



MANUAL ABILUX
PARA O DESENVOLVIMENTO
DE FICHAS TÉCNICAS PARA
LUMINÁRIAS LED

Abilux
Associação Brasileira da Indústria de Iluminação

S CARACTERÍSTICAS DE DESEM
AMENTO CARACTERÍSTICAS EL
AS FUNÇÕES CARACTERÍSTIC
DE FUNCIONAMENTO CARAC
E UMA LUMINÁRIA LED E SUA
STICAS MECÂNICAS E DE FU
R CODES PARTES DE UMA LU
ERÍSTICAS DE DESEMPENHO
ELÉTRICAS REFERÊNCIAS E Q
AS FUNÇÕES CARACTERÍSTIC
ENTO CARACTERÍSTICAS ELI
NÁRIA LED E SUAS FUNÇÕES
DE FUNCIONAMENTO CARAC
E UMA LUMINÁRIA LED E SUA
STICAS MECÂNICAS E DE FU
RÊNCIAS E QR CODES PARTES
EMPENHO CARACTERÍSTICA
REFERÊNCIAS E QR CODES P





MANUAL ABILUX PARA O DESENVOLVIMENTO DE FICHAS TÉCNICAS PARA LUMINÁRIAS LED

Edição 01 - 2020

Colaboração

Celso Tissot
Fábio Keiti Nagata
Fábio Falanghe
Isac Roizenblatt
Kleiton Chochi Zembovici
Rafael do Nascimento Nunes
Ricardo Fahl Oliveira
Rafael Yoshiaki Yamashiro
Thiago Salles

MANUAL

O QUE VOCÊ VAI ENCONTRAR?

Este material foi desenvolvido por demanda do mercado profissional de iluminação, que a partir da consolidação da tecnologia LED e da divergência entre os dados oferecidos, entendeu ser necessária a padronização de informações técnicas das luminárias LED pelos fabricantes no mercado nacional.

Ele busca orientar os fabricantes de luminárias LED sobre a necessidade de cada informação técnica constante neste manual, bem como a forma de obter e divulgar ao mercado de especificação tais dados.

Este Manual é uma primeira versão e sugestões ao seu aperfeiçoamento e atualização podem ser enviadas a Abilux pelo email: abilux@abilux.com.br.

Confira, ao lado, um quadro resumo dos principais conteúdos abordados ao decorrer dos capítulos deste documento.

COMPOSIÇÃO

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Descrever detalhadamente a aplicação, os materiais, dimensões, processos e acabamentos envolvidos nos componentes da luminária. Devem ser contempladas características mecânicas, óticas, elétricas, de gerenciamento térmico e ecológicas.

EXEMPLO:

Luminária de embutir. Corpo em chapa de alumínio, espessura 1,2mm, dobrada. Aro em perfil de alumínio extrudado. Refletor em alumínio especular com refletância de 97%. Acabamento em pintura eletrostática poliéster nas cores branco, preto e prata. Difusor em acrílico translúcido de 2mm com transmitância de 87%. Dissipação de calor passiva através de perfil de alumínio anodizado na cor preta. Interface térmica em grafite. Os materiais aplicados são amigáveis ao meio ambiente.

PESO

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar o peso da luminária, incluindo as fontes de luz e equipamentos auxiliares. No caso de luminárias com diversas opções de equipamentos, deve-se informar o conjunto de maior peso.

UNIDADE:

Kg.

EXEMPLO:

1,25 Kg.

DIMENSÕES

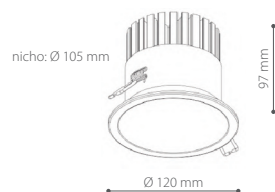
QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar as dimensões totais da luminária, preferencialmente tendo como suporte um desenho ilustrativo. Desejável também as dimensões de restrição, como distância mínima para paredes, lajes e entre forro, por exemplo.

UNIDADE:

mm.

EXEMPLO:



UGR

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar o UGR baseado em um ambiente padrão. Informar em uma nota de rodapé que o ambiente padrão utilizado foi 4H-8H com refletâncias teto parede piso de 7-5-2). O primeiro valor é referente à luminária instalada em uma posição transversal em relação ao ambiente e o segundo valor em uma posição longitudinal.

EXEMPLO:

UGR <21.6 | <21.8*.

*valor baseado em um ambiente padrão 4H-8H com refletâncias teto parede piso de 7-5-2.

FLUXO LUMINOSO

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar o fluxo luminoso da emissão da luminária. Se desejado, o fabricante poderá informar complementarmente o fluxo luminoso nominal do módulo LED.

UNIDADE:

lm.

EXEMPLO:

Fluxo luminoso nominal módulo LED - 1000 lm.

Fluxo luminoso resultante da luminária - 725 lm.

INTENSIDADE LUMINOSA

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar a intensidade luminosa da luminária no ângulo 0°. Esta informação deve ser em candela podendo ser apresentada também em candelas/1000lm.

UNIDADE:

cd.

EXEMPLO:

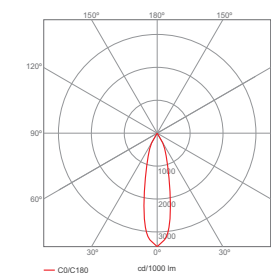
1000 cd.

CURVA DE DISTRIBUIÇÃO LUMINOSA

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Representação gráfica da distribuição da luz emitida por uma luminária.

EXEMPLO:



ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar a fidelidade de reprodução de cores emitida por uma luminária.

UNIDADE:

IRC.

EXEMPLO:

IRC > 80.

TEMPERATURA DE COR CORRELATA

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar a aparência de cor da luz branca emitida da luminária, podendo ter uma aparência, por exemplo, mais quente 2700K ou fria 5000K.

UNIDADE:

K.

EXEMPLO:

3000 K.

CONSISTÊNCIA DE COR

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar a faixa de variação de cor da fonte de luz. Fontes com, por exemplo, até 3 desvios padrão de cor ou "steps" de MacAdam que são imperceptíveis ao olho humano. Acima de 3 steps, a variação de cor é percebida pelo observador.

UNIDADE:

SDCM.

EXEMPLO:

3 SDCM.

MANUTENÇÃO DO FLUXO LUMINOSO

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar a manutenção do fluxo luminoso da luminária até a depreciação alcançar 30% do fluxo luminoso total (L70).

UNIDADE:

hs.

EXEMPLO:

50.000hs - L70.

TEMPERATURA DE FUNCIONAMENTO

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar a temperatura ambiente máxima que pode ser aplicada a luminária instalada, afim de garantir a vida útil da fonte de luz especificada pelo fabricante, até a depreciação alcançar 30% do fluxo luminoso total (L70).

UNIDADE:

°C.

EXEMPLO:

25°C.



POTÊNCIA TOTAL

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar a potência real da luminária considerando as perdas do produto, incluindo todos os seus componentes.

UNIDADE:

W.

EXEMPLO:

25W.



PROTEÇÃO CONTRA PARTÍCULAS

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar qual o índice de proteção da luminária contra entrada de partículas sólidas (primeiro numeral) e líquidas (segundo numeral).

EXEMPLO:

IP XX.



PROTEÇÃO CONTRA IMPACTOS

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar qual o índice de proteção da luminária contra impactos mecânicos.

EXEMPLO:

IK XX.



CLASSE ELÉTRICA

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar qual o nível de proteção contra choque elétrico da luminária.

EXEMPLO:

Classe I.



TENSÃO DE FUNCIONAMENTO

QUAL A SUA FUNÇÃO?

Informar qual a tensão de rede e frequência para o adequado funcionamento da luminária.

UNIDADE:

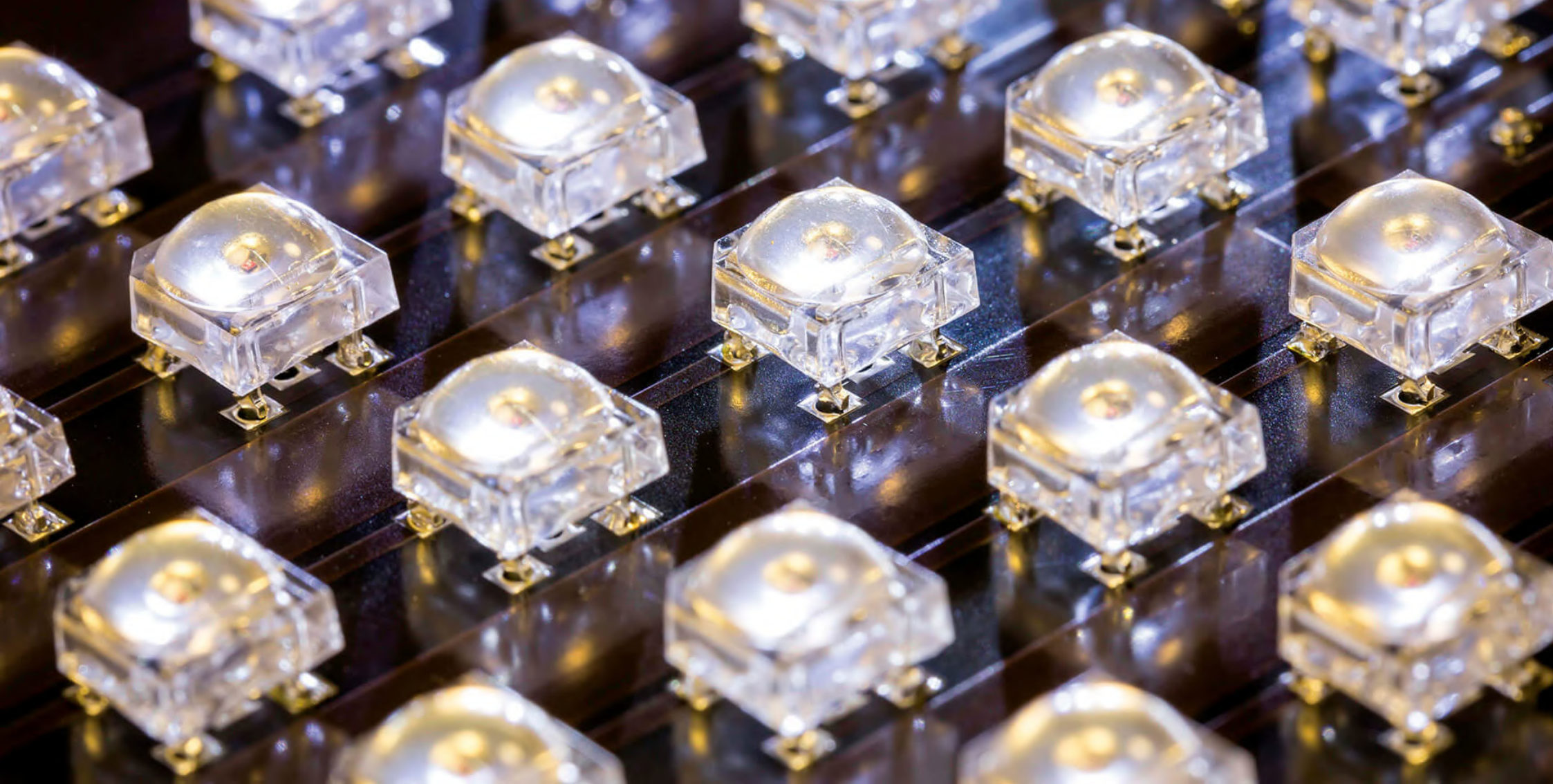
V.

EXEMPLO:

220V - 50/60HZ.

SUMÁRIO

1. Partes de uma luminária LED e suas funções	07
Módulo LED	08
Óticas.....	08
Dissipação de calor	08
Interface térmica (TIM)	09
Driver	09
2. Características de desempenho	11
Índice de ofuscamento - UGR	12
Fluxo luminoso e eficácia	14
Intensidade luminosa.....	15
Curva de distribuição luminosa e dados IES.....	15
Índice de reprodução de cor (IRC) ou colour rendering (CRI) e TM 30	16
Temperatura de cor correlata (CCT).....	19
Consistência de cor - Macadam Elipse ou desvio padrão de cor (SDCM)	20
Manutenção do fluxo luminoso da luminária, LM80 E TM21	21
3. Características mecânicas e de funcionamento	27
Grau de proteção contra intrusão, poeira e água - IP	28
Grau de proteção contra impactos - IK	32
Temperatura de funcionamento da luminária e driver	33
4. Características elétricas	37
Classe da luminária contra choque elétrico.....	38
Tensão de funcionamento	39
Potência total da luminária.....	41
5. Referências & QR codes	44
Exemplo de ficha técnica.....	47
Anotações	48



01

PARTES DE UMA LUMINÁRIA LED E SUAS FUNÇÕES

O desenvolvimento de um produto com tecnologia LED demanda atenção aos componentes que deverão ser utilizados para que o seu funcionamento seja ideal, garantindo performance e confiabilidade.

MÓDULO LED

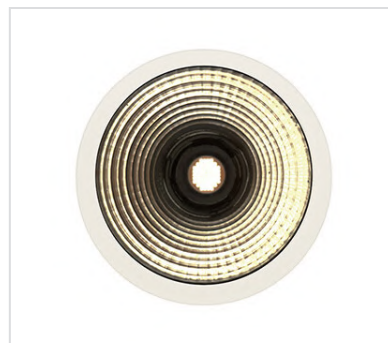
Consiste em uma solução com chips de LED montados sobre uma placa de circuito impresso, dotado de contatos elétricos e fixações mecânicas, pronto para ser aplicada em uma luminária.

Para sua aplicação correta, deve-se atentar as especificações como: IRC, CCT, SDCM, LM80 e vida útil do módulo.



ÓTICAS

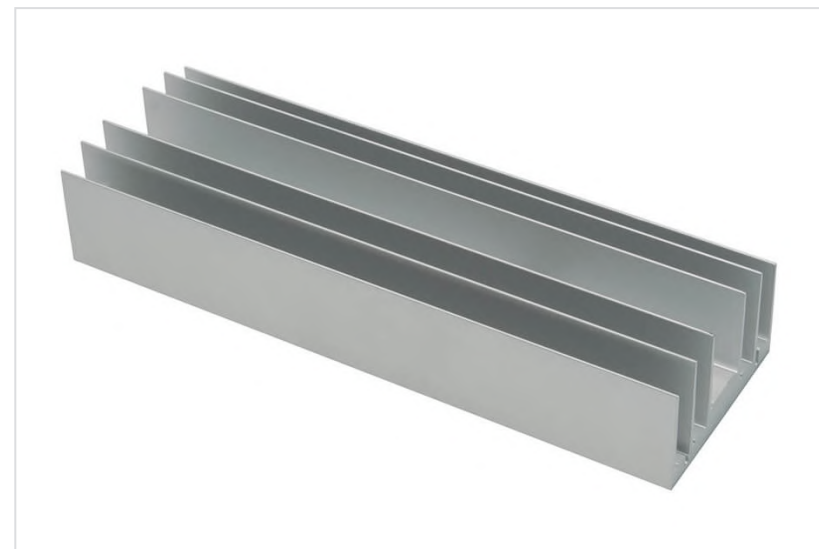
As **lentes, refletores ou difusores** são utilizados para o melhor aproveitamento, direcionamento e controle da luz provenientes de módulos LED. A qualidade destes componentes influencia diretamente na qualidade do fecho de luz e eficiência da luminária.



DISSIPAÇÃO DE CALOR

A performance e a qualidade de luz da luminária LED estão totalmente atreladas ao controle de temperatura de funcionamento dela. Para este controle é indicado o uso de dissipadores de calor (módulos de LED de alta potência) ou a própria estrutura metálica da luminária trabalha com a dissipação deste calor (módulos de LED mid power)¹.

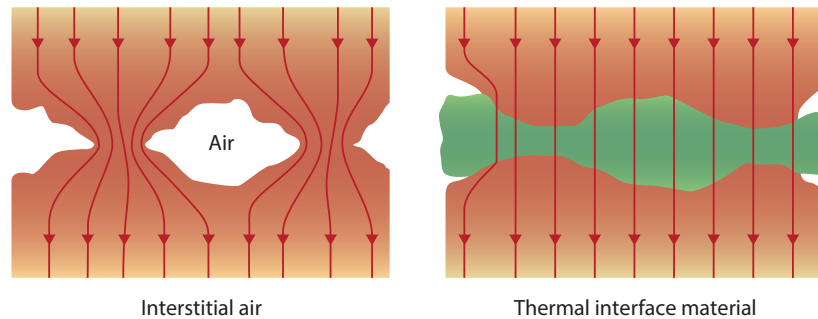
Apesar das luminárias LED não irradiarem calor para o ambiente, seus componentes eletrônicos geram e possuem limites para o funcionamento correto. O sobreaquecimento do módulo de LED reduz drasticamente sua vida útil, aumentam a depreciação além de interferir na consistência de cor durante seu funcionamento, já o uso em temperaturas abaixo do especificado pelo fabricante do LED aumenta sua vida.



