



Promotor:

Cofinanciado por:

4.1 Iluminação

4.1.1 Iluminação Natural

4.1.2 Iluminação Artificial

4.2 Sistemas Técnicos

4.2.1 Fontes de Luz

4.2.2 Reguladores de Fluxo Luminoso

4.2.3 Sistemas de Controlo e Gestão

4.3 Eficiência Energética na Iluminação

4.4 Conceitos Luminotécnicos

4.4.1 Visão, luminotecnica e eletrotecnica

4.4.2 Eficiência lumínica

4.4.3 Poluição luminosa

4. Iluminação





4.1 Iluminação

O consumo de energia elétrica pelos sistemas de iluminação nos edifícios de comércio e serviços representa, tipicamente, entre 20 e 25% do consumo total, tornando a iluminação numa das utilizações finais prioritárias em termos de melhoria da eficiência energética.

A instalação de equipamentos mais eficientes que satisfaçam os níveis de iluminação necessários ao desenvolvimento das diferentes atividades, permitem não só uma redução do consumo de energia elétrica como também uma redução dos custos de manutenção e operação dos sistemas, garantindo os níveis de conforto visual adequados.

De uma forma geral, uma boa iluminação melhora a velocidade de perceção e aumenta a sensibilidade e conforto visual, pelo que os níveis de iluminação recomendados obedecem a normas que têm em conta as necessidades

visuais médias necessárias para a realização de tarefas específicas. A privação destas condições pode conduzir a um decréscimo de produtividade dos ocupantes bem como a possibilidade da existência de problemas de saúde.

Um projeto de iluminação adequa os níveis de iluminação nos espaços tendo em conta o tipo de atividade a desenvolver (cada luminária, cada fonte de luz ou cada janela, criam o seu próprio espaço de luz).

A utilização de fontes de luz apropriadas permite criar uma ambiência luminosa correta, respeitando a saúde e o conforto visual:

- Luz indireta para o teto e paredes, tanto para iluminação geral do espaço, como para criar efeitos especiais de iluminação;
- Luz difusa/dispersa para iluminação geral;
- Luz direta e confortável para um local de trabalho ou para um realce decorativo;
- Luz sinalizadora (degraus e caminhos).

4.1.1 Iluminação Natural

A fonte de luz mais confortável e sem custos é a natural, a qual é muitas vezes descurada na conceção dos projetos arquitetónicos de edifícios. A redução nos custos energéticos passa necessariamente pela valorização desta componente.

A luz do dia, e especialmente a luz do Sol (iluminação natural), têm grande influência no bem-estar dos ocupantes, tornando os espaços mais atrativos e confortáveis.

A iluminação natural resulta da combinação da luz direta do Sol com a luz difusa do céu.

O seu aproveitamento depende da orientação das fachadas onde se encontram as aberturas para o exterior (janelas, portas, clarabóias), do período do ano e de outros fatores:

- A utilização de cores claras, nomeadamente nos tetos, nas paredes e/ou

junto às janelas, permite maximizar o aproveitamento da iluminação natural, refletindo-a com maior intensidade para o interior dos espaços;

- As clarabóias fornecem muita iluminação natural e evitam zonas mal iluminadas;
- A transição suave entre a janela e os espaços menos iluminados favorece o bem-estar.

A proteção solar, seja por via de dispositivos interiores (estores ou cortinados), ou exteriores (persianas ou toldos) é importante na maximização da utilização da iluminação natural. Quanto mais iluminação natural entrar, menor será a necessidade de recursos a sistemas de iluminação artificial.

4.1.2 Iluminação Artificial

Os sistemas de iluminação de um espaço, de um edifício, ou de exterior, devem ser cuidadosamente planeados e analisados num conjunto alargado de fatores, havendo três aspetos cruciais a ter simultaneamente em consideração:

1. Escolha da fonte de luz;
2. Definição da luminária;
3. Posicionamento da luminária.

Escolha da fonte de luz

A seleção dos sistemas de iluminação, incluindo o tipo da fonte de luz, a potência, o índice de restituição cromática e a temperatura de cor, influencia significativamente o resultado final de um projeto de iluminação.

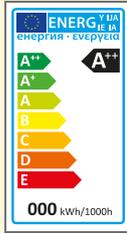
A quantidade de luz necessária depende do que se pretende iluminar sendo essencial considerar o rendimento luminoso da fonte de luz (normalmente através de lâmpadas):

- A eficácia luminosa de uma lâmpada consiste na quantidade de luz emitida por unidade de potência elétrica (W) consumida. Mede-se em “lúmens por

Watt” e permite comparar a eficiência de diferentes fontes de luz.

A decomposição do espectro da fonte de luz tem uma grande influência na iluminação, sendo importante considerar também o índice de restituição cromática (IRC¹):

- A representação de cor de uma fonte de luz é avaliada com base na escala IRC, que vai de 0 a 100, sendo 100 o máximo do índice (luz solar). As fontes de luz com IRC superior a 80 são consideradas excelentes para um reconhecimento da cor real.

Tipo de lâmpada	Potência (W)	Índice de restituição de Cor (Ra) ¹⁾	Classe energética	Economia	Vida Útil (horas)	Regulação do fluxo	Etiqueta Energética
 Incandescente	15-150	99	E-G	*	1000	Sim	
 Halógeno 230 V	25-500	99	C-E	*	1500-3000	Sim*	
 Economizadora	3-27	80-89	A-B	****	6000-15000	Não	
 Fluorescente compacta	5-55	80-93	A-B	****	8000-20000	Possível	
 Fluorescente tubular	4-80	50-97	A-B	*****	6000-20000	Possível	

*Com limitações.

¹A restituição de cor está relacionada com a forma como os objetos surgem sob o efeito de uma luz branca. Quanto maior o IRC, melhor será a restituição de cor: com um IRC baixo os objetos irão refletir uma tonalidade de cor que não corresponde à sua cor real, enquanto um IRC elevado (próximo de 100) irá refletir uma tonalidade de cor cada vez mais próxima da luz natural, isto é, da cor real.

