

Tecnologia LED

Breves apontamentos

Agenda

- Introdução
- Conceitos gerais
- Sustentabilidade energética
- Campos de aplicação
- Comentários finais

Introdução

A tecnologia LED surgiu há mais de um século (por volta de 1907). No entanto, impulsionada pela revolução tecnológica, apenas a partir da década de 60 se registou um verdadeiro crescimento, com a sua utilização de forma massiva na indústria electrónica (automóvel, consumo, etc...).

Mais recentemente, suportada pelos avanços tecnológicos registados e por factores de natureza económica e ambiental, a sua utilização estendeu-se decisivamente a outras áreas, em especial à da iluminação técnica e decorativa.

Esta apresentação centra-se nos seus aspectos técnicos mais importantes e campos de aplicação. Aborda ainda o tema da sustentabilidade energética e respectivo enquadramento.

Conceitos gerais - Introdução -

- O que é?
 - O LED (*Light Emitting Diode*) é um dispositivo semicondutor, capaz de emitir luz quando polarizado electricamente. Esta é uma forma de electro-luminescência.



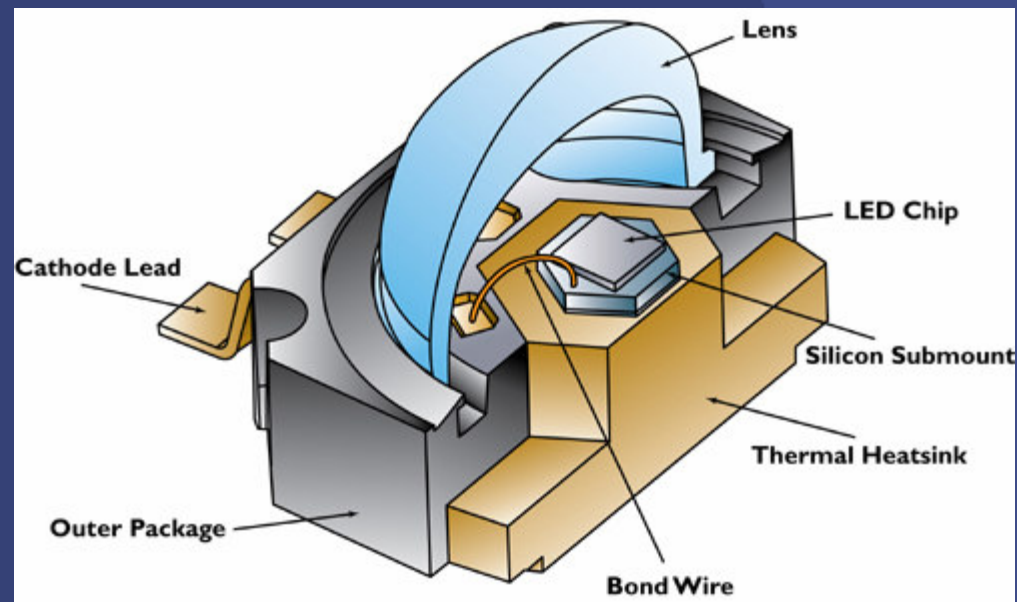
Conceitos gerais - Estrutura Física -

Em certos aspectos, a constituição física de um “LED” (tal como o conhecemos), é muito semelhante a qualquer outro tipo de tecnologia, podendo ser na prática considerado uma lâmpada.

O LED propriamente dito é o semicondutor (*chip*) localizado no centro do invólucro responsável pelo seu encapsulamento.

Principais elementos:

- LED (semicondutor)
- Fios de ligação e pinos
- Dissipador térmico
- Lente primária
- Invólucro (plástico)