¹ Mediante validação por meio de testes de temperatura conforme instruções do fabricante do módulo LED.

INTERFACE TÉRMICA (TIM)

A eficiente troca de calor entre os módulos de LED e o dissipador depende da qualidade do contato entre suas superfícies. Nos módulos de alta potência é imprescindível o uso de interfaces térmicas entre o módulo e o dissipador para preencher eventuais imperfeições nas superfícies e garantir a maior troca de calor possível.



DRIVER

Um driver de LED é um dispositivo eletrônico conversor de energia que regula a corrente ou tensão do módulo de LED. Pode ser encontrado em modelos alimentados em corrente alternada (AC) ou corrente contínua (DC). Sem o driver adequado, o LED pode ficar muito quente e instável, causando, portanto, baixo desempenho ou falha. Os drivers podem ser fixo (liga-desliga) ou dimerizável para controle de luminosidade, podendo ser analógico (0-10V), *Trailing edge* (Reverse phase), *Leading edge* (Triac) ou digital (DALI).

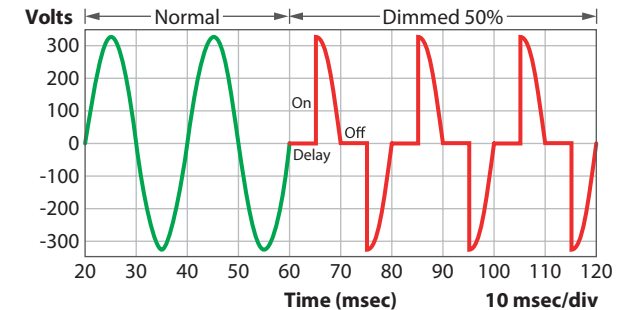
Trailing Edge e *Leading Edge* (Analógico)

Existem vários tipos de opções de dimerização disponíveis, mas os mais populares são os dimmers de 'controle de fase' (ou corte de fase).

Os dimmers de controle de fase funcionam cortando partes da tensão e reduzindo a energia da fonte de luz. Os dois tipos de dimmer de controle de fase disponíveis são "*trailing edge*" e "*leading edge*" e funcionam de maneiras diferentes, o que acaba afetando sua compatibilidade com equipamentos e a luz resultante.

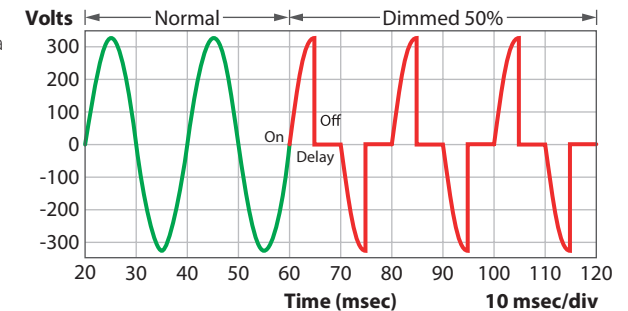
Sistemas com dimerização *leading edge* são mais baratos e mais simples e tipicamente utilizados para lâmpadas incandescentes, halógenas, transformadores eletromagnéticos e também uma parte das lâmpadas de LED dimerizáveis.

Leading edge:
Corte da borda frontal do meio ciclo de cada onda.



Sistemas com dimerização *trailing edge* são mais sofisticados que os sistemas *leading edge* e proporcionam um controle mais suave de dimerização e menor ruído em relação ao sistema *leading edge*.

Trailing edge:
Corte da segunda metade do meio ciclo de cada onda.



0-10V | analógico

Também chamado de 1-10V por alguns fabricantes, este protocolo consiste basicamente em um envio de um sinal de tensão para o reator, variando entre 0V (ou 1V) até 10V. Dependendo da variação, o driver regula (dimeriza) o módulo de LED para mais ou para menos luz.

Protocolo 0-10V	
VANTAGENS	DESvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Tecnicamente simples: robusto e amplamente utilizado; • Relativamente fácil de instalar; • Baixo custo inicial dos equipamentos (driver e controladores). 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessária tubulação dedicada (separada da rede elétrica); • Sem endereçamento: os agrupamentos de luminárias devem ser conectados fisicamente via fiação elétrica; • Para apagar as luminárias, é preciso chavear (retirar) a energia elétrica; • Não existe retorno de informação (comunicação de uma via apenas): Controle ↔ Driver ↔ Módulo de LED.

DALI | digital

O protocolo DALI (*Digital Addressable Lighting Interface* - Interface de Iluminação Endereçável Digital) torna o sistema de iluminação inteligente e independente dos circuitos elétricos. Nele, cada prédio, andar, zona, luminária possui um endereço de controle independente e individual.

O DALI monitora o status de cada endereço e pode dimerizar cada dispositivo (ou grupo de dispositivos), alterar a cor da iluminação (quando aplicável) ou ainda informar ao usuário alguma ocorrência no siste-

ma seja ela em caráter informativo ou preventivo (manutenção).

O DALI é fixado em norma internacional (última versão: IEC 62386) e aberto, além de existir mais de 60 fabricantes no mundo autorizados a produzir com esta tecnologia.

Protocolo DALI	
VANTAGENS	DESvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Comunicação de duas vias: Controle ↔ Driver ↔ Módulo de LED; • Dispositivos endereçáveis; • Mesma tubulação para fiação DALI e elétrica (economia na instalação); • Possibilidade de acender, apagar e regular (dimerizar) por meio da fiação de controle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema complexo de especificar e instalar (necessário profundo conhecimento e mão de obra especializada); • Custo dos equipamentos envolvidos mais altos (quando comparado ao analógico).



Maiores Informações:

DALI: Página 45 - item 01.



CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO

02

ÍNDICE DE OFUSCAMENTO - UGR

A definição de ofuscamento desconfortável de acordo com a norma CIE 117-1995 é: “ofuscamento que causa desconforto sem necessariamente prejudicar a visão dos objetos”.

UGR não é uma característica da luminária e sim o resultado do ofuscamento resultante da aplicação dessa luminária(s) em um determinado ambiente em relação à um observador.

A fórmula que define o UGR é:


$$UGR = 8 \log \left[\frac{0,25}{L_b} \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right]$$

- **L:** luminância da superfície luminosa de cada luminária na direção do olho do observador (cd/m²)
- **ω:** ângulo sólido da superfície luminosa de cada luminária em relação ao olho do observador (esterradiano)
- **p:** é o índice de posicionamento de cada luminária relacionada ao seu deslocamento em relação à linha de visão
- **L_b:** luminância do ambiente (cd/m²)

UGR	CRITÉRIO DE OFUSCAMENTO DESCONFORTÁVEL
10	Imperceptível
13	Pouco perceptível
16	Perceptível
19	Aceitável
22	Pouco aceitável
25	Ligeiramente desconfortável
28	Desconfortável

Como obter o UGR da luminária:

Apesar do UGR ser um índice que não diz respeito exclusivamente à luminária, convém estabelecermos um valor baseado em um ambiente padrão para facilitar a comparação entre artigos diversos. Esse ambiente padrão é baseado nas dimensões de x=4H e y=8H, com refletâncias de teto, parede e piso de 70%, 50% e 20% respectivamente. Esse valor é extraído a partir de uma tabela gerada em softwares de cálculo de iluminação, como o Relux, por exemplo. É necessário o arquivo IES da luminária em questão para a obtenção dessa tabela.



Download Gratuito:

Relux: Página 45 - item 02.

Após a instalação, seguir os passos a seguir (detalhes das telas para obtenção do relatório com a tabela:

1. No Relux, inicie um novo projeto de interiores.

a



b

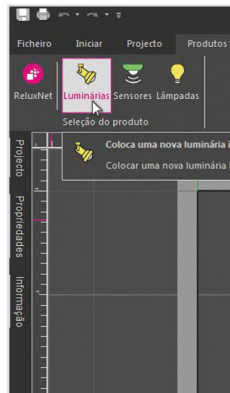
Preencha os dados do projeto na tela abaixo, e, os dados do ambiente na tela ao lado - item C. Clicando em Ok para finalizar cada uma delas.



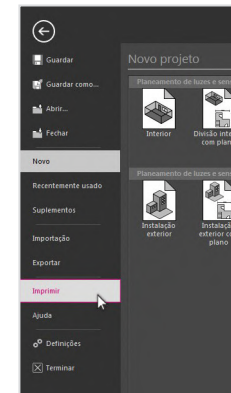
c



2. Na aba <Produtos>, clicar em <luminárias>



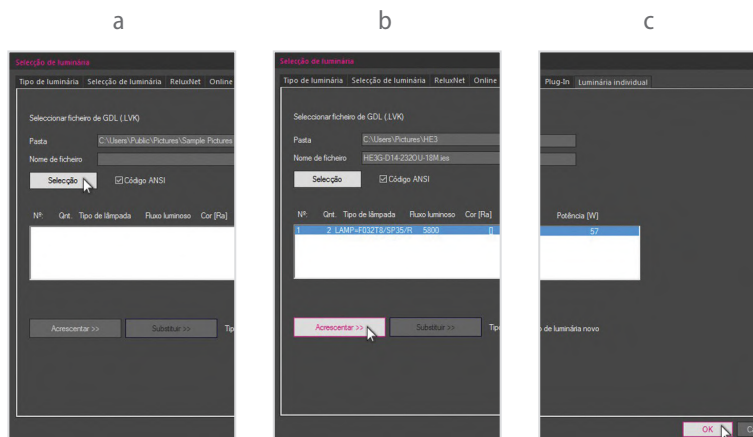
4. No menu inicial, ir em <Imprimir>, ou ainda <Ctrl+P>



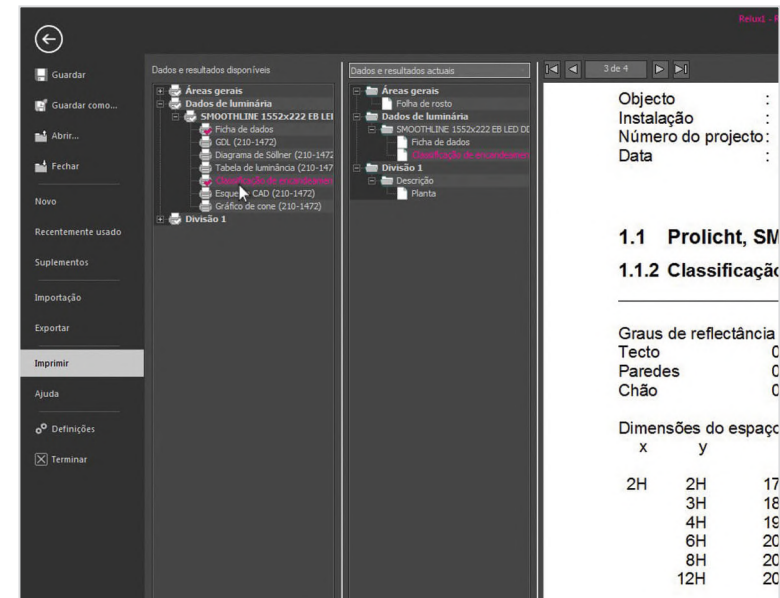
3. Na janela que abrir seleccionar a aba <Luminária individual >

Clicar no botão <Seleção>, escolher o arquivo IES salvo no computador ou rede correspondente à luminária desejada.

Clicar em <Acrescentar> e finalize em <OK>



5. Seleccionar o relatório <Classificação de encadeamento>




6. O valor será o correspondente ao ambiente padrão ($x=4h$ $y=8H$) e suas refletâncias (0.7 0.5 0.2).

1.1.2 Classificação de encandeamento segundo UGR

Graus de reflectância											
Tecto	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.3
Paredes	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3
Chão	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Dimensões do espaço		Vista no sentido C0					Vista no sentido C90				
x	y										
2H	2H	17.2	18.9	17.6	19.2	19.5	17.2	18.9	17.6	19.2	19.5
	3H	18.9	20.4	19.3	20.8	21.1	18.9	20.4	19.3	20.8	21.1
	4H	19.6	21.0	20.0	21.4	21.8	19.6	21.0	20.0	21.4	21.8
	6H	20.2	21.6	20.6	21.9	22.3	20.2	21.6	20.6	21.9	22.3
	8H	20.4	21.7	20.8	22.1	22.5	20.4	21.7	20.8	22.1	22.5
12H	20.5	21.8	21.0	22.2	22.6	20.5	21.8	21.0	22.2	22.6	
4H	2H	18.0	19.4	18.4	19.7	20.1	18.0	19.4	18.4	19.7	20.1
	3H	19.8	21.1	20.3	21.4	21.9	19.8	21.1	20.3	21.4	21.9
	4H	20.7	21.8	21.2	22.2	22.7	20.7	21.8	21.2	22.2	22.7
	6H	21.4	22.4	21.9	22.8	23.3	21.4	22.4	21.9	22.8	23.3
	8H	21.7	22.6	22.2	23.0	23.5	21.7	22.6	22.2	23.0	23.5
12H	21.9	22.7	22.4	23.2	23.7	21.9	22.7	22.4	23.2	23.7	
8H	4H	21.1	22.0	21.5	22.4	22.9	21.1	22.0	21.5	22.4	22.9
	6H	21.9	22.7	22.4	23.1	23.6	21.9	22.7	22.4	23.1	23.6
	8H	22.3	23.0	22.8	23.5	24.0	22.3	23.0	22.8	23.5	24.0
	12H	22.6	23.2	23.1	23.7	24.2	22.6	23.2	23.1	23.7	24.2
12H	4H	21.1	22.0	21.6	22.4	22.9	21.1	22.0	21.6	22.4	22.9
	6H	22.1	22.7	22.6	23.2	23.7	22.1	22.7	22.6	23.2	23.7
	8H	22.5	23.0	23.0	23.5	24.0	22.5	23.0	23.0	23.5	24.0

Outro software disponível gratuitamente para levantamento desta informação é o **Litestar 4D** que em sua versão aberta disponibiliza o módulo **Photoview**.



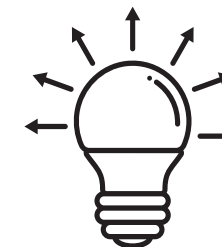
Download:

Litestar 4D | Photoview: Página 45 - item 03.

Abrindo o software, basta arrastar um arquivo IES ou LDT para “dentro” do *software* e selecionar a aba UGR para se obter as informações.

FLUXO LUMINOSO E EFICÁCIA

É chamado fluxo luminoso a radiação total emitida em todas as direções por uma fonte luminosa ou fonte de luz que pode produzir estímulo visual, sua unidade de medida é lumens (lm).




Para luminárias, devemos informar o fluxo nominal do módulo de LED (Informação do fabricante do módulo de LED) e o resultante da luminária (fluxo de saída da luminária), considerando eventuais perdas do fluxo luminoso original com a aplicação de refletores, difusores ou interferências internas da luminária. A partir destes dados, aliado ao consumo de energia do sistema (W) conseguimos determinar a eficiência da luminária (Lumens/Watts).

Como obter o fluxo luminoso resultante da luminária:

Para se obter o fluxo resultante da luminária é necessário um teste de laboratório, realizado com o auxílio de uma esfera integradora de Ulbricht ou com um espectrofotogoniometro.

Laboratórios/empresas que efetuam este levantamento/onde adquirir equipamentos de teste:



Consulte:

Página 45 - itens 04 ao 11.

INTENSIDADE LUMINOSA

Intensidade luminosa de uma fonte é parte do fluxo luminoso irradiado em uma direção determinada, sua unidade de medida é a candela (cd).



Como obter a intensidade luminosa da luminária:

Para se obter o fluxo resultante da luminária é necessário um teste de laboratório com o auxílio de uma esfera integradora de Ulbricht ou com um espectrofotogoniômetro.