Definição e posicionamento da luminária

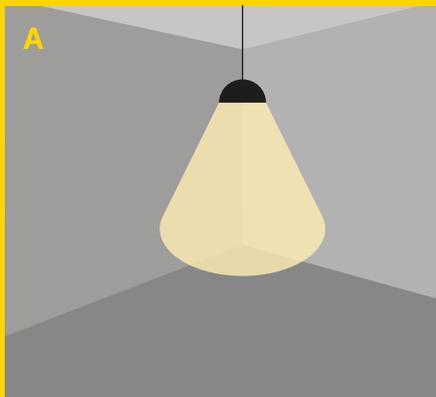
A luminária e o tipo de fonte de luz são normalmente compatíveis, mas é importante analisar antecipadamente as suas opções antes de proceder à escolha de luminárias.

A luminária deve dirigir o fluxo luminoso para onde é preciso. Importa ainda uma escolha adequada do tipo de luminária que suporta a lâmpada,

assim como a colocação à altura apropriada.

O encandeamento é um problema comum na iluminação dos espaços causando desconforto e podendo afetar a visão. O encandeamento direto pode ser evitado através da existência de um bom difusor que deve cobrir toda a lâmpada.

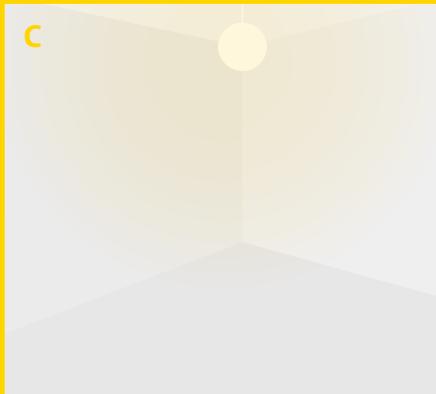
A Luminária de luz direta ou projetor cujo fluxo luminoso é dirigido para baixo e ilumina uma determinada área de forma intensa. Tem como resultado a visualização clara dos contornos.



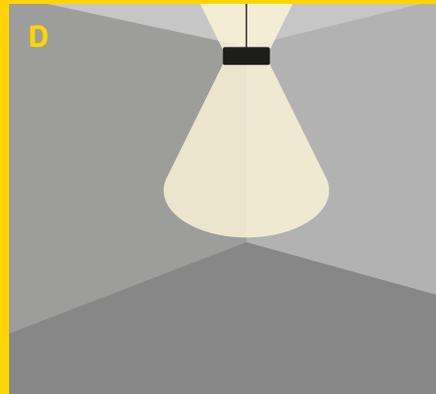
B Luminária de luz essencialmente direta cujo fluxo luminoso é essencialmente dirigido para baixo mas que, no entanto, espalha alguma luz para o resto do espaço. A luz é distribuída de forma mais uniforme e os contornos são mais suaves do que no caso de A.



C Luminária de luz difusa que distribui a luz de forma uniforme. As sombras tornam-se mais suaves.



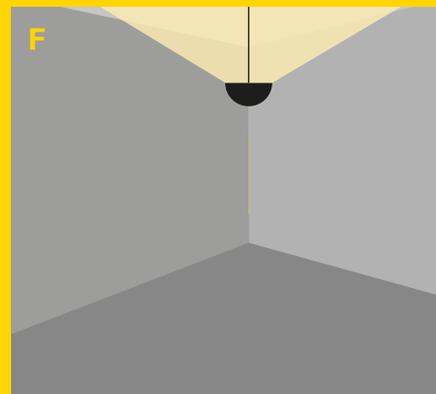
D Luminária de fluxo luminoso misto que espalha a mesma quantidade de luz para cima e para baixo. As sombras são ligeiramente mais suaves do que no caso de A.



E Luminária de luz essencialmente indireta cujo fluxo luminoso é essencialmente dirigido para a parte superior, espalhando mais luz para cima do que para baixo. As sombras são suaves e menos marcadas do que no caso de C.



F Luminária de luz indireta cujo fluxo luminoso é dirigido para cima, iluminando essencialmente a parte superior e, por reflexão, todo o espaço. As sombras no chão serão inexistentes.



4.2 Sistemas Técnicos

4.2.1 Fontes de Luz

Lâmpadas Incandescentes e de Halogéneo

Nas lâmpadas incandescentes e de halogéneo a luz produz-se pela passagem da corrente elétrica através de um filamento metálico, com grande resistência.

Têm um excelente índice de restituição cromática (IRC próximo de 100) mas um rendimento baixo, da ordem dos 15 a 25 lm/W: quase toda a energia que a lâmpada consome (cerca de 95%) transforma-se em calor, que para efeitos de iluminação considera-se que é uma perda de energia.

/Nota
Decorre desde 2005 na União Europeia um período de “phase-out” (i.e., proibição de colocação no mercado) de fontes de luz menos eficientes, como as incandescentes, no âmbito da medida de eliminação progressiva de lâmpadas de baixa eficiência energética.

As lâmpadas de halogéneo são lâmpadas incandescentes com melhorias introduzidas. Têm uma duração superior (entre 2.000 e 4.000 horas, contra as cerca de 1.000 horas das incandescentes tradicionais) e podem ser de dois tipos: as *standard*, de 230 V, e as de tensão reduzida, de 12 V (que requerem o acoplamento de um transformador).

Lâmpadas Fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes (economizadoras ou compactas, tubulares) baseiam-se na emissão luminosa que alguns gases, como o flúor, emitem quando submetidos a uma corrente elétrica.

/Nota
Algumas lâmpadas fluorescentes têm rendimento superior a 100 lm/W (e.g. tubulares do tipo “T5”) constituindo-se ainda como uma solução de iluminação de elevada eficiência energética.

