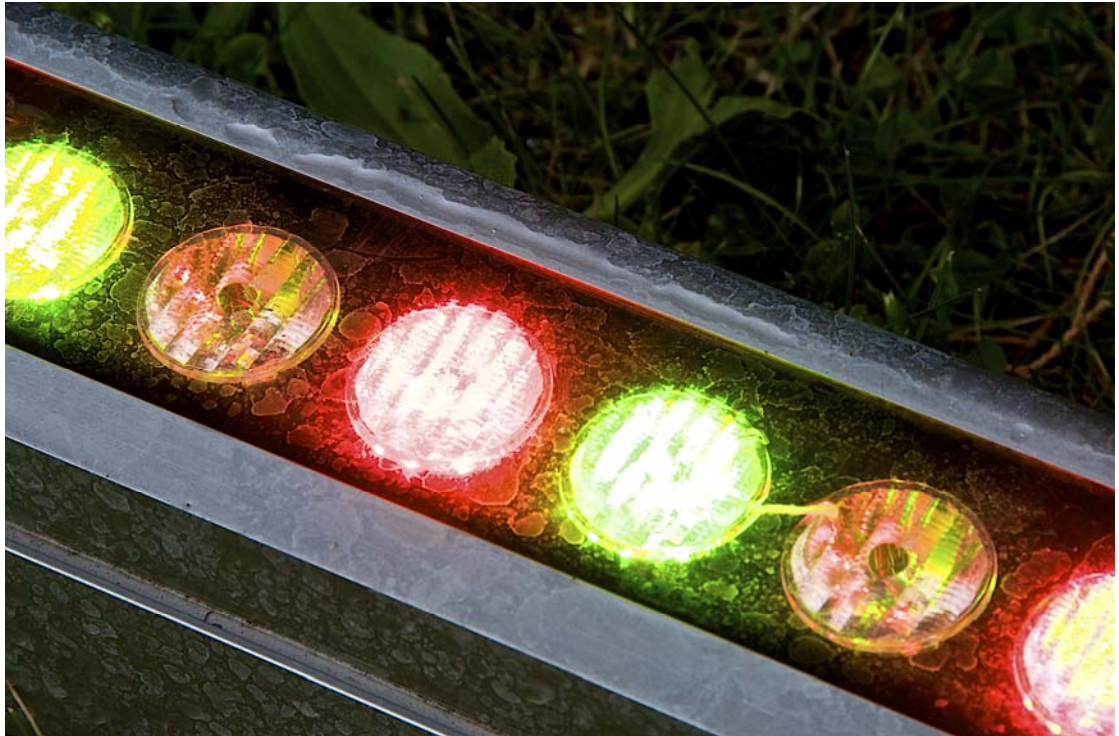


# COMO SELECCIONAR E COMPARAR LUMINÁRIAS LED'S PARA APLICAÇÕES DE ILUMINAÇÃO EXTERIOR



## Introdução

A utilização de LED de alta potência como fonte de luz para iluminação exterior, incluindo a viária, levou ao aparecimento no mercado de iluminação de luminárias, que uma vez instaladas, nem sempre cumprem com o que foi oferecido na sua publicidade. Na prática, para além de poder constituir uma fraude para o Cliente, este facto constitui, em primeiro lugar, uma concorrência desleal e, em segundo lugar, a rejeição de potenciais clientes que se sentem decepcionados pela tecnologia, afastando-os de adquirir outros produtos LED'S de iluminação com qualidade, que cumpram com os compromissos assumidos (quanto ao fluxo emitido e consumo de energia) e dando como resultado final, a desaceleração tanto no desenvolvimento de tecnologia com em equipamentos de iluminação LED associados e equipados com essa fonte de luz.

## Sumário |

Objectivo	1
Definição del LED	1
Configurações	2
Informações fornecidas pelo fabricante de LEDs	2
Ensaio nominal de-fabricantes de LEDs	3
Relação existente entre os parâmetros (variação de temperatura, variação de fluxos, etc.)	3
Cor do LED Branco	6
Elementos de alimentação e controlo. Perdas próprias	7
Apresentação dos dados fotométricos nas luminárias LED	8
Medições de temperatura	11
Comprimento dos requisitos normativos	11
Garantias contra a modificação de uma luminária	12
Instalações com luminárias LED	12
Resumo	13
Conclusões	14

## Objectivo |

O objectivo desta comunicação é fornecer aos potenciais usuários de luminárias com a tecnologia LED, a informação que devem exigir aos fabricantes de luminárias para comparar de uma forma fiável, os vários produtos existentes.

Para além disso, procura mostrar de forma clara, concisa, realista e padronizada, as características e parâmetros técnicos das luminárias, evitando assim a apresentação confusa ou parcial dos dados.

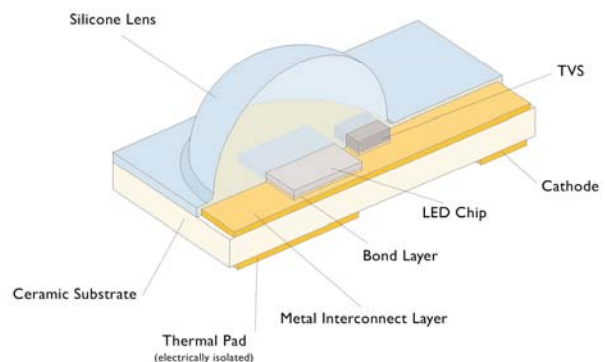
## Definição de LED |

LED (*Light Emitting Diode*), é um díodo composto por camadas sobrepostas de material semiconductor que emite luz em um ou mais comprimentos de onda (cores), quando este é polarizado correctamente.