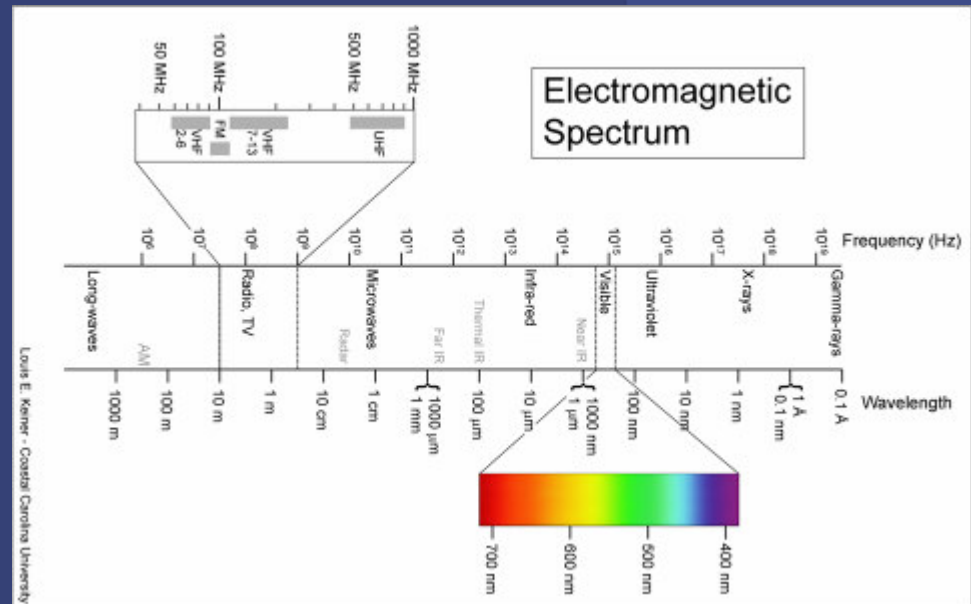
Conceitos gerais

- Espectro Luminoso -

Definição: O espectro luminoso consiste na gama de cores que, em conjunto, constituem a luz branca. Assim, a luz branca não é mais do que o somatório de todas as cores existentes. Este conceito é facilmente demonstrado e compreendido através da utilização de prismas que a decompõem nas suas diversas componentes (um efeito prismático muito conhecido é o vulgarmente denominado “arco-iris”).

Espectro luminoso:

- Visível
 - Simplex
 - Vermelho
 - Âmbar
 - Verde
 - Azul
 - Branco (caso particular)
 - Branco quente (3100K)
 - Branco neutro (4100K)
 - Branco frio (6500K)
- Invisível
 - Infra-vermelho (IR)
 - Ultra-violeta (UV)



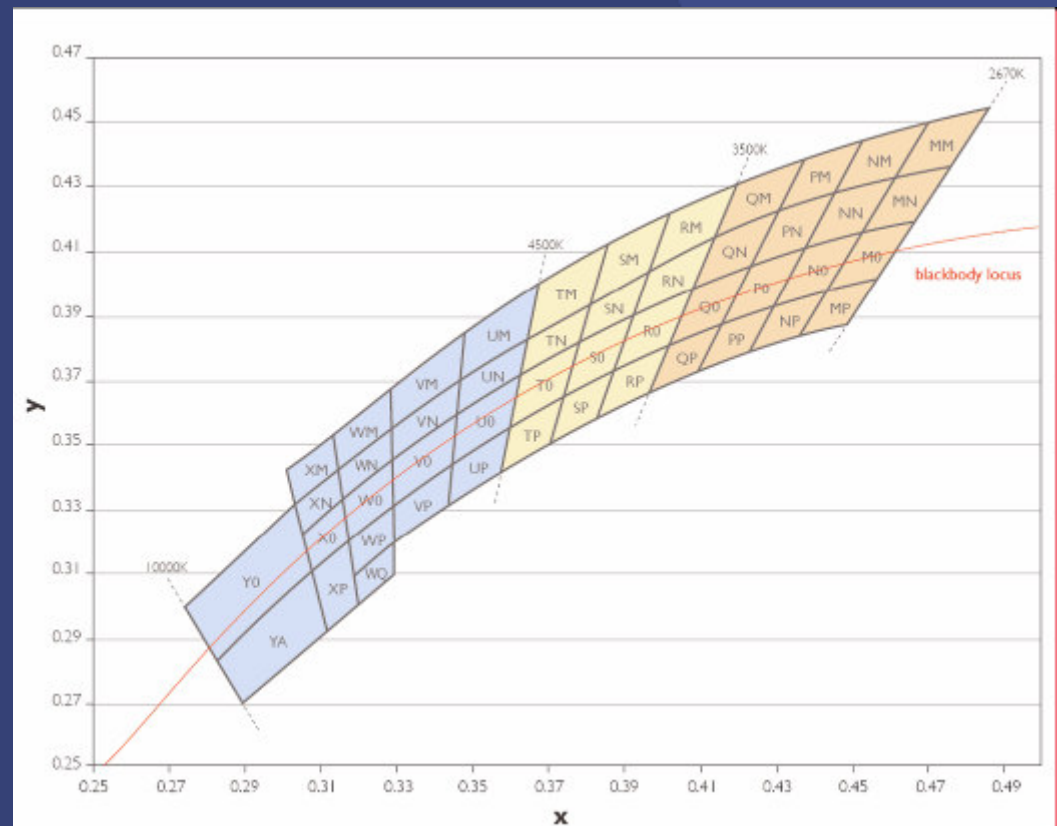
Conceitos gerais - Temperatura de Cor -

O branco é um caso particular no espectro luminoso, não sendo possível falar numa única cor mas num somatório de cores. Este é caracterizado por exemplo em termos de temperatura de cor (ou CCT), medido em graus Kelvin (K). Por norma estão definidos 3 tipos de branco num diagrama CIE (x,y).