As lâmpadas que não têm balastro integrado devem ser utilizadas apenas em luminárias equipadas com balastro, de preferência eletrónico (menos 25% de consumo de energia face aos balastros ferromagnéticos).

Apresentam um bom IRC (até 90%), um

tempo de vida útil entre 8.000 e 15.000 horas e um rendimento médio de 70 a 90 lm/W.

Devido à sua constituição, quando este tipo de lâmpadas avariarem devem ser entregues na loja onde foram compradas ou num ecocentro, e nunca devem ser colocadas no lixo indiferenciado nem no vidro.

No caso de se partirem deve abrir-se uma janela durante 15 minutos, devendo os resíduos ser recolhidos com luvas de borracha e toalhas de papel e colocados num saco, lavando as mãos no fim do processo.

Lâmpadas de Descarga

A luz numa lâmpada de descarga é produzida pela ionização de um gás, um vapor de metal ou uma mistura de diversos gases em vapor dentro de um tubo de descarga.

Para se produzir uma descarga elétrica num gás é necessária uma tensão mínima (tensão de ignição), após a qual a corrente elétrica vai aumentando devido a um crescimento gradual do movimento de eletrões em presença do campo elétrico até ser atingida a ionização.

A energia libertada pode ser aproveitada para iluminação de duas formas:

- Diretamente, através da parte de energia que é radiada no espectro visível;
- Indiretamente, se as radiações não visíveis forem aproveitadas para excitar substâncias fluorescentes que, por sua vez, radiam no espectro visível.

/Nota
A vida útil deste tipo de lâmpadas poderá reduzir de forma significativa em situações de comutações frequentes.

As mais usadas nos sistemas de iluminação são as lâmpadas de vapor de mercúrio, de vapor de sódio ou de iodetos metálicos.

Vapor de Mercúrio

A lâmpada de vapor de mercúrio (tecnologia em desuso) é uma lâmpada de descarga cuja temperatura de cor varia entre os 4.000 e os 6.000 K (luz fria, num tom branco-azulado).

Contém mercúrio na sua constituição pelo que a sua venda se encontra proibida na União Europeia há já alguns anos, em consequência de um processo de “phase-out”.

Ainda assim podemos encontrar lâmpadas de mercúrio na iluminação de algumas vias de circulação ou de alguns parques de estacionamento.

Vapor de Sódio

As lâmpadas de vapor de sódio são usualmente utilizadas na iluminação exterior, podendo ser de baixa ou de alta pressão. As primeiras são muito menos usadas.

As lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão (VSAP) são lâmpadas de descarga de alta intensidade (*HDI – High Discharge Intensity*), controladas por um balastro, e apresentam uma temperatura de cor entre os 2.600 e os 3.200 K (luz quente, amarelada).

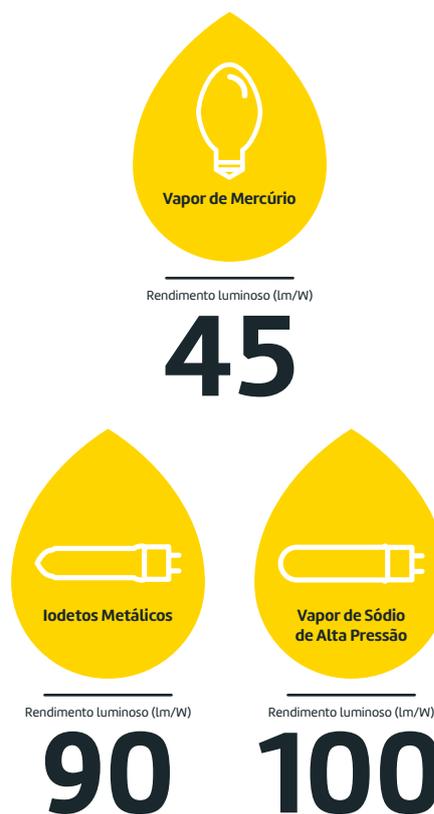
Apresentam um IRC relativamente baixo (20 a 40) e um tempo de vida útil bastante razoável (entre as 16.000 e as 28.000 horas).

Iodetos Metálicos

Este tipo de lâmpada é um aperfeiçoamento da lâmpada de vapor de mercúrio que, devido à presença de iodetos metálicos, possui um IRC e uma eficácia luminosa muito superiores. Possui, no entanto, um tempo de vida um pouco inferior (entre as 12.000 e as 24.000 horas).

A gama de temperaturas de cor varia entre os 3.300 K (luz quente) e os 5.500 K (luz fria), emitindo habitualmente luz branca num tom neutro.

No esquema seguinte são apresentadas as lâmpadas de descarga mais utilizadas, referindo-se o seu rendimento luminoso médio.



LED

Um *LED* (*Lighting Emmiting Diode*, ou Díodo Emissor de Luz) é constituído por várias camadas de material semicondutor (sólido) que, quando é energizado, pela aplicação de uma fonte elétrica de energia (eletroluminescência), emite luz visível.

Devido ao seu alto rendimento em termos de conversão de energia elétrica em luz, à sua grande durabilidade e à sua atual disponibilidade em diversos tamanhos e suportes (casquilhos), os *LED* têm-se tornado cada vez mais uma solução adequada para a substituição das lâmpadas comuns tendo em vista a melhoria da eficiência energética das instalações de iluminação.

A tecnologia *LED* permite dispor de 100% de luz imediata quando é acionada a iluminação bem como suportar um elevado número de ciclos de ligar/desligar.