O díodo é um dispositivo que permite que a corrente flua em uma direcção. O díodo e o seu circuito eléctrico correspondente é encapsulado em um invólucro de plástico, resina epóxi ou cerâmica, de acordo com

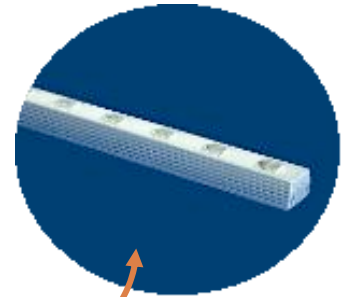
diferentes tecnologias. Este pacote é uma espécie de capa sobre o dispositivo e no interior podem conter um ou mais LED's.

Um semiconductor é uma substância cuja condutividade eléctrica pode ser alterada por mudanças de temperatura, por aplicação de campos, concentrações de impurezas... etc. O material mais comum é a de semicondutores de silício, que é predominantemente utilizado para aplicações electrónicas. Para aplicações optoelectrónicas (aqueles em que a luz é gerada) devem usar materiais semicondutores, tais como InGaP (que emite em ambar e vermelho) e InGaN (que emite na área próxima ao UV, verde e azul). Por esta razão, o material semiconductor usado na fabricação do chip é responsável pela cor da luz que emitirá.



## Configurações |

Existem diferentes configurações ou tipos de iluminação LED aplicável:



**LED Discreto:** LED individual

**Módulos LED:** Vários LEDs individuais num circuito impresso. Eles podem incluir outros componentes, como dissipadores de calor, ópticas, controlo electrónico, etc.

**Luminariás LED:** luminária LED que usam esta tecnologia como uma fonte de luz. Em si pode ser um módulo LED ou ser formada por vários módulos LED.

**Retrofit LED:** Lâmpadas LED para substituição directa de outras fontes de luz (por exemplo, lâmpadas incandescentes ou de halogéneo)



## As informações fornecidas pelo fabricante do LED

Os parâmetros fornecidos pelos fabricantes de LEDs (o próprio diodo emissor ou LED individual) não podem ser extrapolados quando incorporados numa luminária, numa lâmpada ou num módulo LED do tipo "Retrofit". Além disso, e dependendo da configuração da luminária, estes podem ir variando de forma acentuada durante o seu funcionamento. Isto porque os fabricantes caracterizam os seus LED's em termos nominais.

## Ensaio nominal dos fabricantes de LEDs |

Os fabricantes de LED realizam os ensaios das suas propriedades, tanto ópticas como eléctricas, à totalidade da sua produção. Os valores obtidos nesses ensaios são aqueles que, posteriormente, podem ser vistos na documentação fornecida pelos fabricantes, para cada tipo de LED.

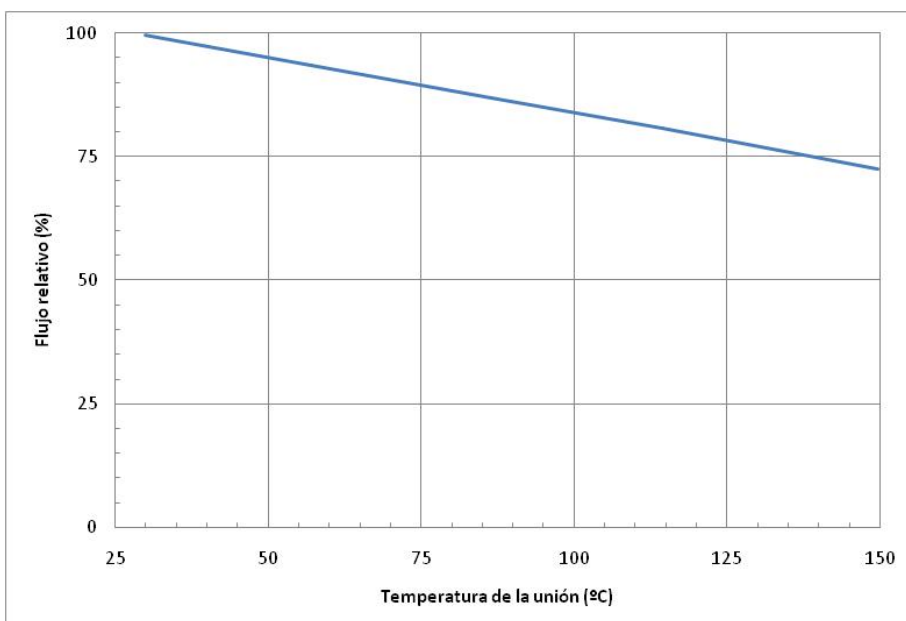
As medições, tanto ópticas como eléctricas dos referidos ensaios, são obtidas, fazendo circular pelo LED uma corrente nominal durante um curto período de tempo. Isto permite supor que o LED se encontra, enquanto emite luz, na temperatura normal de ensaio de 25°C. Ao efectuar o ensaio de forma pulsada, permite concluir aos fabricantes de LED's, que estes não aquecem durante a emissão e que a temperatura de Junção (Tj) é também de 25°C, pelo que os dados medidos e depois publicados, estão sempre referenciados a essa temperatura.

Os dados medidos e apresentados não são, de modo algum, representativos dos valores que podem ser obtidos uma vez instalados os LED's numa luminária, módulo ou lâmpada de substituição, pois o LED deve operar continuamente e não de forma pulsada. Quando opera continuamente, este aquece e consequentemente uma depreciação do fluxo luminoso emitido e, portanto, a perda de eficácia (lm / W).