Laboratórios/empresas que efetuam este levantamento/onde adquirir equipamentos de teste:

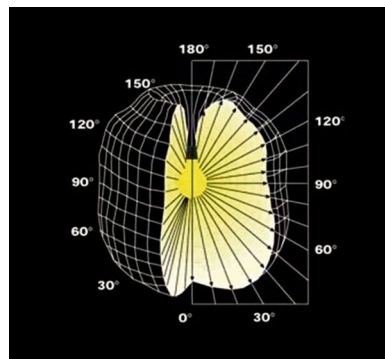


Consulte:

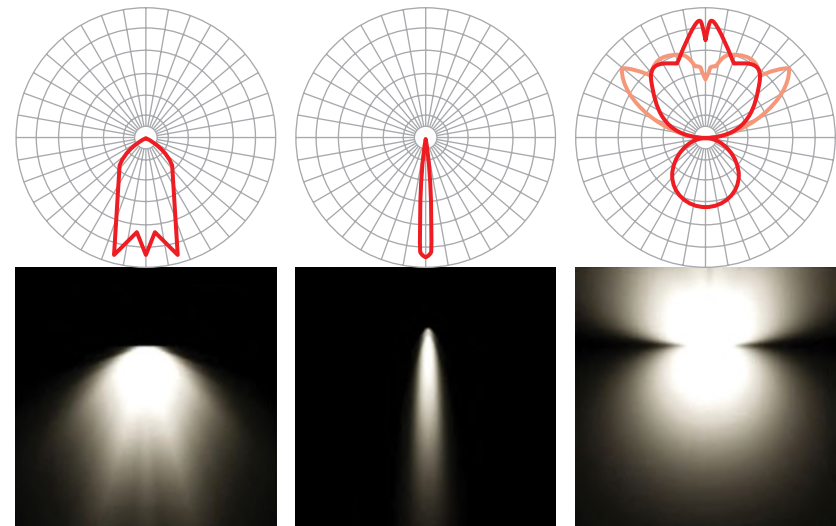
Página 45 - itens 04 ao 11.

CURVA DE DISTRIBUIÇÃO LUMINOSA E DADOS IES

A curva de distribuição luminosa é a representação gráfica que demonstra como é distribuída a luz de uma fonte luminosa em diversas direções no espaço. Através dela é possível avaliar se o produto é adequado para o projeto considerando, abertura do fecho de luz e intensidades de luz.



O arquivo IES (*Illuminating Engineering Society*) foi criado para a transferência eletrônica de dados fotométricos. Um arquivo IES é basicamente a medida de distribuição de luz (intensidade) armazenada no formato ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*).



Como obter o arquivo IES da luminária:

Para se obter o arquivo IES da luminária é necessário um teste de laboratório realizado com o auxílio de um espectrofotogoniômetro baseado no método LM79-19 (*Electrical and photometric measurements of solid-state lighting products*).

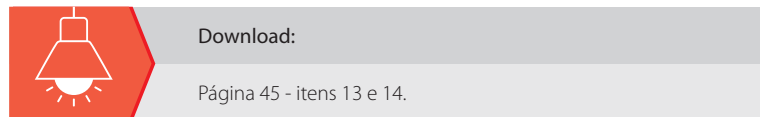
Informações sobre IES, produtos e os laboratórios/empresas que efetuam este levantamento ou fornecem os equipamentos para teste:



Consulte:

Página 45 - itens 04 ao 12.

Software gratuito para visualização do arquivo IES:

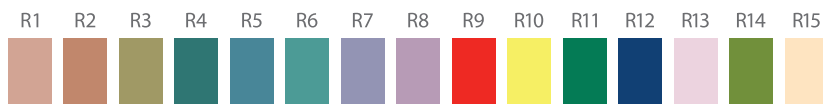


ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR (IRC) OU COLOUR RENDERING (CRI) E TM 30

Um objeto ou superfície pode ser visto sobre diferentes tonalidades dependendo da fonte de luz que o ilumina. O IRC corresponde a uma escala que varia de 0 a 100, esta medida está relacionada com a luz natural, ou seja, quanto mais o IRC de uma fonte de luz se aproximar de 100, maior será a fidelidade de reprodução de cor.

Atualmente o método elaborado pelo CIE consiste em testar as fontes de luz em 15 cores pré-estabelecidas e relacioná-las com a luz do dia até determinada temperatura de cor. Neste caso é medido o valor de desvio de cada cor, quanto maior a diferença entre a fonte testada e a fonte de luz de referência, menor será o IRC.

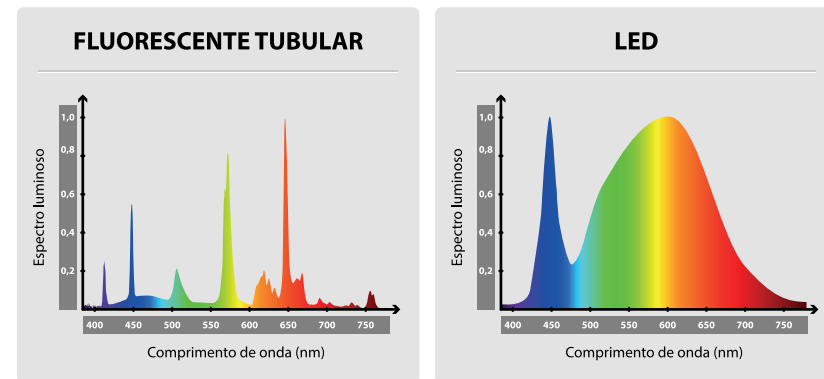
Estas são as cores que o IRC considera atualmente:



Principalmente por fazer a análise de fidelidade considerando apenas 15 cores, em sua maioria de tons pastéis, o método vem sendo amplamente discutido e com isso são gerados novos estudos que contemplam outras formas de analisar as fontes de luz.

Índices de reprodução de cores iguais, por exemplo, não significam que as fontes possuem a mesma reprodução de todas as cores.

Espectros de luz mais completos teoricamente possuem reprodução de cor melhor, mesmo com um IRC igual, isto porque possui espectro de cores contínuo, mais parecido com a luz do sol.



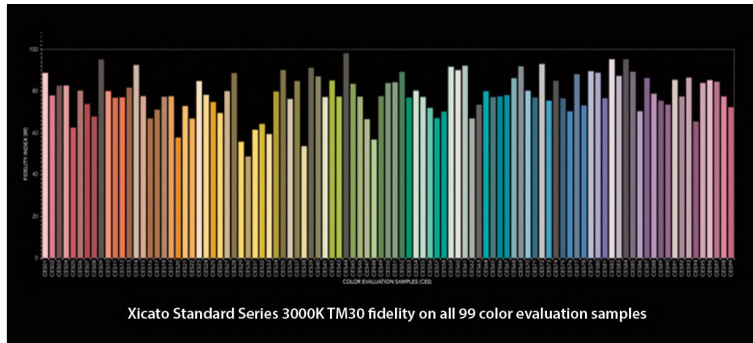
Portanto, percebe-se que uma única medida para as fontes não é suficiente.

TM-30 um novo método de avaliação e reprodução de cores:

O TM-30 é um método que faz uma análise mais precisa, pois além de informar a fidelidade de cor (R_f) considerando 99 padrões de cores, também traz a informação da gama de cor (R_g), que está relacionada ao aumento ou diminuição da saturação da cor. Além de valores numéricos, o TM-30 apresenta gráficos que indicam aonde está situada a saturação e facilitam a escolha da melhor fonte de luz dependendo da aplicação que ela terá.

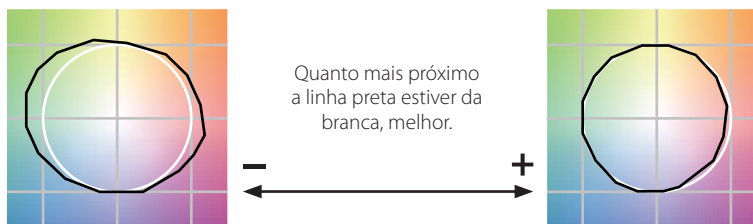
O R_f (*Fidelity Index*) tem uma variação de escala de 0 a 100 similar ao IRC, quanto mais próximo de 100 melhor será a reprodução de cores da fonte. O R_g (*Gamut Index*) mede a saturação da cor. Tem uma escala que pode variar de 60 a 140. Quando temos um R_g menor que 100 indica, na média, que a fonte deixa as cores

menos saturadas, quando o índice é maior do que 100 representa que, na média, há saturação de cores.



Já o gráfico de vetor de cores (*color vector graphic*) informa quais cores são mais ou menos saturadas pela fonte.

Para isso é necessário saber avaliar o gráfico corretamente. No gráfico abaixo o ideal para uma boa reprodução de todas as cores seria a linha preta (que representa a fonte de luz testada) estar exatamente em cima da linha branca (fonte de luz ideal de referência).

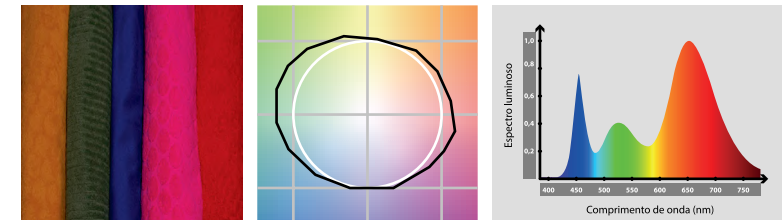


Sabemos qual a cor é saturada pela fonte de luz quando a linha preta do gráfico está para fora do círculo e ao contrário quando

ela está para dentro.

O gráfico de vetor de cores, por exemplo, está saturando as cores avermelhadas e esverdeadas, já o gráfico de pães deixa as cores do lilás ao roxo menos saturadas enquanto as demais permanecem com boa fidelidade e saturação.

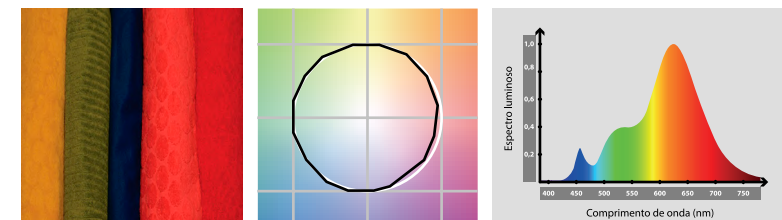
Iluminação com módulo de LED para carnes



TM-30: - Rf: 67 e Rg: 128

CCT 3182K | IRC 55.2

Iluminação com módulo de LED para pães



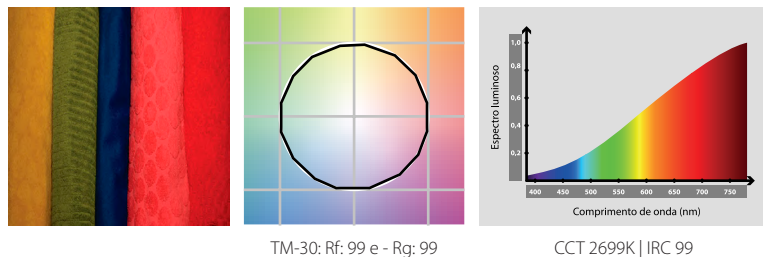
TM-30: - Rf: 91 e Rg: 100

CCT 2398K | IRC 92.7

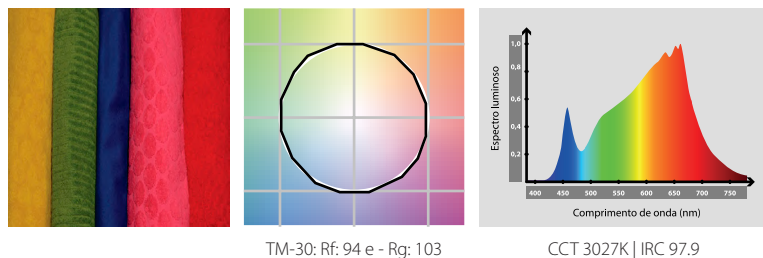
Podemos observar que fontes de luz diferentes, mas com o mesmo IRC 85 reproduzem as cores de forma diversa. Neste caso fica evidente a diferença avaliando as informações de Rg e Rf do TM-30. Outra situação em que o TM-30 se adequa melhor para demonstrar a reprodução de cores das fontes de luz, é quando temos espectros específicos para determinadas situações.

Módulos de LED que evidenciam cores de carnes e pães por exemplo, podem parecer ruins se avaliarmos apenas seu IRC, porém observando os gráficos de TM-30 é possível observar qual cor a fonte de luz está valorizando ou distorcendo.

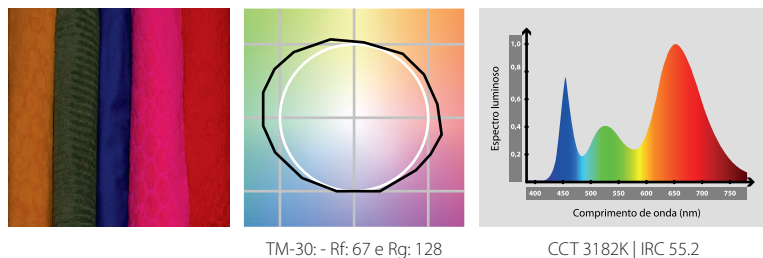
Iluminação com lâmpada halógena PAR 30



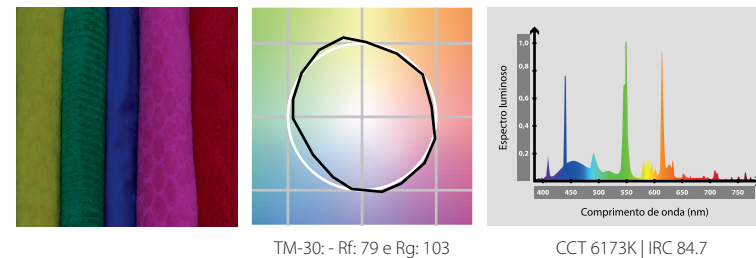
Iluminação com módulo de LED IRC 95



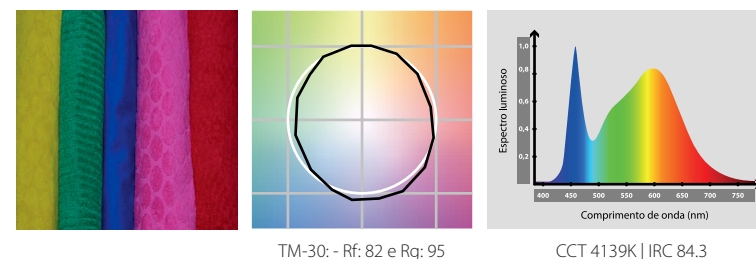
Iluminação com módulo de LED para carnes



Iluminação com fluorescente compacta IRC 85



Iluminação com módulo de LED IRC 85



Como obter o CRI, espectro visível da fonte luminosa e Rf e Rg:

Conseguimos obter o CRI, espectro visível da fonte luminosa e Rf e Rg da luminária através de equipamentos como espectrômetros portáteis, que podem ser utilizados em campo ou na indústria para medição da luminária, ou ainda, com equipamentos de laboratório conjugando esferas integradoras e espectro radiômetros.

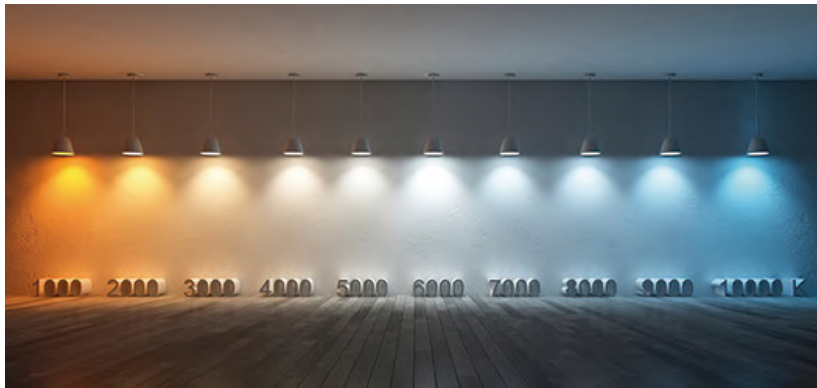


Consulte:

Página 45 - itens 10 e 15. | Página 46 itens 16 ao 18.

TEMPERATURA DE COR CORRELATA (CCT)

É a aparência de cor da luz branca, emitida por uma fonte de luz artificial, que é definida em graus Kelvin; considerando as fontes de luz usualmente disponíveis no mercado pode-se dizer que é considerada luz quente ao redor de 2200 à 3000K, luz branco neutro cerca de 4000K e luz branca fria 5000K ou mais. Destacando que a temperatura de cor correlata e o índice de reprodução de cor são características independentes da fonte de luz.