A gama de temperaturas de cor disponíveis é ampla (10.000 K, sendo que este é para aplicações específicas) e algumas soluções permitem

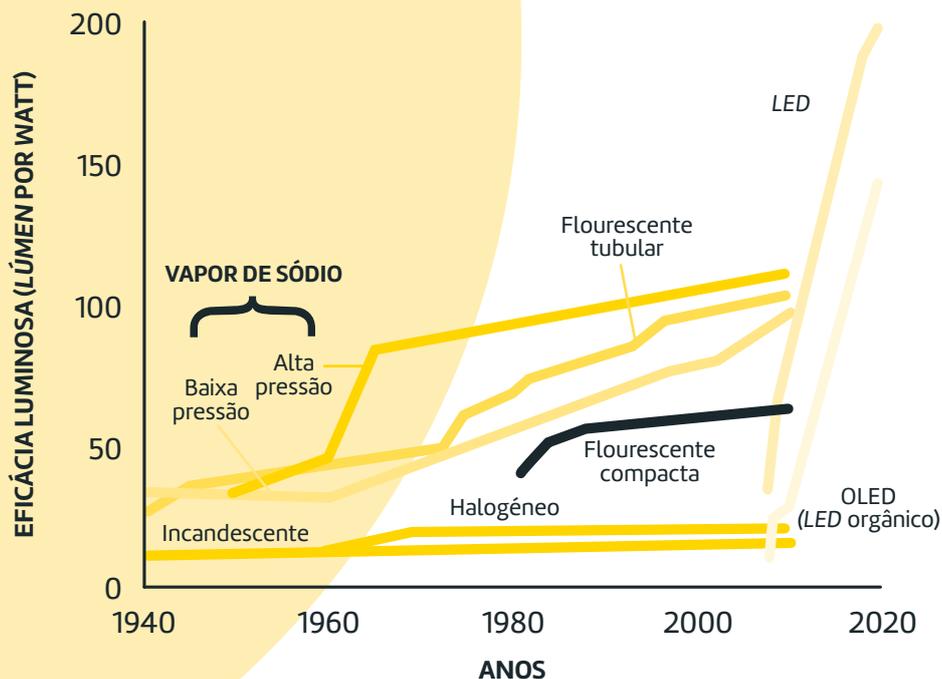
regulação (“*dimming*”).

Diversas características dependem significativamente da qualidade dos *LED*, nomeadamente o IRC (que pode variar entre 70 e 80) e a durabilidade (entre 25.000 e 100.000 horas, com base na tecnologia atual).

“
Comparativamente às restantes tecnologias de iluminação, uma luz *LED* utiliza muito menos potência energética (*watt*) para produzir o mesmo fluxo luminoso (*lúmen*).

”
O rendimento luminoso da luz *LED* tem vindo a evoluir rapidamente. Em 2007, quando o *LED* surgiu como opção viável para sistemas de iluminação, o rendimento era da ordem de 50 lm/W. Atualmente é aceitável considerarem-se rendimentos de 120 lm/W.

/Nota
Os lúmens e a potência de um *LED* são conceitos cuja compreensão é importante para considerar o consumo energético de uma fonte de luz. Mas são as garantias de qualidade que influenciam a durabilidade que permite ao *LED* constituir-se como uma solução adequada de iluminação eficiente.



4.2.2 Reguladores de fluxo luminoso

Dispositivos que controlam, através de um circuito eletrónico, a potência fornecida à fonte de luz, permitindo desta forma ajustar o fluxo luminoso às necessidades.

São recomendados para lâmpadas de halógeno (iluminação interior) e também para lâmpadas de descarga (iluminação exterior).

A regulação de fluxo (“*dimming*”) pode ser efetuada através de reguladores de fluxo instalados à cabeceira do circuito de iluminação (gerindo toda a linha), ou por balastos instalados na própria luminária. Ambos podem, ou não, estar associados a sistemas de telegestão.

O princípio de funcionamento dos reguladores de fluxo luminoso (RFL) consiste no controlo da tensão/frequência de alimentação da luminária de modo a obter um nível de iluminação programado, com redução significativa da energia consumida e sem prejuízo da qualidade e segurança do local a iluminar.

Os circuitos de iluminação passam a ser controlados por equipamentos automáticos, permitindo modificar as condições de iluminação, adaptando-as às necessidades de utilização do local.

4.2.3 Sistemas de controlo e gestão

Os sistemas de controlo são dispositivos que regulam a operação do sistema de iluminação em resposta a um sinal externo.

Estes sistemas, automáticos, permitem otimizar a utilização das instalações de iluminação, resultando normalmente

em economias de energia significativas, sem prejuízo dos níveis de conforto e de segurança visual necessários em cada local e/ou atividade:

- **Relógio astronómico:** solução de comando (“*on-off*”) cujo horário de funcionamento se encontra enquadrado em função do pôr e do nascer do Sol, respetivamente, e usados essencialmente para iluminação de espaços exteriores.

São equipamentos parametrizados com a localização (latitude) gerindo o ligar e desligar mediante o horário astronómico respeitante à altura do ano e o local, otimizando deste modo o funcionamento das instalações de iluminação e evitando desperdícios de energia.

- **Detetores de movimento, células fotoelétricas e temporizadores:** ligam e desligam a iluminação em função do movimento, da luminosidade ou das necessidades.

São adequados tanto para iluminação de espaços interiores como de espaços exteriores, podendo ser instalados em escadas, corredores ou átrios, salas de serviço, caves ou instalações sanitárias.

A instalação de sensores de presença funciona de forma eficiente se for bem dimensionada, nomeadamente se os sensores forem bem posicionados de modo a atuarem sempre que necessário.

Os temporizadores horários podem ser acoplados e programados para ligar e desligar a luz em locais estratégicos.

Estes dispositivos permitem alavancar a gestão de energia, melhorando o balanço entre a segurança e o conforto. Os sistemas de controlo e gestão podem ter acesso remoto, possibilitando operações de “telegestão”.

/Nota
Existem lâmpadas fluorescentes e LED que permitem a regulação do fluxo luminoso; a regulação das lâmpadas fluorescentes faz-se através de balastos eletrónicos reguláveis de modo similar à regulação das lâmpadas de descarga.