## Relação existente entre os parâmetros (variação de temperatura, variação de fluxos, etc.)

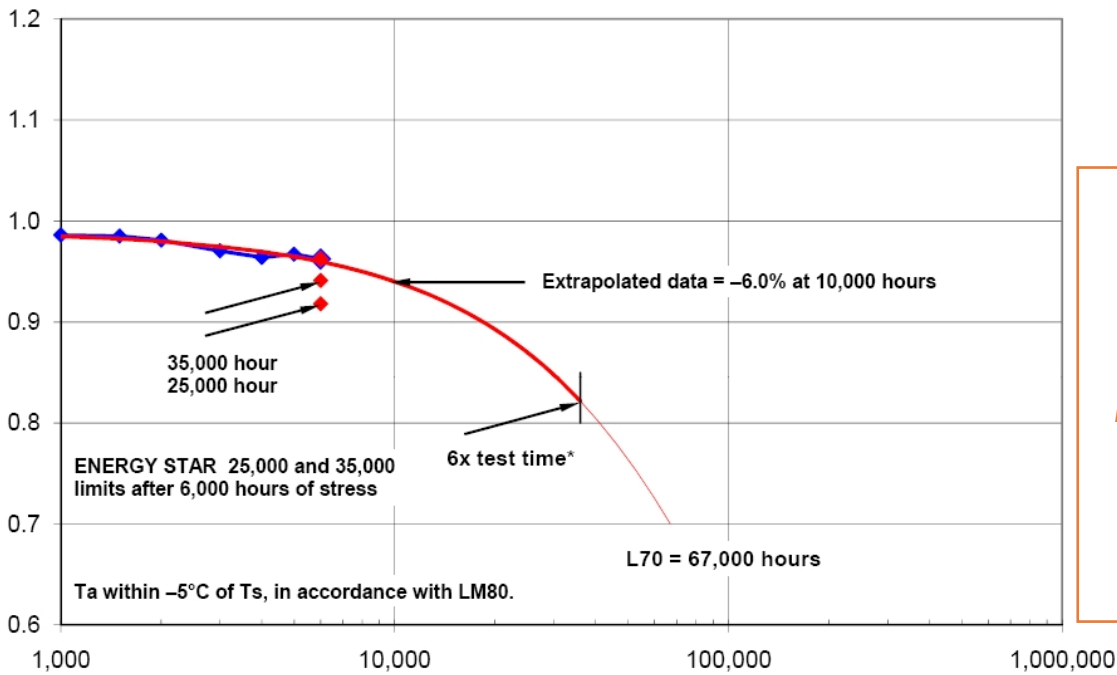
Ao contrário de outras fontes de luz, na tecnologia LED todos os parâmetros operacionais estão relacionados entre si..

A principal causa da depreciação do **fluxo luminoso** de um LED é o calor gerado na zona de junção do LED. Ao não emitir radiação infravermelha (IR), o calor produzido no processo de geração de luz, deve ser dissipado por condução ou convecção. Um aumento constante da temperatura de funcionamento causará dois efeitos: uma depreciação do fluxo emitido (**Figura 1**):



**Figura 1:** exemplo de depreciação do fluxo luminoso emitido em função da temperatura.

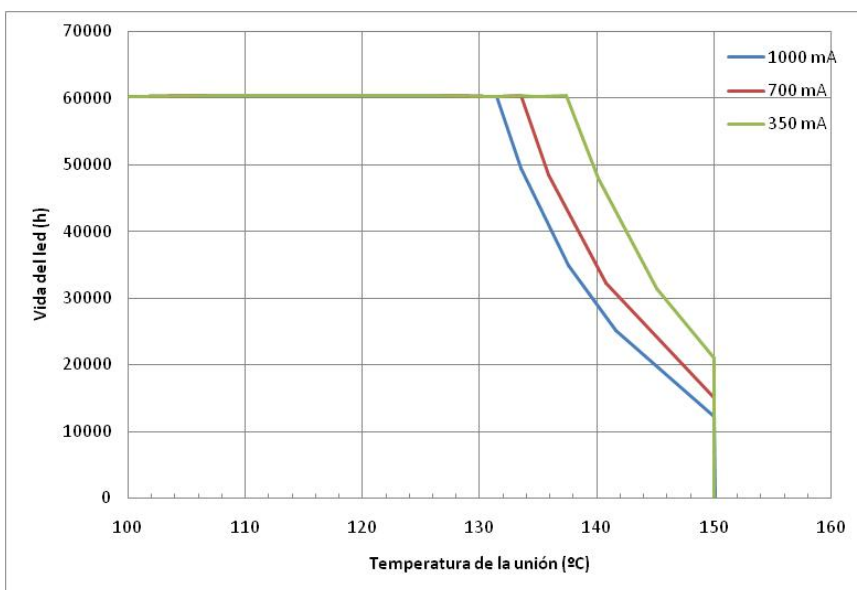
Uma depreciação permanentemente do fluxo máximo (**Figura 2**):



**Figura 2:** O gráfico mostra a depreciação do fluxo luminoso dos LEDs, em função das horas de utilização. Medição realizada até 6.000 horas de funcionamento. Mediante a extrapolação destes dados.

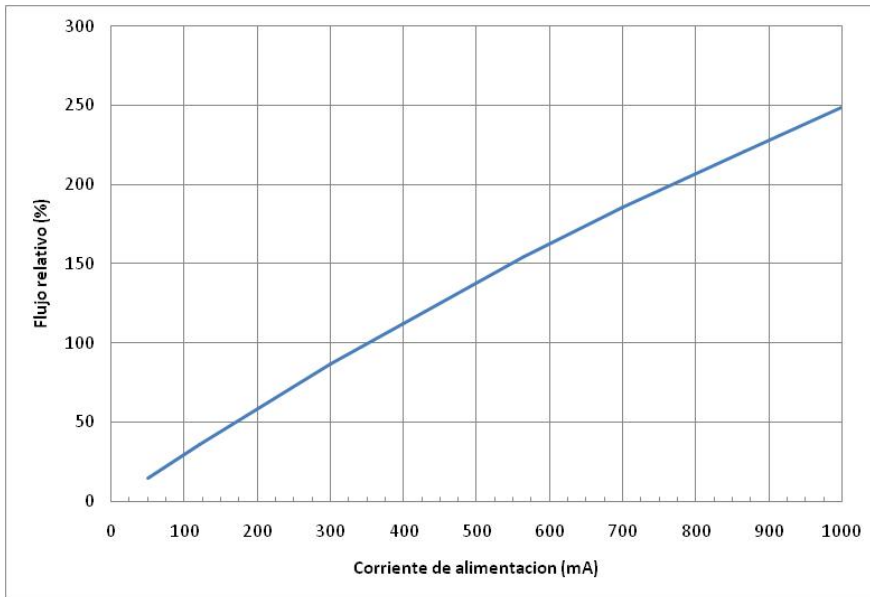
Tudo isto, partindo do princípio que a temperatura máxima especificada pelo fabricante, para a intensidade nominal de funcionamento estipulada, já que ao não acontecer, se reduziria a vida do LED, devido a uma maior depreciação do fluxo emitido, ou até gerar um colapso do mesmo