Um aspecto importante a ser levado em conta está ilustrado na figura abaixo, com destaque para os pontos A e B, que representam dois pontos na mesma temperatura linha de cor 3000K. Apesar das duas fontes possuir um CCT de 3000K, a elas possuem diferentes cromaticidades e terão uma aparência diferente ao olho humano. Para indicar estas diferenças, foi criado uma referência métrica que quantifica a posição e distância da fonte de luz em relação do corpo negro a Duv. As fontes que estão acima da linha do corpo negro (*blackbody locus*) terão uma aparência mais esverdeada (Duv positivo), enquanto as que estão posicionadas abaixo da linha uma aparência uma aparência de cor mais rosada (Duv negativo).

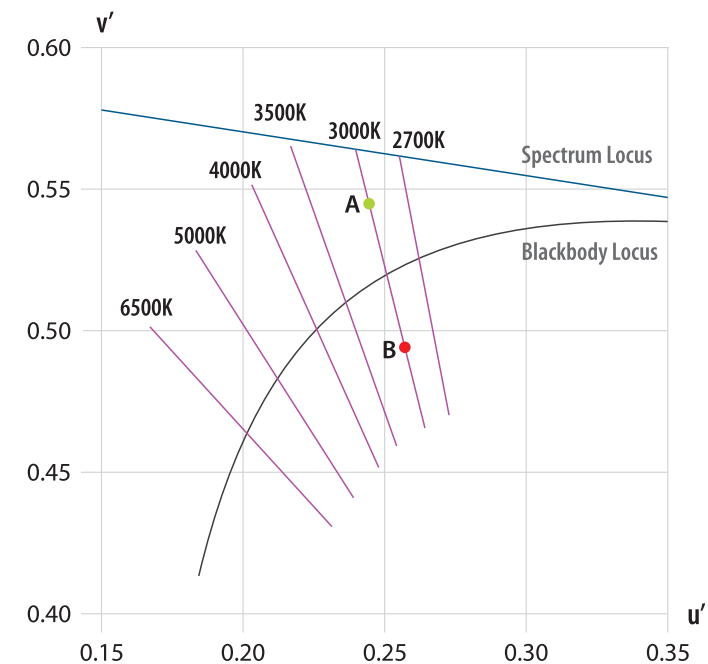


Diagrama de cromaticidade CIE 1976

Como obter o CCT da luminária:

Conseguimos obter o CCT da luminária através de equipamentos como espectrômetros portáteis que podem ser utilizados em campo ou na indústria para medição do CCT da luminária (quadro de consulta abaixo) ou ainda com equipamentos de laboratório conjugando esferas integradoras e espectro radiômetros.



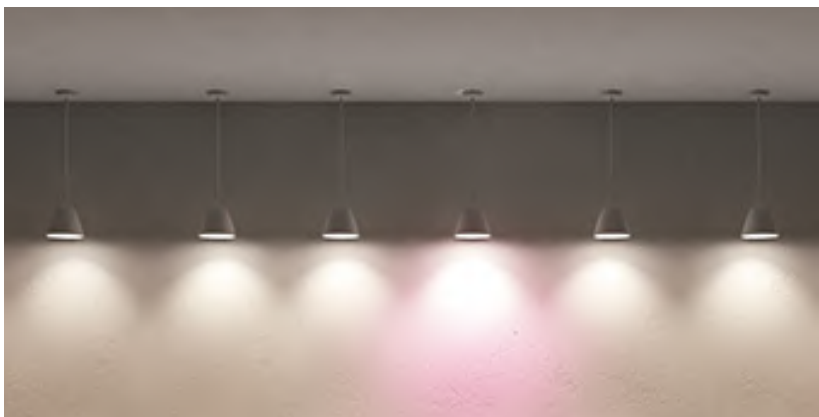
Consulte:

Página 45 - itens 10 e 15. | Página 46 - itens 16 ao 18.

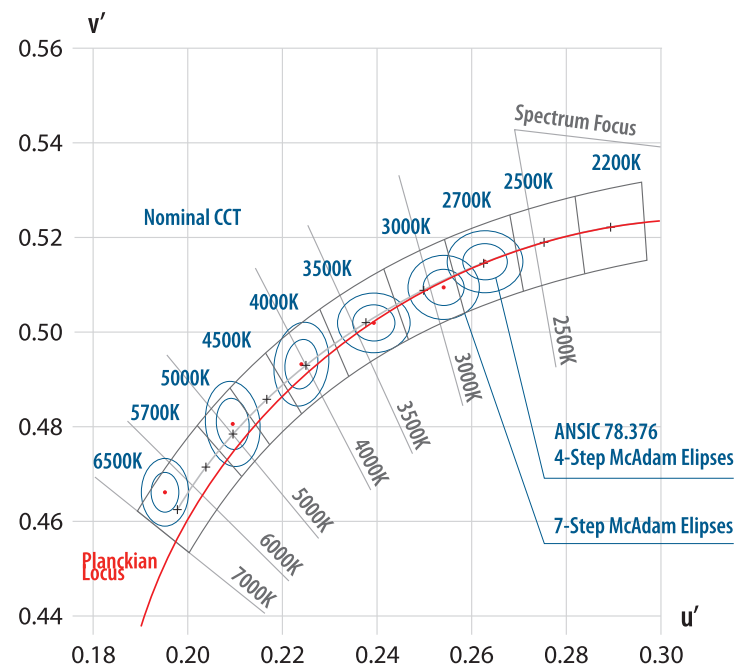
CONSISTÊNCIA DE COR – MACADAM ELIPSE OU DESVIO PADRÃO DE COR (SDCM)

Consistência da cor se refere a média de variação da cromaticidade de uma fonte de luz em um determinado lote de fabricação. Devido a complexidade no processo na fabricação do LED, materiais utilizados, camadas de fósforos adicionadas, é necessária a categorização dos lotes de LED à partir de testes e classificados por similaridade de desempenho, vida e cor.

Dr. David Lewis MacAdam criou uma forma de estabelecer parâmetros para os desvios da cromaticidade em relação a uma fonte de luz padrão, que é conhecida como Elipse MacAdam ou Desvio Padrão de Cor.



A amplitude dos desvios na cor é definida em Passos (*Steps MacAdam*) que varia de 1 a 7 passos (Step), sendo 3 passos a consistência cujas diferenças na cor da luz, serão praticamente imperceptíveis pela visão humana e em consequência asseguram um produto de qualidade superior em relação a produtos que utilizam LEDs acima deste parâmetro.



Representação dos steps de MacAdam

Como obter o SDCM da luminária:

Conseguimos obter o SDCM da luminária através de equipamentos como espectrômetros portáteis que podem ser utilizados em campo ou na indústria para medição da luminária (quadro de consulta abaixo) ou ainda com equipamentos de laboratório conjugando esferas integradoras e espectro radiômetros.



Consulte:

Página 45 - itens 10 e 15. | Página 46 - itens 16 ao 18.

MANUTENÇÃO DO FLUXO LUMINOSO DA LUMINÁRIA, LM80 E TM21

A LM-80-08 é um procedimento de teste para LEDs e módulos de LEDs e não considera componentes ópticos, térmicos e controladores. Visa a obtenção de informações sobre manutenção de fluxo luminoso e alteração da cromaticidade com o tempo através de medições em pelo menos 6000 horas de vida, em intervalos de 1000 horas.

Uma vez que os LED são incorporados em luminárias, com dissipadores de calor, elementos óticos, fontes de alimentação, etc. e assim, operando em uma variedade de ambientes, a norma LM-80-08 por si só não é um indicador de manutenção do fluxo luminoso de luminárias. Para relacionar os resultados do teste LM-80-08 e a luminária, é necessária a verificação da temperatura do LED em ambientes que simulam aplicações no mundo real (*in situ*), com testes que medem a temperatura no LED que apresenta a maior temperatura na luminária, em regime de operação e em equilíbrio térmico. E então estabelecer a vida do produto através de extrapolações conforme a publicação TM-21-11.

Opção 1 - Desempenho do Componente LED:

A opção do desempenho do componente LED, permite ao fabricante demonstrar a conformidade com os requisitos de manutenção do fluxo luminoso fornecendo o ISTMT (*In Situ Temperature Measurement Test* - conforme descrito no Apêndice B1), o relatório referente aos ensaios de manutenção de fluxo luminoso de acordo com a LM-80 para o LED utilizado na luminária e o cálculo da manutenção de fluxo luminoso projetado conforme TM-21.

Como obter a manutenção do fluxo luminoso da luminária através da avaliação de desempenho do componente LED

Para avaliar a conformidade pelo desempenho do componente LED, as seguintes condições deverão ser cumpridas:

- a) O relatório completo da LM-80 para o modelo do LED utilizado na luminária. O modelo do LED deverá estar claramente informado neste relatório.
- b) No relatório de teste completo da LM-80 inclui-se o fluxo luminoso relativo ao longo do tempo, no mínimo de 6000 h de operação contínua para três diferentes temperaturas, medidas no TMP (55°C, 85°C e outra especificada pelo fabricante, de acordo com a IES LM-80).
- c) A maior temperatura medida no ISTMT deverá ficar abaixo do maior valor de temperatura do componente medido na LM-80.
- d) A localização do ponto de medição de temperatura (TMP) é definida pelo fabricante, tanto para os ensaios referentes à LM-80 quanto para o ISTM.
- e) Um documento do fabricante com um desenho ou uma fotografia mostrando a localização do TMP do LED. Este documento deverá indicar o mesmo modelo do LED utilizado na luminária que faz parte da avaliação da conformidade.
- f) A corrente no LED, fornecida pelo controlador de LED na luminária, deverá ser inferior ou igual à corrente no LED medido para o relatório da LM-80.
- g) Cópia do arquivo da *ENERGY STAR TM-21 Calculator*, em formato do Microsoft Excel, preenchido de acordo com os dados da LM-80, medição da temperatura *In situ* (ISTM) e a corrente de alimentação dos LED fornecida pelo controlador

eletrônico. Utilizar a última versão da planilha de cálculo da TM-21 que deve ser obtida pelo link. As instruções de como utilizar a planilha encontram-se inclusas na primeira página da planilha e descritas ao longo deste documento.

- h) A manutenção do fluxo luminoso no tempo (t), estimado de acordo com a TM-21, deverá ser maior ou igual ao percentual da manutenção de fluxo correspondente ao ponto final projetado, listado na tabela abaixo. O tempo (t), corresponde ao máximo valor permitido pela extrapolação da TM-21, ou seja 6 vezes o valor do tempo de ensaio dos dados da LM-80.

Requisitos de manutenção de fluxo luminoso projetado | TM-21:

PONTO FINAL DO TEMPO DE MANUTENÇÃO DO FLUXO LUMINOSO	MANUTENÇÃO DO FLUXO EXIGIDO PARA PRODUTOS DE 50.000 H
33.000 h	≥ 79,03%
36.000 h	≥ 77,35%
38.500 h	≥ 75,98%
42.000 h	≥ 74,11%
44.000 h	≥ 73,06%
48.000 h	≥ 71,01%
49.500 h	≥ 70,25%
50.000 h	≥ 70,00%

Opção 2 - Desempenho da Luminária:

Em casos onde a Opção 1 - Desempenho do Componente - não puder ser aplicada, como produtos utilizando ópticas secundárias com fósforo remoto ou quando os dados da LM-80 não são disponíveis, os fornecedores podem demonstrar a conformidade de manutenção do fluxo luminoso através dos requisi-

tos do desempenho da luminária.

A conformidade do desempenho da luminária para a manutenção do fluxo luminoso é verificada submetendo a luminária completa aos testes fotométricos da LM-79, comparando o fluxo luminoso inicial (tempo = 0 h) com o fluxo luminoso após 6 000 h de operação (tempo ≥ 6 000 h).

A LM-79-08 é um procedimento de teste para determinação de características de desempenho de equipamentos de led integrados, aplicável à lâmpada ou luminária. Não é aplicável aos módulos de LED ou ao componente LED. Este teste fornece o desempenho sob condições de operação especificadas em um momento definido na vida do produto, normalmente no início da operação. Ele não aborda classificações de vida, ou desempenho ao longo do tempo.

A LM-79-08 estabelece os métodos de ensaio em esferas integradoras e esfereofotogoniometro e os principais itens de desempenho fotométricos de um produto led, tais como: fluxo luminoso (lm), eficácia luminosa (lm/W), intensidade luminosa (cd) em uma ou mais direções, coordenadas cromáticas, temperatura de cor correlata, índice de reprodução de cor e distribuição espectral. Além das características de desempenho elétricas: voltagem, potência, corrente, frequência e fator de potência.

O relatório do teste deverá demonstrar uma porcentagem mínima da manutenção do fluxo luminoso, conforme a próxima tabela

Requisitos de manutenção de fluxo luminoso para a luminária com tecnologia LED:

VIDA NOMINAL DECLARADA	MANUTENÇÃO DO FLUXO LUMINOSO MÍNIMA A 6.000 H
50.000 h	95,80%

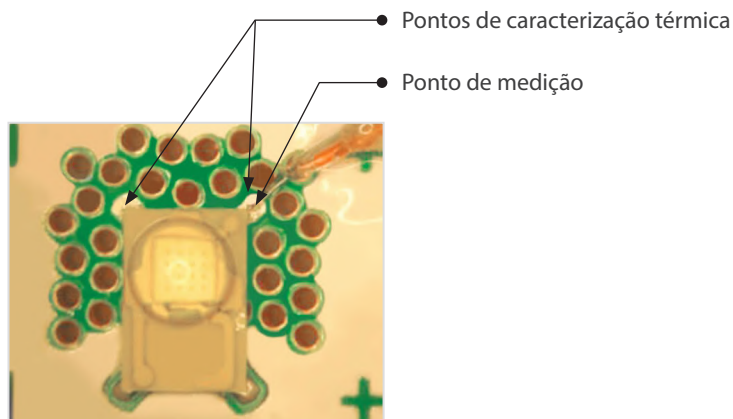
APÊNDICE B1

Método de Medição da Temperatura *In situ* (ISTMT):

O procedimento é chamado de – *In situ Temperature Measurement Test II* (ISTMT) ou em português – teste de medição de temperatura *in situ II*, que segue a norma ANSI / UL 1993-1999 – *Standard for Self-Ballasted Lamps and Lamps Adapters*. Ele inclui a adição de um termopar ligado aos LED encapsulados, módulos ou matrizes usadas na luminária. O ISTMT deve ser realizado com a luminária instalada nas suas condições de aplicação, como definido nas condições normais de operação.

Ponto de Medição de Temperatura (TMP):

Os fabricantes dos LED encapsulados, módulos ou matrizes, especificam em seus produtos locais específicos que atuam como pontos alternativos para medir a temperatura da junção ($T_{\text{junção Led}}$).



Normalmente esses locais são denominados como temperature measurement points (TMP) ou em português, pontos de medição de temperatura, para o propósito da medição da temperatura no teste. Conhecer o caminho térmico entre a junção do LED e o ponto externo do encapsulamento do LED, módulos ou matrizes, permite aos fabricantes estimar de forma precisa a temperatura da junção dos LED ($T_{\text{junção Led}}$).

As temperaturas medidas e os locais para medição variam de fabricante para fabricante. Alguns fabricantes utilizam as temperaturas medidas na junção de soldagem (T_s) no local de fixação da placa; alguns usam a temperatura do próprio encapsulamento (T_c); e outros utilizam a temperatura da placa dos módulos (T_b).

Respectivamente, estes locais servem para a mesma função: correlacionar a temperatura externa com a temperatura da junção do LED que é crítica para a determinação da manutenção do fluxo luminoso.

Condições de Uso:

O TMP utilizado durante o ISTMT deverá ser o mesmo utilizado durante os testes da LM-80.

Deverá ser incluída uma foto que claramente ilustre o posicionamento do termopar durante o ISTMT, bem como um diagrama esquemático ilustrando o TMP indicado pelo fabricante do LED.

O ponto de medição de temperatura (TMP) do LED, módulo ou matriz deverá estar acessível para permitir a fixação temporária de um termopar para a medição da temperatura de funcionamento *in situ*. É permitido o acesso através de uma abertura temporária na luminária (não maior do que 9,5 mm de diâmetro) que deve ser bem fechada durante os testes.

O tamanho e a localização dessa abertura de acesso devem ser documentados na apresentação para fins de repetibilidade.

Orientação para fixação de termopares:

Os fornecedores devem selecionar e designar o LED/módulo ou matriz de mais alta temperatura na luminária.

- Para matrizes quadradas / retangular / circular o LED individual mais próximo do centro.

- Para outras configurações, é recomendado que o fabricante teste vários LED para encontrar o que possua a maior temperatura no interior da luminária.