/Nota
As lâmpadas economizadoras que não tenham balastro eletrónico não são adequadas para atuarem com os detetores de movimento.



4.3 Eficiência Energética na Iluminação

A melhoria da eficiência dos sistemas de iluminação é, habitualmente, umas das primeiras medidas a tomar em consideração quando se pretende melhorar a eficiência energética de um edifício.

A iluminação exterior, por exemplo de vias de circulação, parques de estacionamento, fachadas ou reclames, podem ter também um peso relevante nos consumos energéticos das instalações, sendo muitas vezes descurada.

É importante ter conhecimento das diversas tecnologias disponíveis, mas, na determinação da sua aplicabilidade, é fundamental ter em linha de conta o tipo de utilização do espaço: um escritório terá necessidades distintas de um corredor, assim como a iluminação do interior de um edifício terá especificidades distintas da iluminação da área exterior.

No projeto de novas instalações, ou na remodelação de sistemas de iluminação, é fundamental ter em consideração critérios técnicos como o nível de iluminação (quantidade de luz) ou a qualidade da mesma (uniformidade, temperatura e restituição de cor) tendo por base o fim a que se destina a luz. Assim, a melhoria da eficiência é conseguida através de várias abordagens, como por exemplo:

- Otimização do sistema de iluminação para as necessidades efetivas, minimizando por exemplo a potência elétrica das fontes de luz;
- Utilização de uma fonte de luz energeticamente mais eficiente, como a tecnologia LED;
- Instalação de sistemas acessórios de aumento de desempenho, como os reguladores de fluxo luminoso;
- Acoplação de sistemas de controlo e gestão, como sensores de movimento ou de presença, relógios e temporizadores, ou ainda recorrendo à telegestão.

/Nota
No website do Programa ECO. AP (<http://ecoap.pnaee.pt/>) está disponível uma calculadora que permite efetuar um estudo de viabilidade relativo à melhoria da eficiência energética dos sistemas de iluminação de um edifício (interior e exterior).



4.4 Conceitos Luminotécnicos

4.4.1 Visão, luminotecnia e eletrotecnia

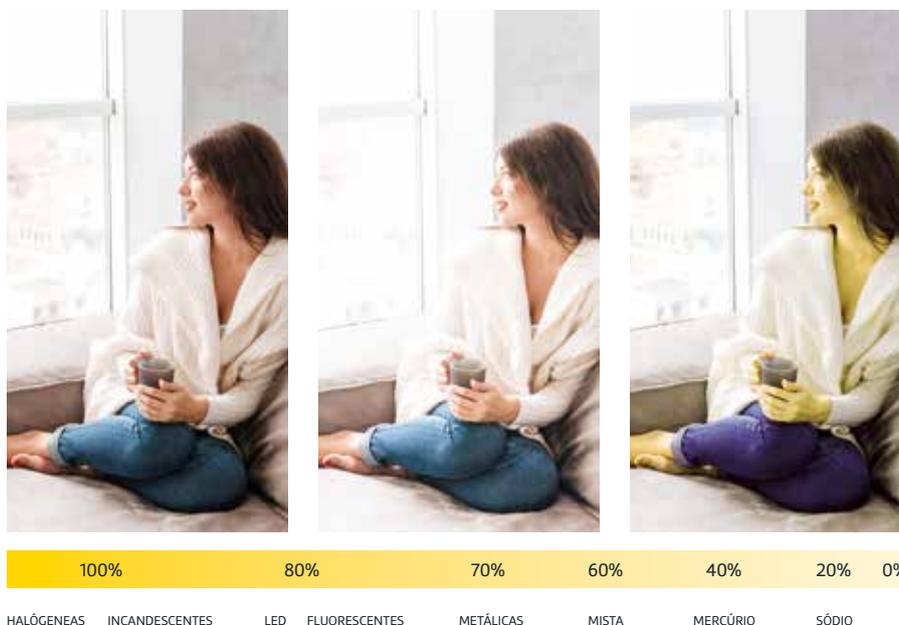
Acuidade Visual

Capacidade que o olho tem em reconhecer separadamente, com nitidez e precisão, objetos muito pequenos e próximos entre si, sendo influenciada por:

- **Adaptação:** capacidade que o olho humano possui para se ajustar a diferentes níveis de intensidade luminosa, mediante os quais a pupila irá dilatar ou contrair;
- **Acomodação:** ajustamento das lentes do cristalino do olho de modo a que

a imagem esteja permanentemente focada na retina;

- **Contraste:** diferença de luminância entre um objeto que se observa e o seu espaço envolvente;
- **Idade:** a capacidade visual de uma pessoa diminui com a idade, uma vez que, com o passar dos anos, o cristalino endurece, perdendo a sua elasticidade, tornando mais difícil a tarefa de focalização das imagens dos objetos.



Curva de Sensibilidade do Olho

Define a sensibilidade do olho ao longo do dia relativamente à luminância²: desde as condições de boa iluminação que ocorrem durante o período diurno ($> 3 \text{ cd/m}^2$), onde a visão é mais nítida, detalhada e as cores se distinguem perfeitamente (denominada de visão fotópica), até às condições quando os níveis de luminância são diminutos ($< 0,25 \text{ cd/m}^2$), em que a sensação de cor não existe e a visão é mais sensível aos tons azuis (denominada de visão escotópica).

Índice de Reprodução de Cor (IRC)

O Índice de Reprodução de Cor (ou Índice de Restituição Cromática), indica a capacidade de reprodução cromática do objeto iluminado por uma fonte de luz, sendo por isso um valor indicativo da capacidade da fonte de luz para reproduzir cores, em comparação com a reprodução obtida por uma fonte de luz padrão, tomada como referência (luz solar).