Isto é, a vida útil do LED( o tempo em que o LED emite o fluxo luminoso indicado na especificação) depende de sua temperatura e a corrente que o alimenta. (**Figura 3**). Quanto melhor a dissipação do calor, maior será o tempo de vida do LED e maior será o fluxo luminoso emitido.



**Figura 3:** Exemplo de curvas de vida de um LED em função da temperatura de junção (Tj) e da corrente de circulação.

Outro parâmetro fundamental dos LEDs que requer explicação, é a relação entre o consumo (corrente de alimentação) e o fluxo emitido. Além disso, a um mesmo LED se pode fazer funcionar com diferentes intensidades e portanto com distintos consumos. A relação entre o fluxo emitido e o consumo, desvalorizando-se os efeitos de temperatura, não é actualmente linear. **(Figura 4):**



**Figura 4:** Exemplo da variação do fluxo relativo em função da corrente de alimentação

Com o aumento da corrente, a eficiência da transformação da corrente em luz é reduzida de tal forma que, em média, aumentar a corrente de ensaio para o dobro (700 mA) só causa um aumento no fluxo luminoso de 1,7. Isto é, um LED que a 350 mA emite 100 lumens a uma temperatura ambiente de 25 ° C, emitiria na ordem de 170 lumens alimentado a 700mA e com a mesma temperatura. Deste modo, a eficácia vai de 82 Lum / W a 69 lum / W. Nesta perda de eficácia não foi tida em conta, como indicado anteriormente, a depreciação pelo efeito da temperatura.

O último parâmetro a ser analisado é o tempo de vida dos LED's indicada pelos fabricantes. Se tivermos para as informações fornecidas pelos mesmos, podemos ver que a vida é garantida em função da corrente de alimentação, a temperatura da junção (TJ), e em alguns casos, a temperatura ambiente nas imediações do LED. A forma de garantir a vida de um LED baseia-se no parâmetro L70 B50 ou unicamente L70.

- **L70 B50:** Esta nomenclatura indica que após as horas de vida apontadas, pelo menos em 50% dos LED's, o fluxo luminoso será de 70%
- **L70:** Indica que, após as horas apontadas, o fluxo luminoso será de 70% em 100% dos LED's..

Para a realização de cálculos fotométricos com LED's, deve-se exigir a utilização de um Factor de Manutenção. Se assemelharmos a fonte LED às lâmpadas tradicionais utilizadas em iluminação exterior, devemos escolher um valor recomendado que oscile entre 0,8-0,85 no máximo, justificado sempre na documentação fornecida pelo fabricante da luminária. Se o Factor de manutenção empregado for maior, deverá estar justificado claramente com curvas de depreciação de fluxo e mortalidade.

Para horas de vida muito superiores às utilizadas com lâmpadas tradicionais, o factor de manutenção deverá ser cuidadosamente escolhido para evitar sobredimensionamento das instalações de iluminação exterior que poderiam ser pouco rentáveis e escassamente eficientes.

No caso de um LED tipo L70, o elemento de manutenção seria:  $fm = 1 - (30\% / 2) = 85\%$

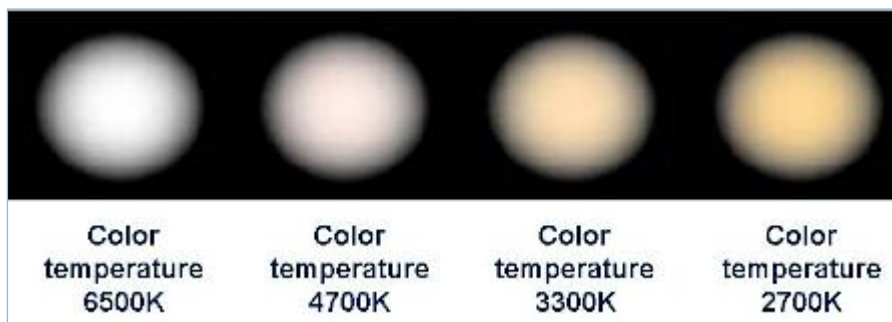
## Cor do LED branco |

Outro parâmetro a ter em conta nas características dos LEDs, é a temperatura de cor em °Kelvin.

Embora este parâmetro não tenha relação directa com a temperatura, a vida ou a depreciação, ele está relacionado com o fluxo emitido pelos LEDs e especialmente com o resultado final obtido numa instalação exterior.

Normalmente, os LEDs brancos são gerados a partir do LED azul ou ultravioleta, aos que se somam uma série de fósforos no encapsulado que absorvem a radiação ultravioleta e emitem luz branca em frequências visíveis, num processo muito semelhante ao que se produz nas lâmpadas de fluorescência.

Em função da quantidade de fósforos e do seu tipo, consegue-se que a luz branca seja mais ou menos fria, ou seja, que tenha maior o menor temperatura de cor. Deste modo se conseguem Led's de luz branca com temperaturas de 6000 °K (luz fria), 5000 °K, 4000 °K, 3500 °K ou até 2700 °K.



Além disso, regra geral, quanto mais cálida seja a luz branca conseguida (e portanto mais fósforos se utilizarem), o índice de reprodução cromática (IRC) também melhora em proporção directa. Pelo contrário, se a luz branca gerada é muito fria (poucos fósforos e luz próxima da azul), o IRC será mais pobre.

