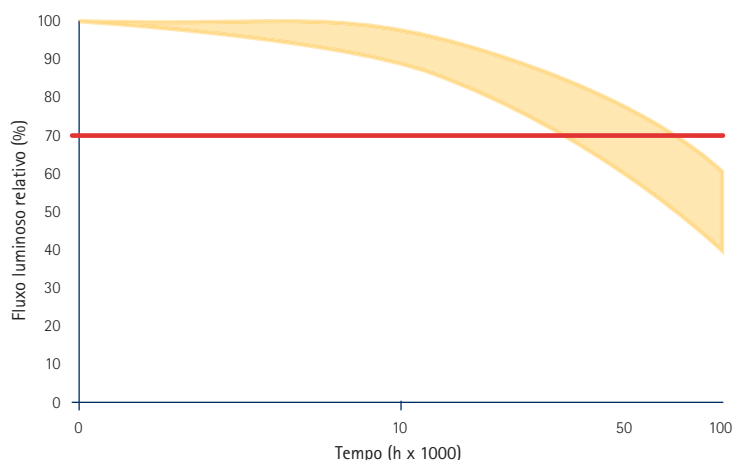


## Secção 4: A iluminação com LED – aspectos fotométricos

### 1. DEPRECIAÇÃO E FACTOR DE MANUTENÇÃO

A emissão de luminosidade de uma lâmpada diminui com o tempo; a isso, dá-se o nome de depreciação. A fim de que os estudos de iluminação tenham em conta essa perda, utiliza-se um factor de manutenção (um número entre 0 e 1), para que a iluminância não caia abaixo de um determinado nível com o tempo.

Por um lado, quando utilizados correctamente, os LED – do ponto de vista eléctrico – funcionam durante muito tempo. Por outro, durante essa longa vida útil, o fluxo luminoso dos LED diminui (depreciação). Tanto a gestão da temperatura como o controlo eléctrico têm um grande impacto nessa queda. O decréscimo do fluxo luminoso deve-se, em primeiro lugar, à descoloração do invólucro do chip e à diminuição da eficiência da camada luminescente no mesmo desenho.



*Depreciação do fluxo luminoso ao longo do tempo*

#### Depreciação na iluminação fluorescente

Hoje em dia, nos estudos de iluminação com luminárias fluorescentes, utilizamos frequentemente uma depreciação (queda do fluxo luminoso) total de 15%, dos quais 10% são originados pelo envelhecimento da lâmpada. Uma depreciação de 15% corresponde a um factor de manutenção de 0,85.

Factor de manutenção (MF)	Níveis de emissão de poeiras			
	mínimo	baixo	médio	elevado
Luminárias abertas para iluminação directa (T5 - Ø16 mm of T8 - Ø26 mm: Ra > 85)				
Substituição de grupo	0,85	0,80	0,75	0,70
Substituição de lâmpada fundida + substituição de grupo	0,90	0,85	0,80	0,70
Factor de correcção para Luminárias com tampa para iluminação directa Luminárias com reflector pintado		BF x 0,95		
		BF x 0,90		

*Factores de manutenção típicos utilizados na iluminação fluorescente*

#### Depreciação na iluminação LED

A vida útil hoje atribuída aos LED envolve uma perda de luz média de 30%, o que condiciona o modo como lidamos com os factores de depreciação nos estudos de iluminação.

Em circunstâncias normais, a ETAP segue a norma do mercado. O problema é que, actualmente, não existe qualquer norma de mercado para LED, razão pela qual utilizamos os factores de manutenção correspondentes a um tempo de vida útil de aproximadamente 25.000 horas (+/- 10 anos em circunstâncias normais). Além disso, temos uma tabela de consulta que nos permite trabalhar com tempos de vida útil ajustados (consulte o ponto 2, "Estudos de iluminação com luminárias LED").

## 2. ESTUDOS DE ILUMINAÇÃO COM LUMINÁRIAS LED

Os estudos que envolvem luminárias LED são muito semelhantes aos estudos com outras luminárias. A principal diferença consiste na gestão do factor de manutenção. O método habitual já foi descrito mais atrás: trabalhamos com um tempo de vida útil de 25.000 horas e calculamos o factor de manutenção correspondente. Para desvios de tempo de vida útil, utilizamos uma tabela que mostra a ligação entre o tipo de produto, o tipo de alimentação, a vida útil e o factor de manutenção. Essa tabela é actualizada pelo Lighting Product Group. Abaixo, encontra-se um exemplo relativo à série Flare (estado em 2010). Essas tabelas são regularmente actualizadas, de acordo com a tecnologia mais recente.

	25,000 h							
	350mA				500mA			
	F (lm)	P (W)	lm/W	d (%)	F (lm)	P (W)	lm/W	d (%)
D42/LEDN20S	1290	22,4	58	89				
D42/LEDW20S	1120	22,4	50	89				
D42/LEDN39S	2490	43,4	57	88				
D42/LEDW39S	2150	43,4	50	87				
FLARE-1x/LEDN10C (x=0/1/2)					629	12,6	50	78
FLARE-1x/LEDN6C (x=0/1/2)					376	7,2	52	89
FLARE-1x/LEDN5C (x=0/1/2)					287	5,5	52	91
FLARE-1x/LEDW10C (x=0/1/2)					547	12,2	45	78
FLARE-1x/LEDW6C (x=0/1/2)					327	7,2	45	89
FLARE-1x/LEDW5C (x=0/1/2)					250	5,5	45	91

*Extracto da tabela dos fluxos luminosos e factores de depreciação da série Flare (estado 2011), incluindo 5% de poluição.*

## 3. OUPAM ENERGIA

### Regulação e comutação

Como já antes foi mencionado, os LED são altamente adequados a comutação e regulação, e funcionam com sistemas de regulação 1-10V, DALI, etc.