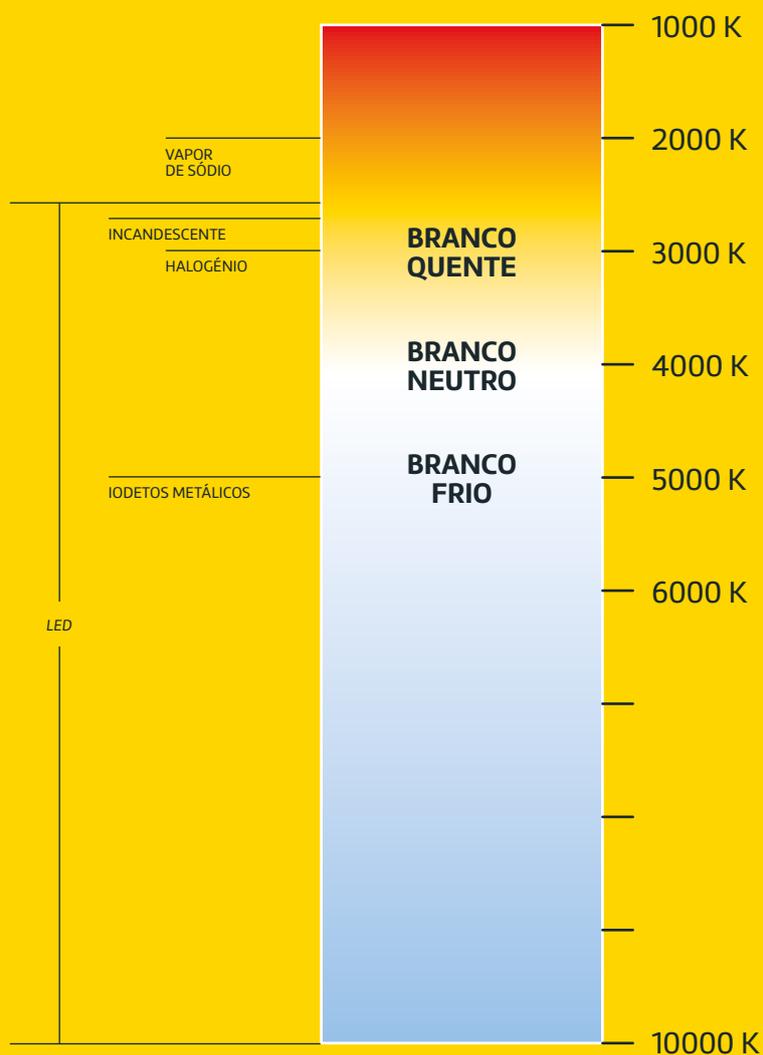
² A luminância mede a luz tal como é percebida pelo olho humano sendo medida em candela por metro quadrado (cd/m^2).

Temperatura de Cor (K)

A definição da temperatura de cor de determinada fonte de luz implica relacionar a cor da fonte de referência (corpo negro - *Planck*) aquecida a determinada temperatura e medida em kelvins (K). O diagrama cromático (CIE³) evidencia a evolução deste

diagrama de *Planck* (também conhecido como diagrama de corpo negro) através das diferentes cores.

Quanto mais alta a temperatura de cor, mais clara é a tonalidade de cor da luz:



³ O diagrama cromático CIE, estabelecido em 1931 pela CIE (Comission Internationale de l'Éclairage), define, por intermédio da conjugação de 3 parâmetros (X, Y e Z), sendo um deles a luminância, todas as cores perceptíveis pelo olho humano. Difere do modelo cromático RGB, um sistema de cores aditivas em que o Vermelho (Red), o Verde (Green) e o Azul (Blue) são combinados de várias formas de modo a reproduzir um largo espectro cromático.

Aparelho de Iluminação

Equipamento utilizado como suporte de ligação à rede elétrica das fontes de luz que o equipam, segundo determinadas características óticas, mecânicas e elétricas.

Fonte de Luz

Elemento físico que, quando alimentado por energia elétrica, emite radiações visíveis ao olho humano.

Ponto de Luz

Elemento que permite a iluminação de uma área, sendo constituído por um aparelho de iluminação, fonte de luz e apoio.

Resistência aos Impactos (IK)

Capacidade do material resistir à força de um impacto repentino, sendo a classificação de 00 a 10.

Índice de Proteção (IP)

Parâmetro que define as características quanto à agressividade do ambiente e condições de intempérie, nomeadamente em termos de proteção do equipamento contra a entrada de poeiras e contra a entrada de água, sendo constituído por 2 dígitos e sendo a classificação do 1.º dígito de 0 a 6 e a do 2.º dígito de 0 a 8.

Um material com um IK = 07 corresponde a um material “resistente contra um impacto de um objeto de 500 gramas a partir de uma distância de 40 cm”.

Um equipamento com um “IP = 54” significa que:

- **5 = proteção relativa contra poeira e contacto com as partes internas ao invólucro:** a entrada de poeira não é totalmente impedida, mas não devem entrar em quantidade suficiente para interferir com o funcionamento satisfatório do equipamento; completa proteção contra o contacto.
- **4 = projeções contra água aspergida:** projeção leve de água contra de qualquer direção não terá qualquer efeito nocivo.

4.4.2 Eficiência Lumínica

A eficiência lumínica (e energética) de uma instalação de iluminação está fortemente associada a um fator de utilização:

- Rácio do fluxo luminoso recebido pela superfície que se pretende iluminar (fluxo útil), com a soma dos fluxos individuais de cada fonte de luz da instalação.

O fator de utilização dependerá fortemente de fatores iniciais como a eficiência energética da fonte e acessórios e as características fotométricas da luminária.