Finalmente, a eficiência do LED também é afectada por este parâmetro de tal modo que, geralmente e com a tecnologia actual, os LED's brancos frios têm maior eficácia ( já que têm menos fósforos no seu encapsulado) e os LED's brancos cálidos vêm reduzida a sua eficácia ao disporem de maiores capas de fósforos no seu encapsulado.

A seguinte tabela resume a relação entre os anteriores parâmetros.

LEDS brancos frios	Temperaturas de cor altas	Maiores Eficácias	<b>Índice Menor de Reprodução Cromática</b>
LEDS brancos <b>quentes</b>	Temperaturas de cor baixas	Menores Eficácias	<b>Índice Maior de Reprodução Cromática</b>

Por exemplo, uma alta eficácia dos LEDs poderia dar lugar a uma instalação com uma temperatura de cor demasiado fria uma aplicação exterior com um IRC baixo.

Em suma, a escolha do tipo de LEDs brancos têm uma influência decisiva no IRC, na eficácia e na temperatura de cor final da instalação, por isso este é um parâmetro adicional a considerar.



uma para

## Elementos de alimentação e controle. Perdas próprias |

O LED, como um díodo é um elemento discreto, mas funciona (emite luz), quando alimentados com uma polarização adequada nos seus terminais (pinos). Isto significa que funciona a corrente contínua e que não pode ligar-se directamente à tensão da rede. Por outro lado, devido à sua resistência interna muito baixa, não podem ser alimentados a tensões altas, já que a corrente que circularia por eles seria tão elevada que os destruiria instantaneamente.

A forma mais comum de realizar esta adaptação é incorporar no sistema uma fonte de alimentação, vulgarmente denominada por “driver”.

À semelhança do que acontece com os elementos eléctricos introduzidos numa luminária, este terá que cumprir todas as normas de segurança vigentes, a que esteja sujeito e que se traduzem na marcação CE de dito elemento. (rotura dieléctrica, isolamento, etc)



A vida destes drivers, sendo compostos principalmente de componentes electrónicos, vai depender da temperatura alcançada durante a operação e a temperatura do ambiente envolvente. Os fabricantes de equipamentos são obrigados a marcar um ponto de medida e uma temperatura  $T_{cdriver}$ . Isto significa que só se garantem as propriedades (consumo, a vida, fontes de alimentação, etc.) do driver, caso a temperatura superficial, no ponto de medida, se mantenha abaixo do valor  $T_{Cdriver}$  marcado.

Do mesmo modo, também estão obrigados a indicar os limites de temperatura ambiente ( $T_a$ ) a que pode operar o equipamento. Esta temperatura ambiente é a que se dá nas proximidades do equipamento. No caso de este estar alojado num compartimento da luminária, há que medir a temperatura ambiente dentro deste compartimento e não fora da luminária.



A vida útil de um equipamento electrónico deve ser definida em horas, com uma taxa máxima de falhas (por exemplo, 50.000 horas para uma máxima taxa de insucesso de 10%)

Ao analisar a eficácia de uma luminária de LED's, tem que considerar também as perdas nestes equipamentos, já que, exceptuando as luminárias que funcionem unicamente com bateria, todas serão alimentadas a 230 V.

## Apresentação dos dados fotométricos das luminárias LED |

O primeiro problema que encontramos, é a dificuldade de realizar fotometrias seguindo o procedimento utilizado nos aparelhos de iluminação com lâmpadas de descarga.

No caso das lâmpadas de descarga, a primeira coisa a medir é o fluxo real do conjunto padrão (lâmpada e equipamento). Isso, normalmente é realizado numa esfera de Ulrich. Uma vez efectuada esta medição, passamos a realizar a fotometria da luminária utilizando como fonte luminosa, o conjunto anteriormente calibrado. Deste modo, obtemos o rendimento do sistema óptico (reflector, lente, fecho, difusor, etc) e portanto a eficácia da luminária. Este procedimento não é viável no caso de uma luminária de LED's, por dois motivos fundamentais:



- O fluxo emitido por um LED depende drasticamente da temperatura a que se encontra o mesmo. O fluxo nominal e os restantes parâmetros eléctricos e fotométricos apresentados pelos fabricantes de LED's são medidos num ensaio de impulso, onde se considera que o LED não aquece, por resultar num tempo de emissão muito curto, pelo que não podem ser tomados como valores de referência de ensaio fotométrico da luminária.
- O segundo problema que se coloca é do tipo logístico. Numa luminária onde há, por exemplo, 90 LED's, deve-se calibrar os 90 elementos conjuntamente com a fonte de alimentação que se pretende utilizar, para posteriormente introduzi-los numa luminária e assim obter o rendimento óptico-térmico do sistema.

Além disso, pela natureza dos LED's e no intuito de obter o melhor desempenho através de uma boa dissipação de calor, estes são fixados à luminária de tal forma que

a sua utilização para a obtenção do rendimento posterior de outras luminárias é completamente inviável.



Relacionado a este último ponto é o facto de que, para obter o rendimento sem o aquecimento dos LED's, o equipamento utilizado deve ser capaz de gerar um pulso de corrente em condições muito específicas. Mas se olharmos para a filosofia do ensaio, é necessário que o equipamento seja idêntico e com o mesmo tipo de funcionamento do que é utilizado na obtenção da fotometria (distribuição fotométrica da luminária e do desempenho do conjunto). Isto é, não será para uma alimentação pulsada aos LED's, mas sim de forma constante num período de tempo largo (aprox. 30 minutos para a obtenção da fotometria e um período semelhante para o aquecimento do mesmo).

Como o tempo gasto na realização da fotometria não pode ser reduzido, há que mudar a forma de obter o fluxo luminoso emitido por todos os LED'S independente da luminária.

Como já não vão estar ligados apenas durante uma fracção de tempo tão curta, que não os deixa aquecer e, devido as fortes variações no seu fluxo luminoso com a temperatura, na altura de obtenção do fluxo há que dispor de um sistema de refrigeração que permitisse manter os LED's, durante todo o período de medição, a uma temperatura estável e programada.