As pontas de prova de temperatura devem estar em contato e permanentemente aderidas ao TMP. A aderência permanente consiste em solda de alta temperatura, adesivos condutivos (por exemplo, acelerador / ativação por UV ou epoxi), ou sua ponta deve ser fundida no plástico ou outro produto aprovado pelo fabricante da ponta de prova. Fitas por si só, não serão aceitas para prover o bom contato térmico na conexão entre o termopar e o TMP.

A tolerância dos termopares deve estar em conformidade com a norma ASTM E230 Tabela 1 "Limites Especiais" ($\leq 1,1$ °C ou 0,4 %, o que for maior).

APÊNDICE B2

Exemplo de Verificação da Conformidade da Manutenção do Fluxo Luminoso pelo Desempenho do Componente:

A seguir será apresentado um exemplo de avaliação da conformidade de uma luminária de LED para potência de 150 W, com ênfase ao preenchimento da planilha de cálculo da TM-21 e interpretação dos resultados (consulte a tabela da página 25).

Através do relatório da LM-80 para o modelo do LED utilizado na luminária, obtêm-se as variações do fluxo luminoso para três diferentes temperaturas sendo duas especificadas pela LM-80 (55 °C e 85 °C) e a terceira definida pelo fabricante do LED (no exemplo 120 °C). Para o relatório da LM-80, normalmente o fabri-

cante do LED apresenta a depreciação do fluxo para diferentes correntes de alimentação do LED. Deve-se utilizar os dados da tabela que indicam a corrente dos LEDs com o valor imediatamente superior ao medido na luminária. Como exemplo, se a medição das correntes nos LEDs para a luminária foi de 500 mA, devem ser utilizados os dados da tabela da LM-80 para um valor da corrente logo acima do valor medido de 500 mA. Neste caso, o valor seria de 700 mA conforme indicado na tabela ao lado.

Com os dados do relatório da LM-80 e da ISTMT, deve-se preencher a planilha de cálculo da TM-21, conforme as seguintes etapas:

1. Dados do LED utilizado: fabricante, modelo do LED e referência.
2. Entrada dos resultados médios (average) de depreciação do fluxo luminoso da LM-80, conforme dados representados na tabela à seguir:

LM-80 Test Inputs

Test Data for 120°C Case Temperature		Test Data for 85°C Case Temperature		Test Data for 55°C Case Temperature	
Time (hours)	Lumen Maintenance (%)	Time (hours)	Lumen Maintenance (%)	Time (hours)	Lumen Maintenance (%)
0	100,00%	0	100,00%	0	100,00%
24	98,90%	24	100,39%	24	100,49%
168	100,91%	168	100,59%	168	100,53%
500	100,76%	500	100,55%	500	100,66%
1000	100,99%	1000	99,86%	1000	99,98%
2000	99,02%	2000	98,44%	2000	98,51%
3000	98,36%	3000	98,39%	3000	98,04%
4000	98,11%	4000	97,94%	4000	97,53%
5000	97,48%	5000	97,65%	5000	97,08%
6000	97,35%	6000	97,19%	6000	96,87%
7000	95,59%	7000	96,15%	7000	95,66%
8000	94,92%	8000	96,02%	8000	96,79%
9000	92,58%	9000	95,53%	9000	96,02%

CCT > 5000K, I_F = 0.7A
Normalized Flux

DATA SET 34
T_S = T_{AIR} = 120°C

	0	24	168	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
median	1.0000	0.9868	1.0091	1.0095	1.0128	0.9927	0.9820	0.9791	0.9753	0.9683	0.9558	0.9498	0.9336
average	1.0000	0.9890	1.0091	1.0076	1.0099	0.9902	0.9836	0.9811	0.9748	0.9735	0.9559	0.9492	0.9258
st. dev.	0.0000	0.0148	0.0194	0.0208	0.0221	0.0210	0.0210	0.0222	0.0256	0.0259	0.0337	0.0360	0.0432
min.	1.0000	0.9622	0.9716	0.9634	0.9645	0.9506	0.9500	0.9478	0.9250	0.9295	0.8939	0.8807	0.8470
max.	1.0000	1.0128	1.0546	1.0525	1.0506	1.0324	1.0237	1.0216	1.0225	1.0208	1.0129	1.0137	1.0038

DATA SET 35
T_S = T_{AIR} = 85°C

	0	24	168	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
median	1.0000	1.0023	1.0038	1.0027	0.9984	0.9815	0.9812	0.9777	0.9752	0.9715	0.9608	0.9620	0.9574
average	1.0000	1.0039	1.0059	1.0055	0.9986	0.9844	0.9839	0.9794	0.9765	0.9719	0.9615	0.9602	0.9553
st. dev.	0.0000	0.0057	0.0089	0.0115	0.0117	0.0126	0.0131	0.0132	0.0133	0.0137	0.0137	0.0160	0.0167
min.	1.0000	0.9941	0.9879	0.9846	0.9761	0.9631	0.9606	0.9563	0.9538	0.9441	0.9345	0.9243	0.9144
max.	1.0000	1.0133	1.0203	1.0243	1.0178	1.0082	1.0088	1.0045	1.0044	1.0009	0.9914	0.9925	0.9885

DATA SET 36
T_S = T_{AIR} = 55°C

	0	24	168	500	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
median	1.0000	1.0025	1.0048	1.0056	1.0005	0.9835	0.9782	0.9722	0.9672	0.9648	0.9571	0.9677	0.9584
average	1.0000	1.0049	1.0053	1.0066	0.9998	0.9851	0.9804	0.9753	0.9708	0.9687	0.9566	0.9679	0.9602
st. dev.	0.0000	0.0070	0.0084	0.0091	0.0111	0.0122	0.0145	0.0156	0.0156	0.0158	0.0188	0.0144	0.0153
min.	1.0000	0.9952	0.9931	0.9926	0.9744	0.9652	0.9543	0.9467	0.9425	0.9409	0.9186	0.9416	0.9324
max.	1.0000	1.0248	1.0285	1.0315	1.0267	1.0182	1.0131	1.0059	0.9985	0.9961	0.9881	0.9920	0.9833

Dados de depreciação do fluxo luminoso para LED utilizado na luminária de 150 W

3. Entrar com detalhes do ensaio da LM-80: número de amostras de LED, temperaturas dos ensaios, corrente dos LED e tempo em horas do ensaio de depreciação do fluxo, representados na tabela LM-80 Testing Details.

LM-80 Testing Details	
Total number of units tested per case temperature	25
Number of failures	0
Number of units measured	25
Test duration (hours)	9000
Tested drive current (mA)	700
Tested case temperature 1 (T_c °C)	120
Tested case temperature 2 (T_c °C)	85
Tested case temperature 3 (T_c °C)	55

4. Entradas dos dados *in situ*: corrente nos LED (500 mA), máxima temperatura medida nos LED conforme TMP (59,4 °C) e percentual projetado do fluxo luminoso inicial, como exemplo 70 para (L_{70}).

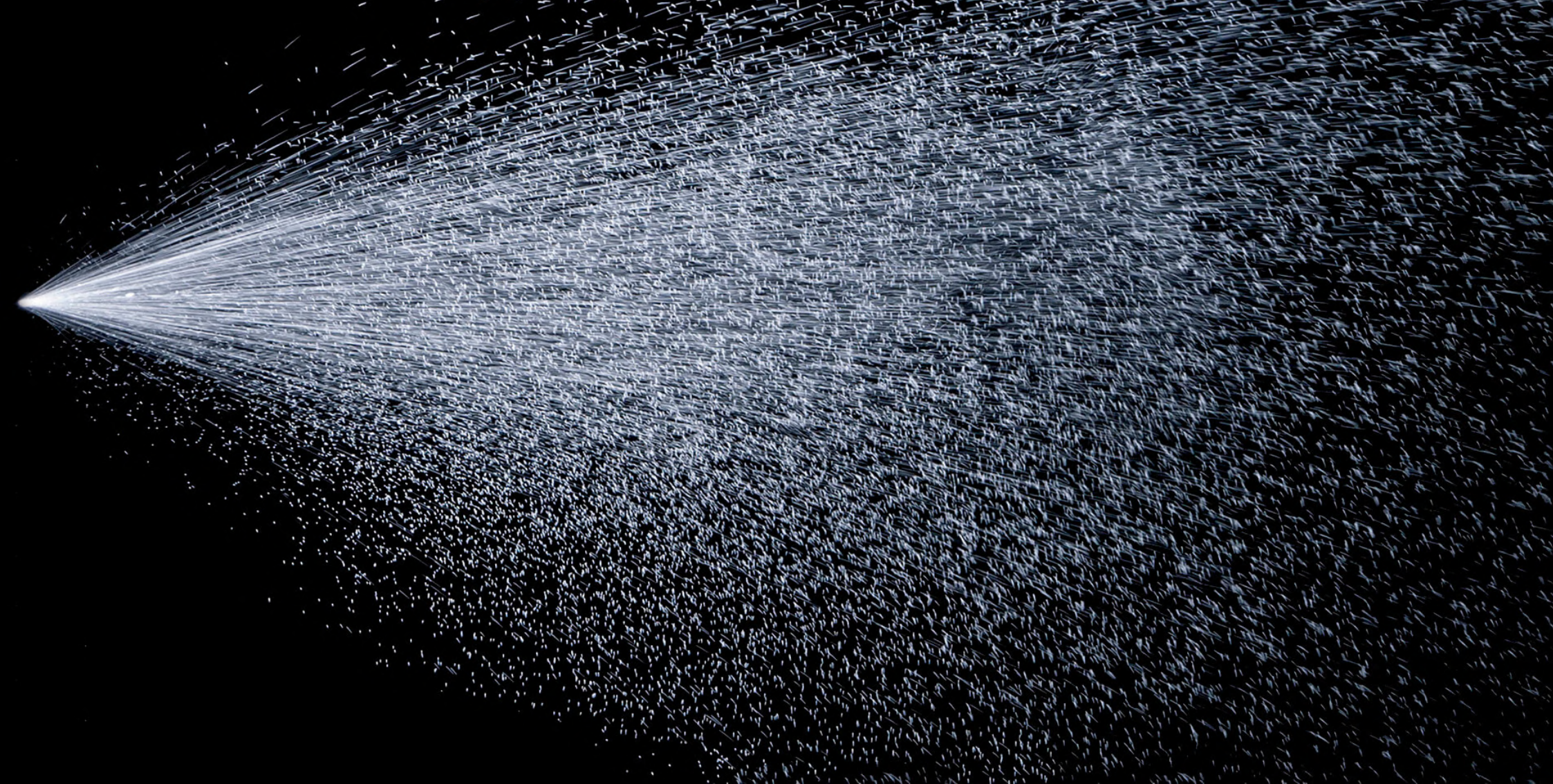
In-Situ Inputs	
Drive current for each LED package/array/module (mA)	500
In-Situ case temperature (T_c °C)	59,4
Percentage of initial lumens to project to (e.g. for L_{70} , enter 70)	70

5. Resultados: inicialmente, deve-se colocar o tempo (t) que é o ponto final projetado. Para o exemplo deseja-se 50.000 h. Como resultado a manutenção do fluxo luminoso no tempo (t) calculado é igual a 84,87 %. Este valor deve ser confrontado com o ponto projetado de 50.000 h da tabela de fluxo

luminoso projetado | TM-21 (página 25), que exige no mínimo 70 %, conforme mostra a figura abaixo.

Results	
Time (t) at which to estimate lumen maintenance (hours)	50.000
Lumen maintenance at time (t) (%)	84,87%
Calculated L70 (hours)	111.000
Reported L70 (hours)	> 54.000

6. Conclusão: como a manutenção do fluxo luminoso para 50.000 horas foi superior a 70 %, a luminária estaria aprovada.



03

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS E DE FUNCIONAMENTO

GRAU DE PROTEÇÃO CONTRA INTRUSÃO, POEIRA E ÁGUA - IP

Quando falamos de grau de proteção, precisamos primariamente entender a definição do que é grau de proteção. Consiste em: Definir qual é o tipo de proteção que damos para determinado produto. Esse tipo de proteção deve ser desenvolvido de forma que proteja contra o **acesso às partes perigosas, contra o ingresso de objetos sólidos estranhos (areia, poeira, entre outros), e contra o ingresso de água.** A forma de obter esta proteção é por meio de um invólucro que provê a proteção necessária contra o acesso a parte perigosa, o ingresso de sólidos e água.

Consulte: item 3.2 da norma ABNT NBR IEC 60529:2017.

Invólucro

Quando se trata de luminária ou equipamento elétrico, o invólucro nada mais é do que um compartimento ou algo construído para proteger as partes elétricas, ou alguma parte exposta onde possa causar algum perigo para o usuário, ou sofrer algum dano nos componentes do produto por sólidos e água.

É importante levar em consideração a importância do invólucro pois é ele quem provê essa proteção, e muitas vezes uma boa construção de um invólucro dispensa a utilização de outras soluções para garantir o grau de proteção. Inclusive na hora de desenvolver um produto, o invólucro deve ser uma das primeiras coisas a serem desenvolvidas quando se tem uma classificação IP.

Códigos IP e seus significados

De acordo com a norma ABNT NBR IEC 60529:2017, os códigos e significados de cada código são conforme o fluxograma a seguir, não devem ser diferentes destes:

Elemento	Numeral ou letras	Significado para proteção do equipamento	Significado para proteção de pessoas	Ref.
Código de letras	IP	—	—	—
Primeiro numeral característico	0 1 2 3 4 5 6	Contra o ingresso de objetos sólidos estranhos (não protegido) ≥ 50 mm de diâmetro ≥ 12,5 mm de diâmetro ≥ 2,5 mm de diâmetro ≥ 1 mm de diâmetro protegido contra poeira totalmente protegido contra poeira	Contra o acesso de às partes perigosas com: (não protegido) dorso da mão dedo ferramenta fio fio fio	Seção 5
Segundo numeral característico	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Contra o ingresso de água com efeitos prejudiciais (não protegido) gotejamento vertical gotejamento (inclinação 15°) aspersão projeções d'água jatos potentes imersão temporária imersão contínua jatos d'água com alta pressão e temperatura	—	Seção 6

Para mais detalhe sobre o fluxograma, verifique o item 4.2 da norma ABNT NBR IEC 60529:2017

Quando indicamos um numeral IP na etiqueta do produto, manual ou catálogo, ao descrever esse numeral, não podemos descrever diferente do que indica nesta tabela (Ex. IP54 – protegido contra poeira e projeções d'água).

Atualmente há alguns desentendimentos quanto ao grau de proteção IP 67 e IP 68, o que gera dúvida de como é essa proteção. Mais à frente veremos como é a proteção de alguns numerais.

Produtos com grau de proteção

Para se desenvolver um produto com grau de proteção é importante levar em consideração diversos pontos. Primeiramente-

te, deve estar claro a aplicação deste produto, somente assim conseguimos definir corretamente o tipo de grau de proteção do produto. Devemos lembrar que cada numeral apresenta um tipo de proteção e isso já define para quais aplicações o produto deve ser utilizado.

Quando temos em mente onde será aplicado este produto, precisamos saber corretamente qual proteção deve ser empregada no produto. Devemos entender também o que é preciso para se obter cada proteção informada pelos numerais.

Primeiro numeral

O primeiro numeral do grau de proteção nos diz que tipo de proteção obtemos quanto a acesso a partes perigosas e ingresso de objetos sólidos. Vemos aqui que os primeiros numerais não são somente para dizer que o equipamento é protegido de areia, poeira entre outros objetos sólidos. Essa proteção também serve para prevenir ou limitar que uma pessoa tenha acesso a essas partes perigosas com a mão ou alguma ferramenta. Caso isso ocorra, uma distância suficiente para não haver contado com as partes perigosas.

No caso do primeiro numeral, quanto maior o número isso significa que ele tem uma proteção maior do que os números menores. Temos a definição então de que quanto maior o grau de proteção do primeiro numeral, mais protegido ele é.

Atenção: essa definição não deve ser seguida para o segundo numeral, pois o tipo de proteção do segundo numeral difere de um número para o outro.