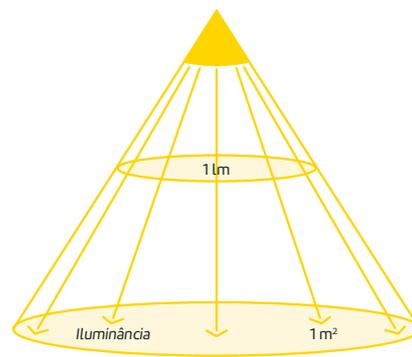
Fluxo Luminoso

Quantidade total de energia luminosa, emitida por segundo por uma fonte de luz. É designado pelo símbolo “F” e é expressa em lúmens.

Iluminância

Quantidade de fluxo luminoso recebido pela unidade de área iluminada e medida em lux (lx). Um lux é igual a um lúmen por metro quadrado (lm/m^2).

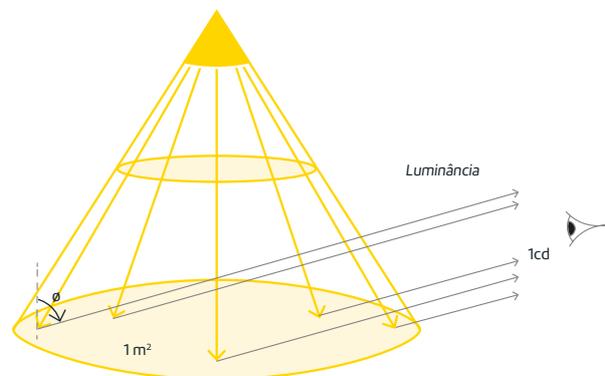
A iluminância é independente da direção de onde o fluxo luminoso atinge a superfície.



Luminância

Quociente entre a intensidade luminosa e a área que a reflete, segundo uma determinada direção, sendo medida em candela por metro quadrado (cd/m^2).

A luminância mede a luz tal como é percebida pelo olho humano.



“ Num projeto de iluminação é importante conhecer a iluminância média, mas também a iluminância mínima, não descuidando o fator de manutenção. As superfícies, com diferentes propriedades de reflexão, terão a mesma iluminância, mas luminância diferente.

”

Fator de Manutenção

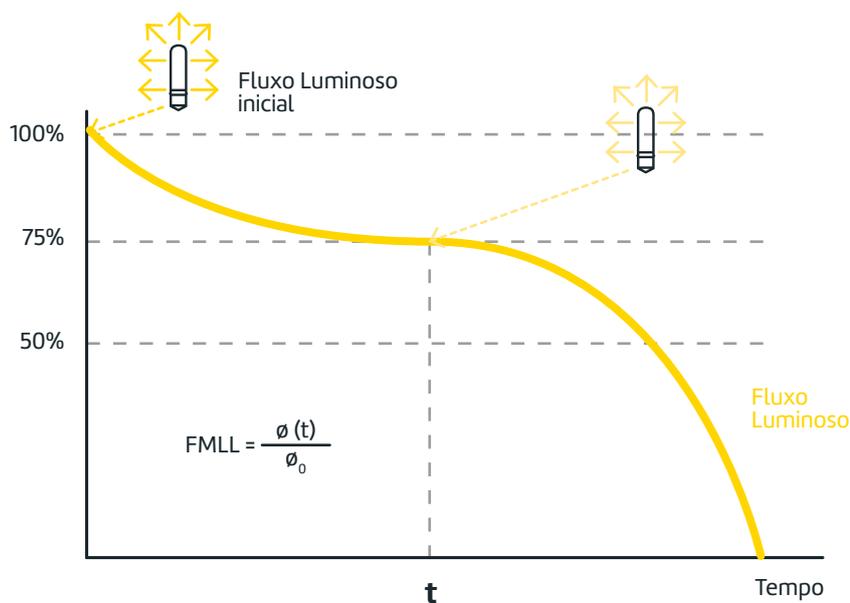
O Fator de Manutenção "FM" de uma instalação corresponde ao rácio da iluminância num determinado momento

com a iluminância inicial, resultando do somatório de diversos fatores:

Fator de Manutenção da Luminosidade da Fonte de Luz (FMLL)

O fluxo luminoso decresce ao longo do tempo. A taxa de decréscimo irá

depender da tecnologia da fonte de luz e do balastro/driver.

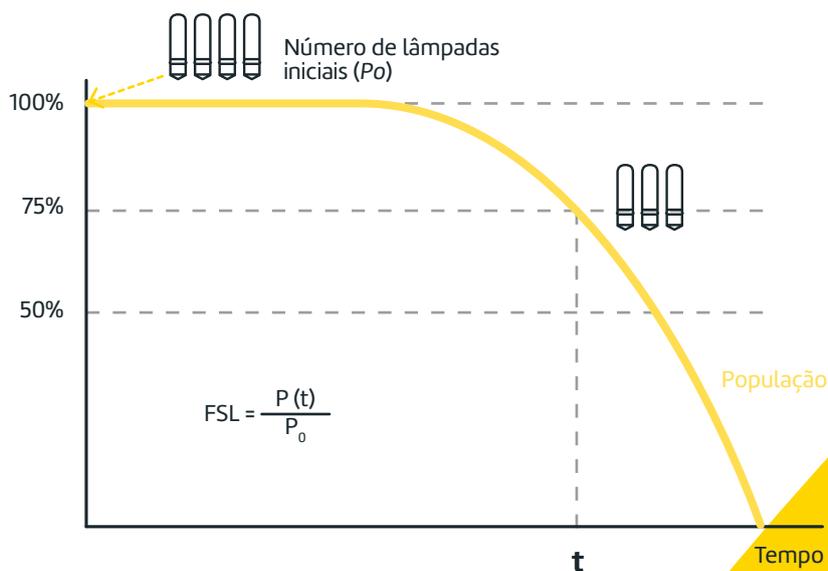


/Nota
Um LED apresenta atualmente uma taxa média de 0,70 para um tempo de operação de 50.000 horas.