Os dois fundamentos invocados tornam totalmente inviável a utilização dos mesmos conceitos de rendimento, eficiência, etc utilizados em luminárias com lâmpada tradicional, numa luminária LED's..

No caso de uma luminária LED'S, a organização CELMA (Federação Europeia das Associações Nacionais de Fabricantes de iluminação), cujo membro espanhol é ANFALUM e cujo membro português é ANIMEE (Associação Portuguesa das Empresas do Sector Eléctrico e Electrónico) propõe a apresentação de dados fotométricos da seguinte forma:

- Fotometria referenciada a 1000 lumens e realizada num goniofotómetro calibrado, de fabricante reconhecido internacionalmente, sendo recomendável medições realizadas num Gonio que mantenha a luminária na sua posição normal de funcionamento, com a temperatura estabilizada, sem que existam correntes de ar na sala e a uma temperatura ambiente de  $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .
- Obter o fluxo global luminoso emitido pela luminária.

- Medição do consumo total de energia da luminária em funcionamento.
- Indicar a eficácia da luminária em Lum /W sendo, ambos os valores, os reais medidos. Ou seja, a potência consumida pela luminária, incluindo o driver e os lumens finais medidos pelo goniofotómetro.

Figura 5: Proposta CELMA.

### Proposal on presentation of photometric data for LED-luminaires

draft proposal based on EN13032-1, EN 13032- 2 and EN 15193

#### Presentation of luminaire data according to En 13032-2

##### Essential luminaire data

###### Luminaire code

###### Dimensions of the luminous parts of the luminaire

The dimensions of those parts of the luminaire from which light is emitted shall be given in m or m<sup>2</sup>.

###### Normalised intensity table

###### Normalised luminance table

The tabulated luminous intensity values normalised to total lumen output from the luminaire of 1000 lm shall be given in cd.klm-1.

###### Unified Glare Rating (UGR) table

###### Glare rating (GR)

###### Correction factors

###### Shielding angle

##### Useful luminaire data

###### Physical dimensions of the luminaire

###### Intensity diagram

The intensity distribution presented as a graph is mainly intended to give a first impression of the shape of the luminous intensity distribution. The graph may be in any form (e.g. polar, Cartesian, etc.).

###### Spacing to height ratio (SHR)

###### Light output ratios

###### Luminaire maintenance factor (LMF)

###### Utilisation factor (UF) tables

#### Proposal on presentation essential data for LED luminaires

(until EN 13032-1 and 2 are revised)

##### Luminaire light output (LO)

Total flux of the luminaire measured under practical specified conditions with its own lamp and equipment

##### Luminaire power (Pi)

The total rated power (in watts) of a specific luminaire should be obtained in accordance with EN 15193 Annex B. (see below)

##### Luminaire lumens (light output) efficacy (LLE)

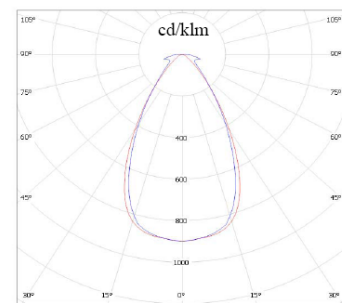
Total luminaire light output, (LO) divided by the total luminaire power, (Pi)

##### Normalised intensity table

The tabulated luminous intensity values normalised to the total luminaire output from the luminaire of 1000 lm and shall be given in cd.klm-1.

##### Correlated colour temperature (T<sub>CP</sub>)

#### Luminous intensity distribution



LO 475 lm

LLE 23,75 lm/W

Tcp 6500 K

##### Luminaire power (Pi) /according to EN 15193 - 3.3.1 /

electrical power from the mains supply consumed by the lamp(s), control gear and control circuit in or associated with the luminaire, measured in watts which includes any parasitic power when the luminaire is turned on.

NOTE The rated luminaire power (Pi) for a specific luminaire may be obtained from the luminaire manufacturer.

##### Luminaire parasitic power (PPi) /according to EN 15193 - 3.3.3.1/

electrical power from the mains supply consumed by the charging circuit of emergency lighting luminaires and the standby power for automatic controls in the luminaire when lamps are not operating, measured in watts  $P_{pi} = P_{ci} + P_{ei}$  (W)

A apresentação dos dados neste modo significa que a eficácia será um parâmetro fundamental para a eleição de qual luminária LED se pretende instalar e dará conta, não só da qualidade da óptica, como também da capacidade da mesma dissipar calor..

Como mencionado acima, o fluxo emitido por um LED diminui com o aumento da temperatura do mesmo. Desta forma, duas luminárias diferentes com a mesma óptica, o mesmo tipo de LED e o mesmo consumo, podem ter rendimentos muito diferentes, se uma é capaz de dissipar melhor o calor que a outra

## Medições de temperatura |

Uma luminária LED'S, é um conjunto de componentes electrónicos instalados numa carcaça e cujo objectivo é iluminar. Como observado anteriormente, a sua eficácia e a vida dos seus componentes estão muito relacionados com a temperatura atingida durante o seu funcionamento.

Tal como outros equipamentos electrónicos, a norma EN-62031 (módulos LED) indica que uma luminária deverá ter marcada a sua temperatura crítica ( $T_c$ ) e o intervalo de temperatura ambiente ( $T_a$ ) a que pode funcionar, sem que se vejam alteradas as suas especificações (vida do conjunto, eficácia, etc). A temperatura realmente crítica num LED e aquela que deverá ser garantida no desenho térmico da luminária, é a temperatura da junção  $T_j$ . Como realizar esta medida é algo muito complexo (por ter de ser feito ao nível do componente), pode assinalar-se um ponto de controlo térmico acessível para medir a  $T_c$  (temperatura crítica, directamente relacionada com  $T_j$ ).