Veja a tabela ao lado dos primeiros numerais:

Primeiro numeral característico	Grau de proteção	Definição	Condições de ensaios, ver
	Descrição sucinta		
0	Não protegido	--	--
1	Protegido contra objetos sólidos estranhos de Ø 50 mm e maior	O calibrador, esfera de Ø 50 mm, não pode ingressar totalmente *	13.2
2	Protegido contra objetos sólidos estranhos de Ø 12,5 mm e maior	O calibrador, esfera de Ø 12,5 mm, não pode ingressar totalmente *	13.2
3	Protegido contra objetos sólidos estranhos de Ø 2,5 mm e maior	O calibrador, esfera de Ø 2,5 mm, não pode ingressar *	13.2
4	Protegido contra objetos sólidos estranhos de Ø 1 mm e maior	O calibrador, esfera de Ø 1 mm, não pode ingressar *	13.2
5	Protegido contra poeira	O ingresso de poeira não é totalmente evitado, mas a poeira não pode ingressar em quantidade para interferir na operação do equipamento ou prejudicar sua segurança	13.4 13.5
6	Totalmente protegido contra poeira	Nenhum ingresso contra poeira	13.4 13.6

* O diâmetro total do calibrador não pode passar através de uma abertura do invólucro

Para mais informações sobre o primeiro numeral, verificar os itens 5 e 13 da norma ABNT NBR IEC 60529:2017.

No caso de produtos para iluminação externa, o ideal é que esses produtos tenham numerais 5 ou 6 e não menos que isso. No caso de iluminação pública a proteção mínima é IP55 para a parte ótica, e IP33 para o compartimento onde se aloja os equipamentos elétricos de acordo com a norma ABNT NBR 15129.

Segundo numeral

O segundo numeral é uma das proteções em que devemos prestar bastante atenção quanto ao que devemos escolher para o produto.

O segundo numeral, é de suma importância esclarecer que ele

é protegido apenas por água, e não outros fluídos como, solventes; ácidos; lubrificantes; entre outros. Outros tipos de fluídos não são mencionados na norma para ensaio, podendo assim ocasionar problemas no produto.

Os itens 6 e 14 da norma ABNT NBR IEC 60529:2017 esclarece as condições de ensaio para esses numerais.

Para entendermos melhor o segundo numeral, vamos aqui dividir esses numerais em algumas partes.

Numerais (0, 1, 2, 3): esses numerais definem tipos de proteção mais simples. As aplicações que esses numerais nos dão é ideal para áreas internas.

Segundo numeral característico	Graus de proteção		
	Descrição simplificada	Definição	
0	Não protegido	--	--
1	Protegido contra gotas d'água caindo verticalmente	Gotas de água caindo verticalmente não podem provocar efeitos prejudiciais	14.2.1
2	Protegido contra queda de gotas d'água caindo verticalmente quando o invólucro é inclinado até 15°	Gotas caindo verticalmente não podem provocar efeitos prejudiciais quando o invólucro é inclinado em um ângulo de até 15° de cada lado da vertical	14.2.2
3	Protegido contra aspersão d'água	Água aspergida em um ângulo de até 60° de cada lado da vertical contra o invólucro não pode provocar efeitos prejudiciais	14.2.3

Numeral (4): esse numeral define um tipo de proteção maior que os anteriores. As aplicações que esse numeral nos dá é ideal para áreas externas como, varandas; sacadas; pequenos cobertos onde tem a possibilidade de chuvas.

4	Protegido contra projeção d'água	Água esguinchada contra o invólucro em qualquer direção não pode provocar efeitos prejudiciais	14.2.4
---	----------------------------------	--	--------

Numeral (5, 6): esses numerais definem tipos de proteção como o anterior, porém para condições mais rígidas. As aplicações que esses numerais nos dão é ideal para áreas externas em geral como, áreas abertas; praças; estacionamento, vias públicas, entre outras, onde se tem constante presença das condições do tempo, como chuva forte ou projeções de água diretamente no produto.

5	Protegido contra jatos d'água	A água projetadas em jatos contra o invólucro em qualquer direção não pode provocar efeitos prejudiciais	14.2.5
6	Protegido contra jatos potentes d'água	A água projetadas em jatos potentes contra o invólucro em qualquer direção não pode provocar efeitos prejudiciais	14.2.6

Vale ressaltar que, para locais onde pode haver atmosferas mais agressivas, como zonas litorâneas por exemplo, o equipamento deve utilizar materiais que suportem este tipo de condição. Não utilizar matéria prima adequada para essas localidades pode comprometer o grau de proteção do produto.

Numeral (7, 8): Esses numerais definem tipos de proteção diferente das anteriores. Notamos que nos itens já citados cada numeral maior tem uma proteção melhor do que o numeral anterior. No caso dos numerais 7 e 8, a proteção não se enquadra nas anteriores pois esses numerais são para proteção de imersão.

7	Protegido contra efeitos de imersão temporária em água	Quando o invólucro estiver imerso temporariamente em água sob condições padronizadas de pressão e tempo, não pode ser possível o ingresso de água em quantidade que provoque efeitos prejudiciais	14.2.7
8	Protegido contra efeitos de imersão contínua em água	Quando o invólucro estiver continuamente imerso em água sob condições previamente acordadas entre o fabricante e o usuário, não pode ser possível o ingresso de água em quantidade que provoque efeitos prejudiciais, porém as condições devem ser mais severas do que para o segundo numeral 7	14.2.8

Aqui explicaremos esses dois numerais:

O Numeral 7 tem como proteção definida a imersão temporária a uma determinada profundidade. No item 6 da norma NBR IEC 60529:2017 não diz claramente quanto tempo o produto deve suportar em imersão. Porém já no item 14 diz que nos ensaios, o produto deve estar numa condição de até 1m de profundidade, não maior que isso, e o tempo de ensaio de 30min. Para mais informações de como é realizado este ensaio, verifique o item 14.2.7 desta norma.

Na tabela, informa “condições padronizadas de pressão e tempo”, porém não deixa claro que condições são essas. O tempo de imersão que nos mostra é somente o de ensaio 30min no item 14 da norma.

Seria pertinente, se essa quantidade de tempo for o padrão, ser informado para IPX7, se não, ser descrito o máximo de tempo que o produto deve ficar submerso (Esse é um ponto em que pode ser sugerido para uma revisão). Nós como fabricantes devemos ter cuidado ao classificar um produto como IPX7. Quando fizermos isso é de suma importância deixar claro que o produto em questão suporta uma determinada quantidade de tempo submerso até 1m.

O Numeral 8 tem como proteção definida a imersão contínua e com uma profundidade maior do que a anterior. No item 6 da norma deixa claro que o numeral 8 deve suportar condições mais severas do que o numeral 7.

Outro ponto que devemos prestar bastante atenção com relação a este numeral é que para definir a proteção, deve-se ter um acordo entre fabricante e usuário. Ou seja, para determinar o grau de proteção IPX8, deve ser acordado junto ao cliente como deve ser essa proteção, sendo que ela deve ser mais severa que a IPX7. Isso é algo que é muito difícil ocorrer hoje em dia. Geral-

mente é comum ver produtos IPX8 sendo vendidos como que garantindo ter um funcionamento imerso em água por tempo indeterminado. E não é dessa forma que a norma instrui a ser feita.

Como fabricantes, o correto seria já determinarmos no produto o quanto de tempo e profundidade ele suporta em imersão. Estimularmos para nosso produto IPX8, quanto tempo ele pode ficar imerso e a que profundidade nas etiquetas, manuais e catálogos. Principalmente informar ao cliente o que ele está comprando. Outra coisa que devemos deixar claro ao cliente é que, produtos IPX7 e IPX8, podendo ter condensação internamente. Isso desde que não prejudique o funcionamento do produto. Essa ocorrência é permitida mediante a norma.

Quanto aonde podemos aplicar esses produtos, precisamos saber exatamente as condições dos locais para saber enquadrar cada um deles. Mas deve ser aplicado para locais onde pode haver imersão de água. Um exemplo no caso de luminárias é embutido de solo, pois dependendo de como é instalado pode haver possas de água onde encobre o produto. Iluminação de piscinas também é uma outra aplicação.

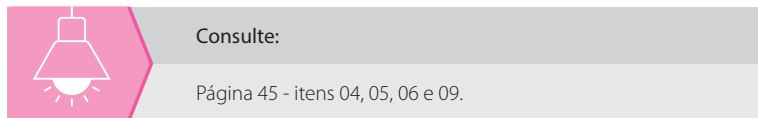
Numeral (9): Esse numeral define um tipo de proteção para caso extremo de jatos d’água com alta pressão e alta temperatura. As aplicações que esse numeral nos dá é para locais como, áreas agressivas como, cozinhas industriais; frigoríficos; silos; (essas áreas quando passam por processos de limpeza geralmente utilizam jatos d’água e com temperatura alta para garantir a higiene do local).

9	Protegido contra jatos d’água com alta pressão e alta temperatura	Água projetada a alta pressão e alta temperatura contra o invólucro a partir de qualquer direção não pode apresentar efeitos prejudiciais	14.2.9
---	---	---	--------

Nunca devemos especificar um produto como o grau de proteção maior como sendo o melhor para a aplicação (ex. "IP69 é uma proteção melhor do que todas as outras"). Devemos ter em mente que cada grau de proteção tem sua aplicação muito bem definida, basta nós como fabricantes especificar o produto correto para o cliente e que se adeque ao que ele precisa. Desenvolver um produto com o grau de proteção maior, pode gerar custos adicionais e dependendo do caso, não atendendo a necessidade do que é solicitado.

Como obter o índice de proteção da luminária (IP)

Para se obter o índice de proteção da luminária é necessário um teste de laboratório com o auxílio de equipamentos específicos para o tema. Consulte os laboratórios/empresas que efetuam este levantamento completo das luminárias:



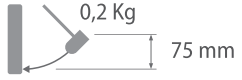
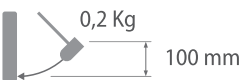
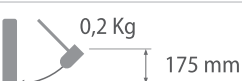
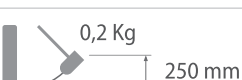
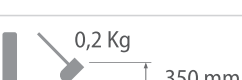
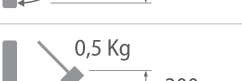
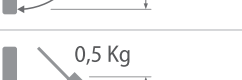
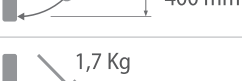


GRAU DE PROTEÇÃO CONTRA IMPACTOS - IK

Para se desenvolver um produto com grau de proteção IK, também devemos ter em mente as aplicações de cada nível. Devemos entender também qual o intuito dessas proteções. O Grau de proteção IK é justamente para proteger o produto de certos impactos mecânicos que possam danificar o produto.

Para saber como se classifica o produto deve seguir as informações contidas na Norma ABNT NBR IEC 62262:2015. Esta norma define os requisitos para ensaios da classificação IK.

Ao contrário da classificação IP, os métodos de ensaios de IK são mais fáceis de se fazer. Utiliza-se um pêndulo com uma ponta de prova com um peso determinado pela norma.

A tabela, ao lado, mostra o requisito de cada numeral:

Índice de proteção contra impactos mecânicos - IK		
NÚMERO	MÉTODO DE TESTE	ENERGIA DE IMPACTO
00		Sem proteção
01		0,150 Joules
02		0,200 Joules
03		0,350 Joules
04		0,500 Joules
05		0,700 Joules
06		1,00 Joules
07		2,00 Joules
08		5,00 Joules
09		10,00 Joules
10		20,00 Joules

Muitas vezes é solicitado pelo cliente que o produto seja resistente a certos impactos, devido a fatores de mau uso ou até mesmo vandalismo. Porém o fabricante deve orientar o cliente que o produto tem certa resistência com base no IK, mas até certo ponto. E que em questões de mau uso onde certos impactos sejam superiores ao que a classificação IK indica, não se pode garantir a integridade do produto. Nesse caso, deixa claro que a classificação IK, não é para garantir que o produto é resistente a qualquer força de impacto.

Como obter o índice de proteção contra impactos (IK)

Para se obter o índice de proteção contra impactos da luminária é necessário um teste de laboratório com o auxílio de equipamentos específicos para o tema.

Laboratórios/empresas que efetuam este levantamento completo das luminárias:



Consulte:

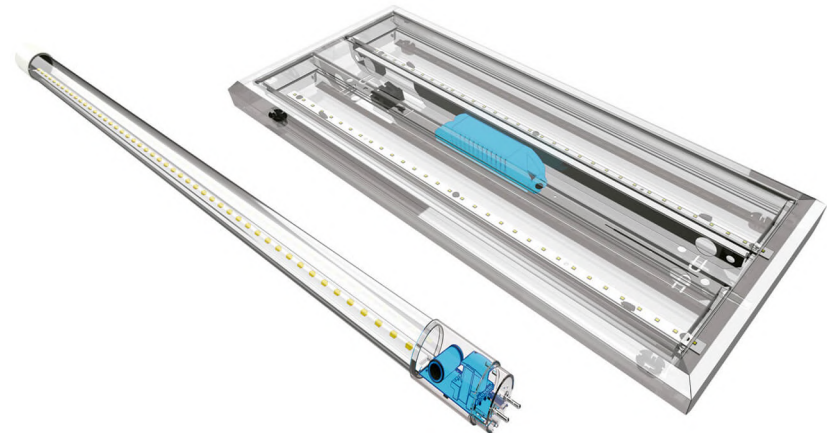
Página 45 - itens 04, 05, 06 e 09.

TEMPERATURA DE FUNCIONAMENTO DA LUMINÁRIA E DRIVER

O LED está cada vez mais presente nas soluções de iluminação e, juntamente com as inúmeras vantagens que a nova tecnologia traz, também surgem diversos questionamentos sobre a qualidade, confiabilidade e durabilidade.

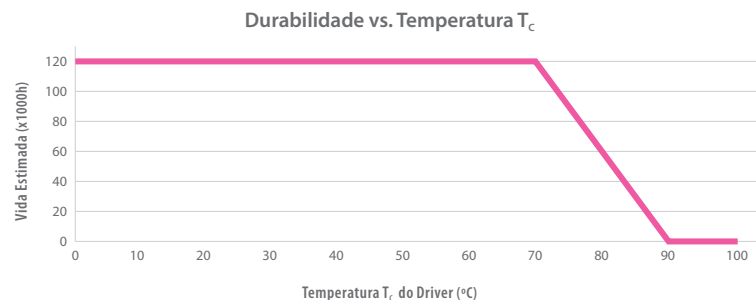
É comum que a atenção fique voltada principalmente na fonte luminosa, no caso os LEDs (diodos emissores de luz). Logo, estudos e métodos voltados para a comparação de desempenho entre os chips são muito conhecidos: levantamento de eficácia, CRI, TM-30-15, controle de binagem (CCT, fluxo luminoso, tensão), gerenciamento térmico, LM-80, TM-21-11, L70, L90, entre outros.

Entretanto, um importante dispositivo acaba por muitas vezes esquecido, sendo ele o principal responsável pelas falhas de produtos LED. Esse dispositivo é o driver, encontrado tanto em luminárias como em lâmpadas LED, representado na imagem abaixo.



Temperatura de operação (ex.: 0 - 40°C):

Uma atenção especial é requerida sobre a questão de temperatura de operação do driver. Esta pode ser informada através de uma faixa determinada de temperatura ambiente para garantir a vida útil, ou também relacionar a temperatura no ponto de aferição T_c (temperatura de case/carcaça) com a durabilidade do produto, exemplificado no gráfico abaixo.



É importante ressaltar que a temperatura de operação deve ser aferida em condições normais de uso, ou seja, com o driver instalado dentro da luminária, em sua posição original, considerando o calor gerado pela placa de LEDs após o período de estabilização elétrica e térmica do produto. O calor interno da luminária pode ser bem agressivo e elevar a temperatura do driver acima do especificado, mesmo que a temperatura ambiente, externa à luminária, ainda esteja dentro da faixa estipulada.

Utilizam-se componentes eletrônicos na construção do driver para assegurar a regulação e estabilidade da corrente. Em praticamente todos os drivers há capacitores eletrolíticos para tal finalidade, exemplificado na figura à seguir. Em um projeto bem dimensionado e com todos os parâmetros dentro de suas

determinadas especificações, o capacitor eletrolítico normalmente é o item mais crítico do ponto de vista de durabilidade. Logo, é extremamente importante o dimensionamento adequado e escolha de um fabricante confiável com excelente qualidade.



No caso de lâmpadas de LED com o driver integrado à base, a portaria do INMETRO nº 389/2014, item 6.12, exige um ensaio rigoroso para comprovar a durabilidade do produto, que consiste em ligar a lâmpada de LED em 45° C ambiente, aguardá-la estabilizar termicamente e realizar a medição de temperatura no corpo do capacitor eletrolítico do driver em pleno funcionamento no interior da lâmpada.