Fator de Sobrevivência da Fonte de Luz (FSL)

Probabilidade das fontes de luz continuarem operacionais durante um determinado período de tempo. A taxa de sobrevivência depende do tipo de

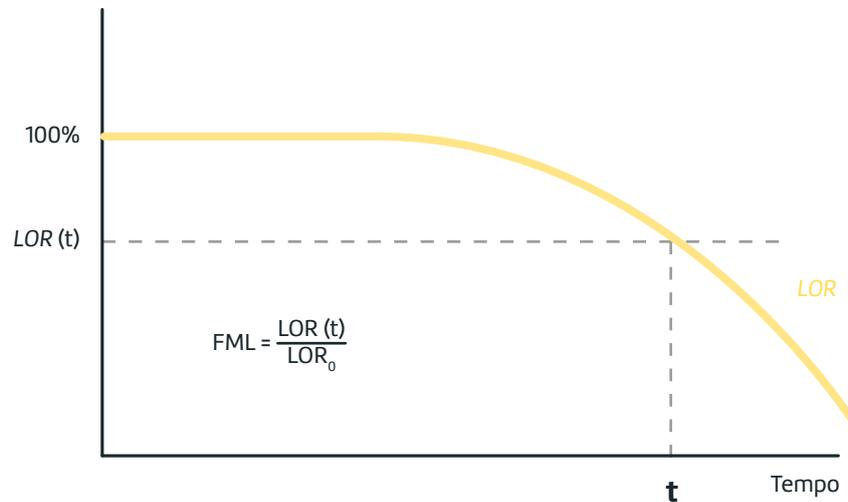
fonte de luz, da sua potência, da frequência de comutação e também dos seus acessórios (e.g. balastro/driver).



Fator de Manutenção da Luminária (FML)

O tempo de operação da luminária varia em função do seu índice de proteção, do tipo de difusor

(de plástico ou de vidro) ou até do nível de poluição a que está exposta.



*LOR - Rácio de Saída do Fluxo Luminoso.

“

O valor do fator de manutenção poderá afetar significativamente a potência da fonte de luz a instalar, bem como o número de luminárias necessárias para alcançar os valores de iluminância e/ou luminância especificados.

”





Intensidade Luminosa

Fluxo emitido por uma fonte de luz numa direção por unidade de ângulo sólido nessa direção sendo medida em candela (cd).

A intensidade não é uma função da distância. E, os desempenhos fotométricos de uma luminária são derivados da distribuição e intensidade da luminosidade medida.

Uniformidade

Relação entre o valor de luminância mínima e o valor de luminância média de uma instalação de iluminação.

Rendimento luminoso

Relação entre o fluxo luminoso emitido pela fonte de luz e a unidade de potência elétrica consumida para obter, sendo medido em lúmen por Watt (lm/W).

“

Uma fonte de luz que transforme, sem perdas, toda a potência elétrica consumida em luz visível (num comprimento de onda de 555 nm), terá o seu maior rendimento em 683 lm/W.

”

/Nota
Deverá ser também calculado o rácio de W/m².

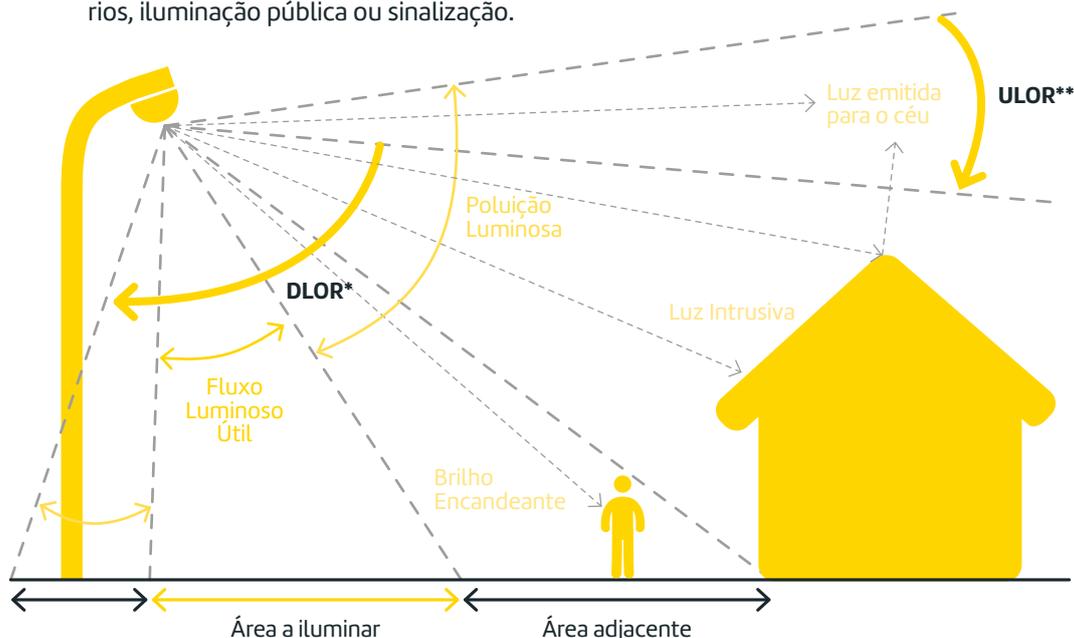
4.4.3 Poluição Luminosa

A utilização intensiva e de forma ineficiente da luz artificial, provoca poluição luminosa, um tipo de poluição ocasionada pela luz excessiva ou obstrutiva.

As fontes da poluição luminosa existente são, maioritariamente, as luminárias de edifícios, anúncios publicitários, iluminação pública ou sinalização.

De uma forma genérica os três tipos de poluição luminosa a evitar são:

- Luz emitida para o céu (emissão de luz para o espaço);
- Brilho encandeante (luz não dirigida à área a iluminar e encandeante);
- Luz intrusiva (ilumina locais indevidamente).



*DLOR – Rácio de Saída do Fluxo Luminoso Descendente.

**ULOR – Rácio de Saída do Fluxo Luminoso Ascendente.