### Sistemas integrados de controlo da luz

Na teoria, as luminárias LED podem ser combinadas com sistemas integrados de controlo de luz como ELS, MDS e EMD. Porém, esses sistemas são (actualmente) sensíveis à temperatura (ELS) e/ou à radiação infra-vermelha (MDS e EMD). Consequentemente, a integração de sistemas de controlo da luz requer o design integral de produtos, o que leva em conta a gestão térmica dentro da luminária e as propriedades do sensor. É por isso que, em alguns casos, a integração obedece às regras para "luminárias especiais", ao passo que, noutros casos, isso não acontece. (Por ex., D4+ ELS é uma das standard). A combinação de luminárias LED e sensores montados de forma independente no tecto não constitui um problema.



### Sistemas de gestão de divisões ou edifícios (como o ELM)

Uma vez que a maior parte das luminárias LED está disponível em várias versões (como o DALI, 1-10V, etc.), combiná-las com sistemas de gestão de espaços ou edifícios normalizados não costuma ser um problema.

## Secção 5: Perguntas e respostas

### **P: A informação publicada pelos fabricantes de LED pode ser utilizada também nas publicações da ETAP?**

R: Não, pois existem muitos factores diferentes, incluindo as propriedades dependentes dos LED, como o comportamento a temperaturas mais elevadas, e as propriedades específicas das luminárias, como as opções de controlo e de refrigeração, têm o seu papel no desempenho final de uma luminária LED. É possível que, na prática, um LED do fabricante A, com desempenho publicado bastante elevado, emita menos luminosidade do que um LED com uma eficiência ligeiramente mais baixa do fabricante B, devido, por exemplo, a resistência térmica interna mais elevada e a uma menor estabilidade a altas temperaturas.

### **P: As lâmpadas LED lineares são uma alternativa válida para substituição de lâmpadas fluorescentes tradicionais?**

R: A longo prazo, esta solução ainda tem um enorme potencial. A curto prazo, há que ter em conta um certo número de pontos: a nível da segurança eléctrica, convém sublinhar que a responsabilidade do fabricante cessa no momento em que são utilizadas lâmpadas led lineares, alterando assim subsequentemente a sua construção. Existe também um certo risco quando é efectuada a troca de lâmpadas. Relativamente ao desempenho técnico da luz, a potência máxima e o fluxo luminoso das lâmpadas de substituição é normalmente mais baixo do que o da lâmpada fluorescente original. Notar-se-á frequentemente também uma alteração na distribuição global da luz do aparelho, uma vez que a maioria das lâmpadas led lineares apenas emitem luz hemisférica.

### **P: Os lumen dos LED são superiores aos das lâmpadas fluorescentes?**

R: Não, são idênticos. Porém, em níveis de iluminação muito baixos, (ex., em iluminação de segurança, aplicações de exteriores), o olho humano torna-se mais sensível às tonalidades verdes/azuis, fenómeno a que se dá o nome de visão mesópica. Nessas circunstâncias, será, portanto, mais económico, utilizar fontes de luz que emitam mais luz verde/azul, como os LED ciano ou brancos com um elevado componente azul (branco frio, 6500K).

# Terminologia

## **Binning**

Organização/classificação (neste caso) dos LED em grupos com propriedades semelhantes, por ex., no que diz respeito à temperatura de cor.

## **Componente LED**

Combinação de LED, caixa e ópticas primárias.

## **Derivação**

Área activa no material em estado sólido em que a luz é gerada.

## **Díodo**

Semicondutor ou condutor de corrente eléctrica, óptima numa direcção, mas não na direcção oposta.

## **LED**

Abreviatura de Light Emitting Diode (Díodo Emissor de Luz).

## **Lumens frios**

Fluxo luminoso medido com uma temperatura de derivação de 25°C

## **Lumens quentes**

Fluxo luminoso medido com uma temperatura de derivação próxima das temperaturas de utilização real (geralmente, 85°C)

## **Luminescência**

Processo através do qual uma partícula de luz (fóton) é gerada quando um átomo passa de um estado de energia mais elevado para um mais reduzido.

## **Módulo LED**

Equivalente a uma lâmpada tradicional, mas em versão LED. Segundo a terminologia da ETAP, corresponde ao tipo 3: consulte a secção 1).

## **PCB**

Circuito impresso.

## **Tecnologia do fósforo remoto**

Tecnologia através da qual o fósforo necessário à geração de luz branca não é colocado directamente no LED azul, mas sim dentro ou sobre um suporte (de vidro ou plástico) a alguma distância do LED. Como resultado, o fósforo funciona a uma temperatura mais baixa o que, em alguns casos, pode conduzir a aumento da eficiência.

## **Temperatura de derivação**

Temperatura no interior do material semicondutor (na derivação PN: veja em baixo).

## **Tempo de vida útil**

Vida útil económica relevante para uma determinada aplicação, que é inferior à vida útil média.

## Notas

## Notas

ETAP.SCHREDER – Iluminação Interior, Lda. ■ Rua da Fraternidade Operária, 3A ■ Apartado 1021 ■ 2791-701 Carnaxide  
Tel. +351-(0)214 242 600 ■ Fax +351-(0)214 171 203 ■ e-mail: [etap@schreder.pt](mailto:etap@schreder.pt)

[www.etaplighting.com](http://www.etaplighting.com)