Através da equação a seguir é possível estimar a vida útil do componente:

$$LT_{CAPACITOR} = L_0 * 2 \left(\frac{T_{MAX} + 5 - T_c}{10} \right)$$

- $LT_{CAPACITOR}$: vida estimada do capacitor eletrolítico
- T_{MAX} : temperatura máxima de operação do capacitor
- T_c : temperatura de case/carcaça aferida no produto
- L_0 : vida inicial declarada pelo fabricante do componente

Para facilitar a compreensão, considerando um capacitor eletrolítico de 5.000h iniciais para 105° C de temperatura de operação máxima, teremos as seguintes expectativas para as possíveis aferições:

Para $T_c=65^\circ\text{C}$ → $LT=113.137\text{h}$

Para $T_c=75^\circ\text{C}$ → $LT=56.569\text{h}$

Para $T_c=85^\circ\text{C}$ → $LT=28.284\text{h}$

Observe que a cada incremento térmico de 10°C no corpo do capacitor, a vida estimada do driver reduz aproximadamente pela metade. Por essa razão, para evitar uma depreciação acelerada do produto deve-se respeitar os limites de operação especificados.

Vale destacar que em algumas luminárias montadas com lâmpadas LED, a temperatura de operação deve ser considerada no interior da luminária, exatamente onde as lâmpadas estão instaladas.

Um caso crítico, conforme demonstrado na figura a seguir, são os modelos herméticos, em que o ambiente interno é completamente isolado, gerando um aquecimento excessivo em seu interior, podendo comprometer a vida útil do produto.



Da mesma forma que o ensaio é aplicado para as lâmpadas LED, também pode ser realizado em luminárias LED. O procedimento é o mesmo com a atenção especial em instalar a luminária na pior condição possível especificada (máxima temperatura ambiente de operação declarada), aguardar a estabilização térmica e realizar a medição no corpo do capacitor eletrolítico do driver.

Como obter a temperatura de funcionamento da luminária:

A temperatura de funcionamento da luminária está totalmente atrelada à manutenção de fluxo luminoso desejado e limitação térmica de operação do driver.

Para aferir corretamente a temperatura de operação da luminária é necessário um termômetro digital e termopares ou um termovisor, sempre com o cuidado desses equipamentos estarem devidamente calibrados. Abaixo uma sequência de etapas simplificada:

1. Para o uso de termovisor, verificar se existe a visada direta para a correta medição, a luminária deve permanecer 100% íntegra para não afetar o resultado final;
2. Para o uso de termopares, fixar o sensor corretamente no ponto T_s do LED conforme já explicado no capítulo 2.8, da mesma maneira outro sensor deve ser fixado sobre o ponto T_c do driver;
3. A temperatura ambiente deve ser controlada e constante, preferencialmente em 25°C;
4. A luminária deve estar instalada conforme a aplicação final (embutida, sobreposta, etc);
5. Energizar o produto conforme orientação do fabricante do driver (127Vac, 220Vac, 12Vdc, 24Vdc, etc.);

6. Aguardar a estabilização térmica e elétrica do produto. Lembrando que é considerado um sistema estabilizado aquele que em 3 medidas consecutivas em intervalos de 5 minutos apresentam variação menor que 0,5%;
7. Realizar as medições de temperatura nos pontos Tc do driver e Ts do LED;

Com essas informações de temperatura, é possível de forma aproximada estimar a temperatura máxima de operação através do LM-80 do LED e também do gráfico de vida estimada do driver. Exemplo:

Medições		
Ta = 25°C	Tc = 60°C	Ts = 75°C

Limites dos componentes:

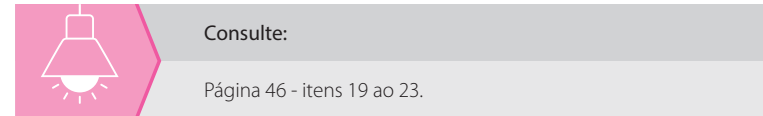
- Tc máx do driver para 50.000h = 75°C
- Ts máx do LED para L70 de 50.000h = 105°C

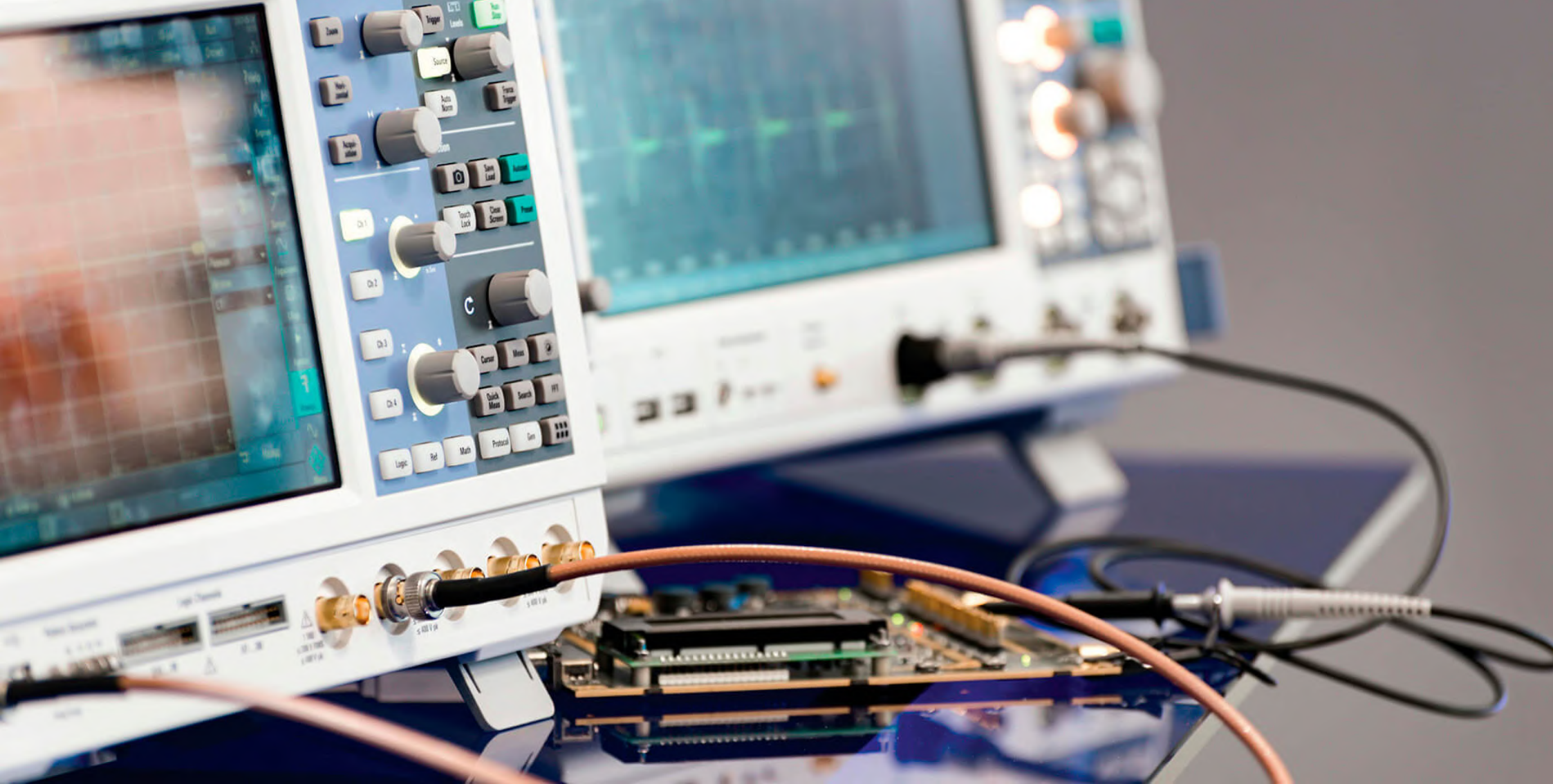
Margem para o limite da luminária atingir L70 de 50.000h:

- Delta de Tc = 75-60 = 15°C
- Delta de Ts = 105-75 = 30°C

Sempre balizando pelo menor valor (no exemplo delta de Tc de 15°C), é possível fazer uma aproximação somando ao Ta (temperatura ambiente), ou seja, limite superior de operação da luminária será de 40°C (25+15).

Exemplo de equipamentos para realização da medição de temperatura:





04

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

CLASSE DA LUMINÁRIA CONTRA CHOQUE ELÉTRICO

Para entendermos como funciona essa classificação precisamos saber exatamente como é aplicada cada uma delas.

A **Classe I** é aplicada a luminárias em que a proteção contra choque não é realizada somente pela isolação básica (Isolação aplicada às partes vivas, como a capa dos cabos elétricos), mas em que é incluída uma medida adicional de segurança. Essa medida seria por exemplo a interligação de todas as partes metálicas da luminária até o condutor de aterramento, de tal maneira que essas partes condutoras não possam se tornar vivas, em caso de falha da isolação básica. (Ex: cabo descascado tocando em alguma parte da luminária.)

A **Classe II** é aplicada a luminárias em que a proteção é consistida por isolação dupla ou reforçada. O que seria:

Isolação Dupla

é o conjunto de isolação básica e isolação suplementar (Isolação suplementar é a isolação independente da isolação básica, que fornece a proteção caso tenha falha na isolação básica). Ex: construção de algum compartimento de algum material isolante para a passagem dos cabos ou onde se aloje as partes condutoras.

Isolação Reforçada

Sistema de isolação único aplicado as partes vivas. Este sistema fornece uma proteção equivalente a isolação dupla. Ex: além da isolação básica do produto, se constrói ou se aplica algum material ou compartimento de material isolante para garantir a proteção contra choque elétrico.

Geralmente luminárias **Classe II** são aquelas em que as partes metáli-

cas ou o produto todo é envolvido com plástico isolante ou borracha, ou a luminária toda é fabricada com plástico ou borracha isolante.

A **Classe III** é aplicada a luminárias em que a proteção é baseada em alimentação por extra baixa tensão de segurança (EBTS/SELV). Esses equipamentos não podem gerar tensões superiores 50VCA ou 120VCC e devem garantir uma isolação igual ou superior a da rede de alimentação (isolação básica – cabo com isolante de pvc). Driver ou Fonte também deve ser classificado como EBTS/SELV.

Classificação de acordo com o material da superfície de apoio para a qual a luminária é projetada

Para entender como classificar esta luminária precisamos entender para onde será aplicado o produto. Locais onde pode haver materiais que podem ser inflamáveis ou combustíveis não deve ser instalados luminárias que possam gerar temperatura suficiente para gerar uma ignição.

Como comprovar a classe da luminária contra choque elétrico

Para se comprovar a classe da luminária contra choque elétrico é necessário um teste de laboratório com o auxílio de um HIPOT (ensaio de rigidez dielétrica).

Laboratórios/empresas que efetuam este levantamento completo das luminárias (conforme links informados no capítulo 3.1 e onde adquirir equipamentos de teste:



Consulte:

Página 46 - item 24.

TENSÃO DE FUNCIONAMENTO

No Brasil, a grande maioria dos produtos de iluminação são instalados diretamente na rede elétrica AC, que por padrão é adotado a tensão de 127V ou 220V, sempre na frequência de 60Hz.

Corrente elétrica

Nesse caso, quando inserimos informação de corrente em ficha técnica, fazemos isso para saber o quanto aquela fonte de luz suporta mediante ao equipamento que vamos ligar nela.

Quando vamos ligar esse equipamento em rede elétrica, já supõe que ele possui um transformador/driver com entrada de rede já definida para o que se usa normalmente em rede elétrica. (Fabricantes de drivers/Transformadores)

Quando falamos de luminária, a fonte de luz necessita de um tipo de corrente específica que é transformada por um transformador/Driver ligado à rede.

A Corrente recebida da rede deve ser de inteira responsabilidade do cliente. E isso influi diretamente em que tipo de instalação o cliente tem e o que precisa ter para receber a quantidade de equipamentos que vai ser utilizada no projeto. E saber como deve ser essa instalação ou como fazê-la necessita de um profissional habilitado, pois é ele quem vai saber dimensionar o cabeamento e disjuntores corretamente para fazer a ligação dos equipamentos de iluminação.

Existe uma tabela fornecida pelas fornecedoras de energia, no caso essa é da ENEL onde o eletricitista deve se basear para fazer a rede elétrica de acordo para suprir os equipamentos elétricos que serão ligados na rede.

Categoria de atendimento	Máxima corrente de demanda de acordo com opções para proteção			Condutor do ramal de entrada		Eletroduto de entrada (mm)		Aterramento			Postes			Categorias e tipos de caixas de medidores				
	Disjuntor (A)	NH		(mm ²)	(A)	PVC	Aço	Condutor (mm ²)	Eletroduto		Aço / Fibra / Polímero		Concreto (daN)	A	B	C		
		Chave (A)	Fusível (A)						PVC	Aço	(mm)	(daN)						
A1	50	--		10	57	32	25	10	32	25	80x80	90	90	II - P	--			
A2	70			16	76			16										
B e C3	50			10	50			10										
B e C4	63			16	68	40	50	25			16	90x90	200	200	II - P - E	E		
B e C5	80			25	89													
B e C6	100			35	111	60	50	35			32	25	90x90	200	200	--		
B e C7	125			50	134													
B e C8	150	250	125	70	171	85	80	35	70	--	300	M - M						
B e C9	200		160	95	207			50										
B e C10	225		200	120	239			70										
B e C11	275	400	250	150	275	85	80	95	360(4)									
B e C12	300		250	185	314			120										
B e C13	350		315	240	369													

Tabela de Normas Técnicas - Distribuição de Energia - ENEL SP, edição 2014.

Como fabricantes, saber orientar o cliente ou o profissional que irá fazer a instalação é muito importante. Passar a informação correta de corrente na ficha técnica é importante para que se saiba como será o dimensionamento de cabos mediante a quantidade de equipamentos que serão ligados na rede.

Caso isso não seja feito, pode haver queima de luminárias por sobrecarga e também gerar problemas na rede do cliente. Saber dessas questões serve de respaldo para nós fabricantes caso haja problemas de instalação, sobrecarga ou má funcionamento das luminárias.

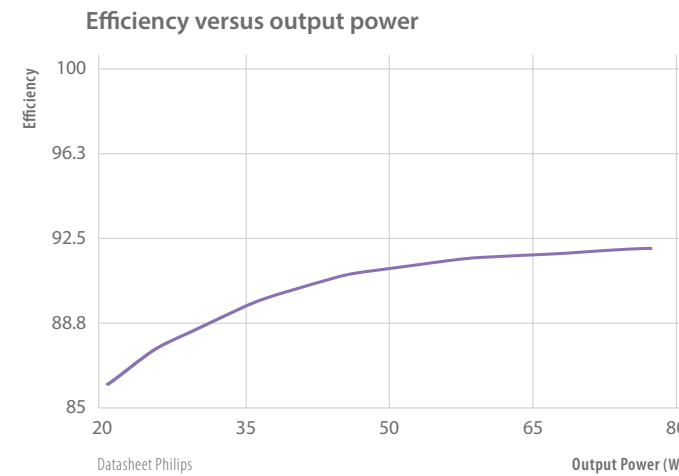
Potência

Quando falamos de potência dos equipamentos de iluminação, devemos ter duas coisas em mente, Potência Nominal e Potência Real (Potência do sistema). No caso de luminárias essas duas denominações tem um significado um pouco diferente de quando falamos em elétrica propriamente dita, como segue explicado abaixo:

1. Potência Nominal (de luminárias) é a potência que a fonte luminosa utiliza para entregar uma quantidade de luz sem levar em consideração o que ela consome da rede elétrica para entregar essa quantidade de luz.
2. Potência Real (de luminárias) é a potência que a fonte luminosa juntamente com conjunto da luminária (transformador/driver) utiliza para entregar uma quantidade de luz considerando o que ela consome da rede para entregar essa quantidade de luz.

Para achar esse valor é necessário fazer um cálculo de potência

real. Para realizar esse cálculo é preciso identificar nas informações técnicas do driver/transformador os dados de eficiência:



De acordo com a potência nominal define a eficiência que esse equipamento irá trabalhar. Achado o valor da eficiência se divide por 100, e depois do valor encontrado divide-se a potência nominal por esse valor para achar a potência real do conjunto. Ex:

Utilizando uma potência nominal de 50W, temos aproximadamente uma eficiência de 90 do driver:

$$90:100 = 0,9$$

$$50:0,9 = 55,55W - \text{Potência Real do Sistema}$$

Essa é uma informação importante que deve ser informada na ficha técnica, pois é esse valor que o sistema consumirá da rede elétrica. E também é mediante esse valor que obtemos a eficiência real da luminária.