Neste sentido, mesmo que a luminária não esteja marcada de acordo com a norma EN-62031, dever-se-ia indicar qual é o limite de temperaturas em que ela pode trabalhar porque como a vida dos LED's e o fluxo emitido por eles estão relacionadas com a sua temperatura interna e que esta, por sua vez, está relacionada com a temperatura exterior através da capacidade de dissipação da luminária, uma temperatura externa excessiva pode fazer os LED's exceder a temperatura máxima de funcionamento.

Por este motivo, é importante especificar qual é o limite de temperaturas  $T_a$  em que pode operar a luminária. Tais ensaios serão realizados em posição normal de funcionamento e numa sala onde se possa controlar a temperatura e onde não há correntes de ar.

## Requisitos Normativos aplicáveis |

Actualmente, existem alguns requisitos obrigatórios, a fim de fabricar e comercializar uma luminária no mercado espanhol:

- O fabricante ou importador deve ser registado em um SIG (Sistema Integrado de Gestão) o que garante um tratamento correcto dos resíduos, como é o caso de ECOLUM.
- A luminária deve ter a marca CE. Isto significa que o fabricante deve ter elaborado um processo técnico, demonstrando que normas cumpre a luminária, procedimentos de qualidade que possui, o processo produtivo da mesma. Em seguida, deve-se elaborar uma declaração em conformidade com as directivas que a afectam e que no presente caso são de Compatibilidade Electromagnética (2004/108/EC) e do Real Decreto 1580/2006 e da Directiva de Baixa Tensão 2006/95/CE e do Real Decreto 7 / 88 e 154/1995 e da UNE-EN relacionadas.

Para complemento, recomenda-se que a luminária atenda à norma EN 60598 para luminárias, a da Segurança dos Módulos LED's, EN62031 y, EM 62.471 e a da radiação óptica. Essas normas incluem tópicos de marcação e parâmetros fotobiológicos.

No presente momento, está-se a desenvolver um outro conjunto de normas para os LED'S, leitura recomendada COMUNICA ANFALUM No. 11, para mais informações.

## Garantias a contra modificação de luminárias |

O fabricante de iluminação exterior quando projecta uma luminária para LED's, faz exclusivamente para esta tecnologia, assim sendo, nunca é apropriado intercâmbio com outras tecnologias que necessitam de outros equipamentos e outras condições de serviço. Actualmente apresentam-se muitas propostas, (algumas vão adiante) para a modificação de luminárias já instaladas e adaptá-las a diferentes sistemas de LED's com diferentes soluções LED's, "como lâmpadas de substituição ou através da "substituição de todo o sistema óptico". Perante estas situações, o utilizador deve saber que quando se coloca o LED numa luminária cujo objectivo é iluminar (ligada de forma contínua num período superior a escassos milissegundos), este LED aquece: logo o fluxo emitido pelo mesmo será menor que o nominal indicado pelo fabricante do próprio diodo LED e dependerá da capacidade da luminária para dissipar o calor desprendido pelo LED. Esta capacidade, como a luminária não foi desenhada para os LED's, será normalmente pequena.

Resulta óbvio, que a modificação de uma luminária através da "substituição do sistema óptico", modificação do equipamento eléctrico, novos cabos, etc, implica que a pessoa que efectua estas operações é a responsável pela marcação CE da luminária, ao considerar-se que estas operações convertem-se, no seu conjunto, num produto novo. Deverá constituir um novo expediente técnico, garantindo a conformidade com a norma de segurança eléctrica e efectuar uma nova declaração de conformidade.

Da mesma forma, perdem-se todas as garantias referentes a normas que cumpria a luminária, resultados fotométricos, e assim por diante.

No caso da introdução de uma "lâmpada" denominada de substituição que incorpore LED's há que ter em conta duas possíveis situações

1. A lâmpada LED é de substituição directa. Isto significa que não se modifica o esquema eléctrico da luminária e portanto funciona ligada ao equipamento (balastro electromagnético ou electrónico) instalado na luminária.
2. A lâmpada LED não é realmente de substituição. Isto significa que se desliga ou anula-se o equipamento (balastro electromagnético ou electrónico) instalada na luminária.

Perante estas questões, o fabricante da luminária original descarta qualquer responsabilidade de danos causados por produto alterado ou mau funcionamento do mesmo.

## Instalações con luminarias de LEDs |

Ao usar uma luminária LED's num projecto de iluminação, os parâmetros mais importantes a determinar são três:

- Fluxo útil total** oferecido pela luminária (como descrito na secção)
- Fotometria da luminária** (requer uma fotometria luminária específica com o sistema proposto LED)
- Factor de manutenção** aplicado

Relativamente a este último, como anteriormente se referiu, durante a vida do LED, este vai perdendo fluxo luminoso. Em função das horas de vida que se garantam e do resto das condicionantes que afectem a obtenção do factor de manutenção, este valor deverá ser distinto e indicado no projecto luminotécnico. O fabricante da luminária de LED's deverá recomendar e justificar um valor para o factor de manutenção. Em qualquer caso este valor será sempre inferior a 1, recomendando-se 0,85 como factor de depreciação do fluxo luminoso e de sobrevivência da lâmpada LED para uma luminária marcada L70 ou outro valor diferente de acordo com a documentação fornecida.

## Resumo |

- A fonte de luz LED para iluminação exterior é hoje uma realidade, com um enorme potencial e expectativas futuras.
- A evolução do LED e o grande atractivo dessa nova tecnologia levou ao aparecimento no mercado de iluminação, de luminárias que não vão ao encontro das expectativas dos clientes. Isto significa que devem ser tidos em conta uma série de parâmetros que são fundamentais para detectar o produto que não cumpre os requisitos esperados pelo cliente.
- A dissipação de calor: ao não emitir radiação infravermelha (IR), o calor produzido no processo de geração de luz, deve ser dissipado por condução ou convecção. Um aumento contínuo temperatura pode causar uma diminuição no fluxo luminoso emitido e / ou uma depreciação permanente do fluxo máximo, pelo que é importante exigir o factor de dissipação da luminária
- A corrente eléctrica que flui através do LED é outro parâmetro a ter em conta, já que um excesso de corrente pode afectar a vida útil do LED.
- Temperatura de cor: Com temperaturas de cor frias obtém-se melhor eficiência do LED mas pior índice de reprodução cromática (IRC) e a temperaturas mais quentes, pior eficiência mas melhor IRC
- A vida útil dos LEDs está em função da corrente que o atravessa, a temperatura da junção (TJ) e da temperatura ambiente na vizinhança do LED.
- Perdas no equipamento de alimentação têm de ser tidas em conta quando se analisa a eficácia de uma luminária LED uma vez que, com excepção de luminárias que operem com baterias, todas devem ser alimentadas a 230 V e introduzem perdas no sistema.
- Existem diversos produtos no mercado LED, mas as informações prestadas na maioria dos casos, não permite ao utilizador final descobrir o que melhor se adapta às suas necessidades
- As informações fornecidas por fabricantes de luminárias devem ser padronizadas, para que o cliente possa fazer comparações sem cair na ambiguidade das interpretações.
- Não se pode passar a informação sobre a vida e a eficiência dos LEDs individuais directamente para luminárias, módulos de LED'S ou lâmpadas de substituição: O ensaio realizado pelo fabricante do LED não é representativo do funcionamento dos LEDs dentro destes elementos.
- O ensaio realizado pelos fabricantes de LED's faz-se de forma pulsada e durante um período de tempo muito curto, o qual evita que o LED aqueça: portanto o seu valor não serve como referência para a sua aplicação.
- Durante o funcionamento do LED numa luminária, este aquece e o fluxo emitido e a sua vida útil dependem da temperatura que alcança nestas condições de funcionamento.
- No caso de luminárias LED's não se pode falar de eficiência, já que não se pode avaliar o seu fluxo luminoso fora da luminária e nas mesmas condições, como é exigido para a sua avaliação. Devemos indicar o valor da sua eficácia como o quociente entre o fluxo real emitido por uma luminária e o consumo total real (LED's+electrónica e fonte de alimentação).
- A eficácia é um parâmetro que engloba a qualidade dos elementos introduzidos na luminária, a capacidade de dissipar o calor da luminária e a eficiência do conjunto óptico utilizado.
- As medições de temperatura devem ser realizadas na posição normal de funcionamento e sem correntes de ar.
- A fotometria e fluxo de uma luminária LED é diferente da fotometria e do fluxo de 1 LED multiplicado pelo número de LED's na luminária. Esta fotometria deve ser referenciada em relação a 1000 lumens e executada com um goniófotómetro calibrado de fabricante reconhecido internacionalmente, sendo recomendado que as medições sejam realizadas numa sala acondicionada, para realizar a medida com a luminária na sua posição normal de funcionamento, sem que existam correntes de ar e uma temperatura ambiente de  $25^{\circ}\text{C} + / - 1^{\circ}\text{C}$ . Outros dados fotométricos exigidos são os seguintes: o fluxo global luminoso emitido pela luminária, medida do consumo de energia total da luminária em funcionamento e eficiência da luminária medida em  $\text{lum} / \text{W}$
- A adaptação para LED's de luminárias já instaladas e desenhadas expressamente para outras fontes de luz, isenta o fabricante original de qualquer responsabilidade. Será o autor da modificação que tem voltar a certificar com a marca CE destas luminárias.
- Recomenda-se que a luminária passe pelos ensaios previstos na Norma Geral para luminárias (EN-60598) e todas as da norma de LED (EN-62031). Finalmente, é desejável que a luminária tenha marca ENEC.
- O fabricante ou importador deve ser registado em um SIG (Management Information System)

## Conclusões |

A ANFALUM (Asociación Española de Fabricantes de Iluminación, [www.anfalum.com](http://www.anfalum.com)) e a ANIMEE (Associação Portuguesa das Empresas do Sector Eléctrico e Electrónico) no intuito de colaborar em questões de eficiência energética e de conformidade com o RD 1890/2008, de 14 de Novembro, que aprova o Regulamento de Eficiência Energética instalações de iluminação exterior (REEAS), recomenda as seguintes medidas preventivas destinadas a uma avaliação adequada de uma solução de iluminação com luminárias com fonte de luz LED, solicitando ao fabricante as seguintes informações:

- Fluxo útil emitido pela luminária para ser usado em cálculos de iluminação em lm.
- Potência nominal do sistema de LED's (Nº de LED'S, da intensidade e da sua potência nominal individual).
- Potência total consumida pela luminária LED's, em W.
- Eficiência do sistema de Led's funcionando na luminária, em lm / W
- Factor de manutenção da luminária a utilizar nos cálculos e sua justificação.
- Temperatura de cor em °K do LED usado.
- Fotometria e / ou estudo luminotécnico.
- Vida útil do sistema LED's na luminária horas (XX) (L70: manutenção de 70% do fluxo inicial estabelecido para a luminária, o valor que deverá ser utilizado para o cálculo do factor de manutenção).
- A vida média do conjunto electrónico (horas a partir das quais podem aparecer falhas superiores a uma determinada percentagem).
- Limites de temperatura ambiente em que a luminária pode operar continuamente sem ocorrer uma alteração as suas especificações.
- Por se tratar de uma luminária para iluminação exterior e alojar componentes electrónicos, deve haver um grau de estanquicidade IP (é recomendado que não seja inferior a IP65), boa resistência aos impactos IK, qualidade do material do corpo e protector, sistema de abertura e fecho, tipo de fixação mecânica, pintura... e outras características mecânicas que definem a qualidade de uma luminária e sua adequação ou aptidão para esta aplicação.

**Redactores do documento:** Francisco Cavaller, Fernando Rodriguez y Alfonso Ramos, José Ramón Córcoles, Francésc Jordana, Ana García y Miguel Angel Ramos

Janeiro 2010