POTÊNCIA TOTAL DA LUMINÁRIA

A potência total da luminária basicamente será a potência real drenada da rede elétrica, isso inclui a potência consumida pela placa de LEDs e todas as perdas do driver de LED, a forma de calcular a potência total da luminária pode ser definida através das seguintes fórmulas:

$$\text{Potência Total da Luminária} = \text{Tensão de Rede} \times \text{Corrente Drenada da Rede}$$

Também é possível calcular a potência de entrada da luminária com base na potência de saída necessária em relação à eficiência do driver para cada caso.

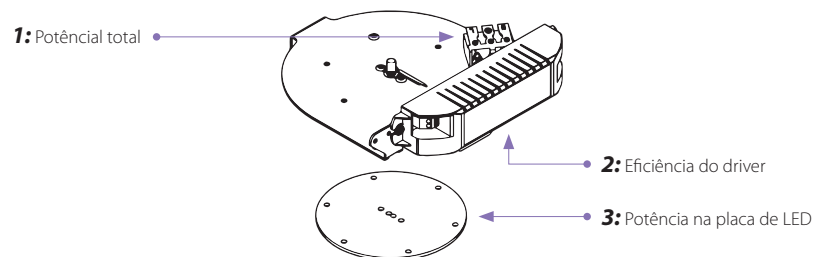
$$\text{Potência Total da Luminária} = \text{Potência da Placa de LED} + \text{Perdas no Drive de LED}$$

Ou ainda:

$$\text{Potência Total da Luminária} = \text{Potência da Placa de LED} \div \text{Eficiência do Driver de LED}$$

Para definição de potência total da luminária, será necessário analisar a saída e entrada do driver em geral, para que seja possível a aquisição dos valores corretos de medição e cálculo de potência.

Com isso, será necessário analisar em 3 etapas a divisão dos componentes conforme o produto representado abaixo:

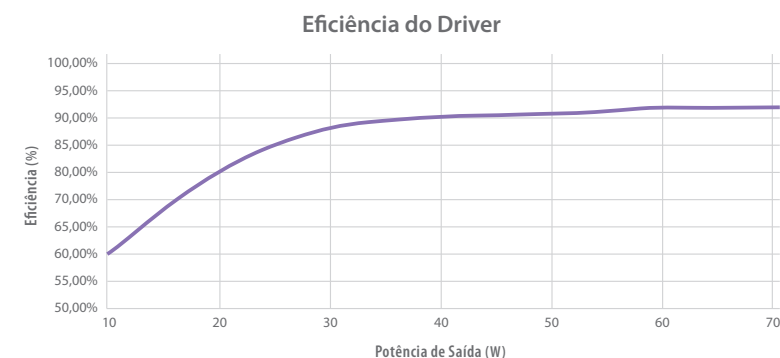


Eficiência do driver

O driver como qualquer outra fonte de alimentação, terá perdas no circuito de conversão de energia, portanto é possível obter a eficiência do driver na relação entre a potência de saída para os LEDs sobre a potência total consumida da rede elétrica, conforme abaixo:

$$\text{Eficiência (\%)} = \text{Potência de Saída (W)} \div \text{Potência de Entrada (W)}$$

Geralmente os drivers possuem variação de eficiência com base na carga aplicada na saída, esta variação irá gerar diferentes potências de entrada, abaixo foi gerado um gráfico de exemplo destas variações:



Potência na placa de LED

A potência de saída estará atrelada com a quantidade de LEDs presentes no circuito, bem como na corrente aplicada sobre a placa de LED. A potência pode ser calculada conforme a equação abaixo:

$$\text{Potência de Saída} = (\text{Tensão na Placa de LED}) \times (\text{Corrente de Saída})$$

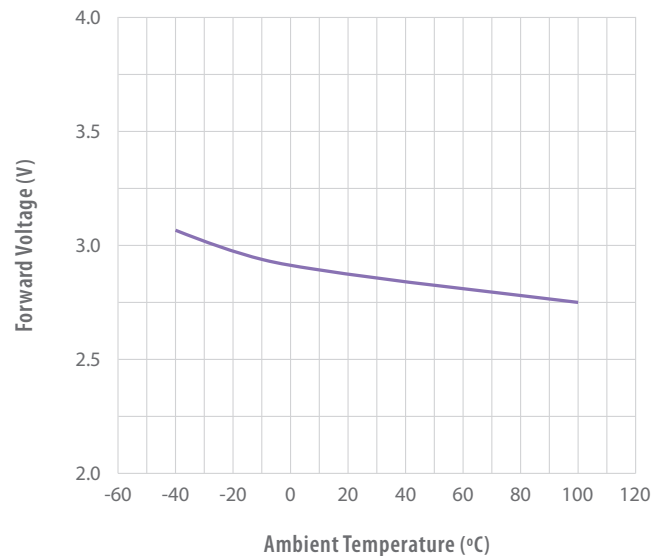
Normalmente a potência de saída é levada em consideração para análise do desempenho luminotécnico da luminária e, também, para o dimensionamento correto do conjunto de dissipador e LED.

Para a medição de potência de saída, é importante que a luminária e o driver estejam estabilizados, tanto térmica quanto eletricamente, visto que os resultados podem sofrer variações nos valores obtidos.

É considerado um sistema estabilizado aquele que em 3 medidas consecutivas em intervalos de 5 minutos apresentam variação menor que 0,5%.

A potência de saída está atrelada diretamente à temperatura de junção (T_j) de operação dos LEDs, pois impacta na queda de tensão (V_f) de cada LED.

Através do gráfico abaixo é possível verificar esse comportamento:



Em resumo, quanto maior a temperatura de operação do LED, menor o V_f , isso resulta em uma potência menor na placa de LEDs.

Considerando o gráfico acima, o V_f pode cair de 2,87V com $T_j=25^\circ\text{C}$ para 2,75V com $T_j=100^\circ\text{C}$, ou seja, uma redução de 4,2%. Acompanhando essa característica, vale ressaltar que o fluxo luminoso da placa de LED também diminui com o aumento de temperatura de operação.

Em geral a temperatura de junção, irá impactar diretamente no fluxo final do LED, vida útil do conjunto, na eficiência da luminária completa (lumens/Watt) e na potência final.

Como obter a potência total da luminária.

Para se obter a potência total da luminária é necessário um teste de laboratório com o auxílio de um wattímetro adequado para a precisão e potência da luminária.

Laboratórios/empresas que efetuam este ensaio nas luminárias:



Consulte:

Página 45 - itens 04 ao 06. | Página 46 - item 25.

Alguns detalhes para a realização desse ensaio são importantes. Abaixo uma sequência de etapas simplificada:

1. A luminária deve ser posicionada ou instalada nas mesmas condições da aplicação final: embutida, sobreposta, etc. A posição influencia diretamente no aquecimento da luminária e seus componentes (dissipador, placas de LED, drivers, entre outros);

2. Conectar a luminária em um wattímetro e fonte estabilizada de tensão, também garantir que a temperatura ambiente seja de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$;
3. Energizar o produto através da fonte com a tensão nominal de trabalho conforme orientação do fabricante (127Vac, 220Vac, 12Vdc, 24Vdc, etc.);
4. Aguardar a estabilização térmica e elétrica do produto. Lembrando que é considerado um sistema estabilizado aquele que em 3 medidas consecutivas em intervalos de 5 minutos apresentam variação menor que 0,5%;
5. Realizar a medição final dos dados de elétricos de entrada da luminária: tensão, corrente, fator de potência e distorções harmônicas de corrente.

Vale ressaltar que é fundamental que os equipamentos de medição estejam dentro da validade de calibração.

Exemplo de equipamentos para realização da medição de potência:









Consulte:









Página 45 - item 10. | Página 46 - itens 26 e 27.



05

REFERÊNCIAS & QR CODES

 Consulte		
ITEM	O QUÊ?	ONDE ENCONTRAR?
01	DALI - Digital Illumination Interface Alliance	 www.dali-ag.org/
02	RELUX	 www.reluxnet.relux.com/en/external/?link=/download/reluxdesktop/
03	OXY TECH Litestar 4D - Photoview (módulo na versão aberta)	 www.oxytech.it/software/download/litestar-4d-open/?idC=61898
04	IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas	 www.ipt.br
05	PUC-RS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	 www.pucrs.br/labelo/
06	INTERTEK	 www.intertek-br.com
07	TÜV Rheinland Brasil	 www.tuv.com/brasil/br

08	UL DO BRASIL Certificações	 brazil.ul.com
09	EXPER Soluções Luminotécnicas	 www.expersolution.com.br
10	EVERFINE Corporation (Produtos)	 http://www.everfine.net/en/business.php
11	LMT - Lichtmesstechnik GMBH Berlin	 www.lmt-berlin.de
12	IES - Illuminating Engineering Society	 www.ies.org/product/optical-and-electrical-measurements-of-solid-state-lighting-products/
13	IES VIEWER Photometric Viewer	 www.photometricviewer.com
14	OXY TECH Litestar 4D - Photoview	 www.oxytech.it/software/litestar-4d-suite/photoview/?idC=61750
15	KONICA MINOLTA	 www.konicaminolta.eu/eu-en

16	ASENSETEK		www.asensetek.com/lighting-passport/
17	ASENSETEK - Lighting Passport Spectrometer Lighting Product (vídeo)		youtu.be/H9f9lr7Bj1A
18	ASENSETEK - Lighting Passport Control Demo (vídeo)		youtu.be/wi4iuX4hR94
19	FLUKE (Produtos)		www.fluke.com/pt-br/produtos/
20	TESTO (Tecnologia de Medição)		www.testo.com
21	FLIR Systems		www.flir.com.br
22	INSTRUTHERM (Equipamentos de Medição)		www.instrutherm.net.br/laboratorio/termometros.html
23	MINIPA (Produtos)		www.minipa.com.br/categoria/1/temperatura-e-ambiente?search=&order=i.ordering&dir=asc&cm=0#tlb

24	ENTRAN (Equipamentos de Ensaio de Segurança Elétrica para Eletrodomésticos)		www.entran.com.br/download/especificacoes/WEB-ENTRAN-folder_eletrrodomesticos.pdf
25	LACTEC		www.lactec.org.br/laboratorios
26	YOKOGAWA (Produtos)		www.tmi.yokogawa.com/br/solutions/products/power-analyzers/
27	FLUKE (Qualidade de Energia)		www.fluke.com/pt-br/produtos/teste-eletrico/analisadores-da-qualidade-de-energia
28	United States Department of Energy		www.energy.gov
29	LYCO Light Bulbs & Lighting		www.lyco.co.uk/advice/dimmers-trailing-vs-leading-edge/
30	LISUN GROUP Optical Instrument		blog.lisungroup.com/how-to-use-tm-21-to-estimate-led-luminaries-life/

Outras Referências:


A Guide to the specification of LED Lighting products - Lightsave. | A Guide to the specification of LED Lighting products 2012 - Lighting Industry Liaison Group. | LED Color Characteristics - US Department of Energy. | LED Lighting facts: Manufacturer Guide 2018 - The LED Lighting Facts Team. | Manual Luminotécnico Prático - OSRAM. | Manual da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

EXEMPLO DE FICHA TÉCNICA

NOME PRODUTO

Projeto: _____ Cód./Ref.: _____ Data: _____

LOGO
EMPRESA



APLICAÇÃO

LUMINÁRIA DE EMBUTIR COM DISTRIBUIÇÃO SIMÉTRICA. MÓDULO DE LED PADRÃO ZHAGA QUE GARANTE A EVOLUÇÃO DO SISTEMA COM O MESMO FATOR DE FORMA.

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

- FABRICADO EM AÇO SAE 1006 E ALUMÍNIO UGA 1200 H14 TRATADOS.
- DISSIPADOR FABRICADO EM ALUMÍNIO EXTRUDIDO ANODIZADO.
- PINTURA PÓ POLIÉSTER COM ACABAMENTO MICRO TEXTURIZADO, RESISTENTE A UV, NORMALIZADO R6h.
- FOCO FIXO.

CARACTERÍSTICAS ELETRICAS

- TENSÃO: 220VAC
- FREQUÊNCIAS: 50/60Hz
- FATOR DE POTÊNCIA: $\geq 0.9^*$
- THD: $\leq 20\%^*$

ÓTICA

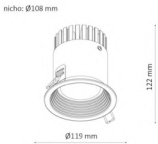
- REFLETOR EM ALUMÍNIO ANODIZADO DE ALTO BRILHO
- RECLUSO ANTIREFLEXO
- OPÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO LUMINOSA DE 14°, 24° E 40°

PROTEÇÃO

- IP20
- IK04
- CLASSE III - SELV

Dimensões

nicho: $\varnothing 128$ mm



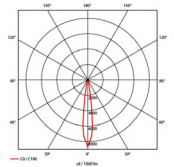
peso: 0,58 kg

*CONFIGURAÇÕES PADRÃO. OS VALORES PODEM MUDAR DEPENDENDO DO FLUXO DE LUMINOSO E/OU DO DRIVER ESPECIFICADO.

Especificações

CÓDIGO	FONTE DE LUZ	FLUXO LUMINOSO	POTÊNCIA	EFICIÊNCIA	INTENSIDADE LUMINOSA	CCT	CRI	SDCM	FACHO	USR AN (m)	VIDA ÚTIL	TEMP DE OPERAÇÃO	EQUIPAMENTO ACESSÓRIOS	PESO
CÓDIGO PROD. 01	MICRO LED	1400lm	10W	140lm/W	72100cd	3000K	≥ 80	3-step	14°	$< 10,8$ e $> 10,8$	50.000h (L70)	55°C	Driver E-220V	0,58kg

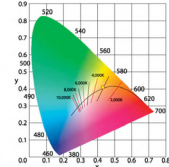
Distribuição Fotométrica



IEC - SDCM

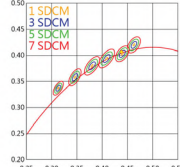
$x = 0.4307$ | $y = 0.4095$

$CCT = 3152K$ | $DUV = \text{POSITIVO}$



CIE 1931

3 - STEPS



NOME PRODUTO - NOVEMBRO 2020

NOME EMPRESA - Todos os direitos reservados

SITE EMPRESA

NOME PRODUTO

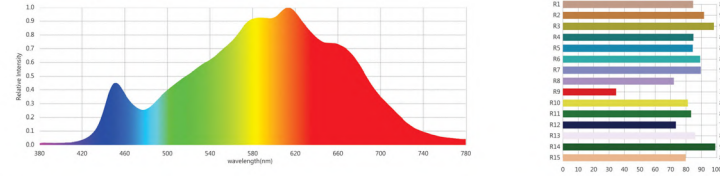
Projeto: _____ Cód./Ref.: _____ Data: _____

LOGO
EMPRESA

Espectro Visível

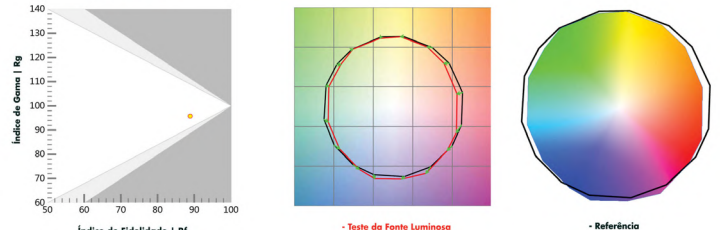
CRI - (Re) (R1 - R15)

Ra = 87 | Re = 82



TM-30-18

Rf = 89 | Rg = 96



Índice de Fidelidade | Rf

Índice de Gamut | Rg

- Teto da Fonte Luminosa - Referência

- Referência

NOME PRODUTO - NOVEMBRO 2020

NOME EMPRESA - Todos os direitos reservados

SITE EMPRESA



Anotações:

QUEM SOMOS?

Com foco na eficiência, produtividade e desenvolvimento das empresas de iluminação do país foi criada, em 1985, a Abilux - Associação Brasileira da Indústria de Iluminação. Entidade civil sem fins lucrativos, a Abilux trabalha em parceria com as companhias para entregar os melhores produtos de iluminação aos consumidores brasileiros.

Acesse nosso site para mais informações!

WWW.ABILUX.COM.BR



Outubro, 2020.

Este manual substitui todas as edições anteriores publicadas.



Av. Paulista, 1313, 9º Andar, Conj. 913
01311.923 - São Paulo, SP.
Fone: (11) 3251.2744 - Fax: (11) 3251.2558
abilux@abilux.com.br