Temperaturas de cor:

- Branco Quente (típ. 3000K)
- Branco Neutro (típ. 4000K)
- Branco Frio (típ. 6000K)

Facto: Quanto mais quente é a luz emitida, menor a temperatura de cor.

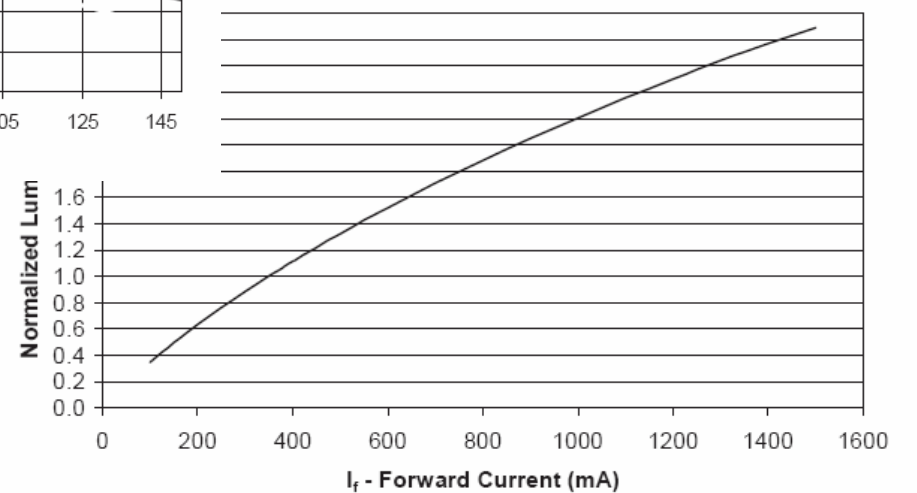
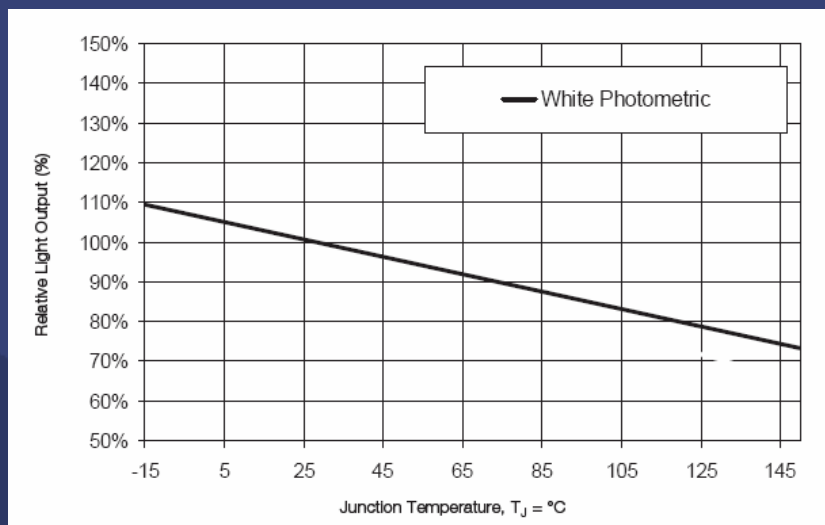


Conceitos gerais

- Desempenho eléctrico/óptico -

Factos mais relevantes:

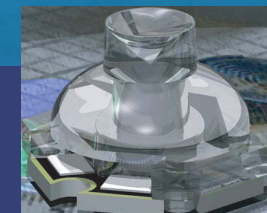
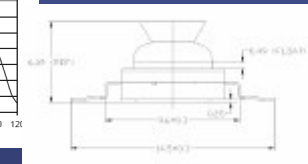
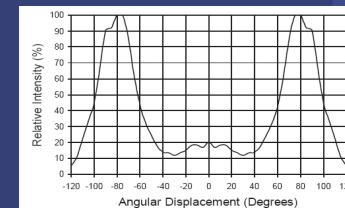
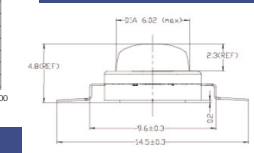
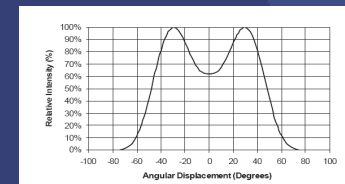
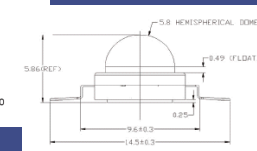
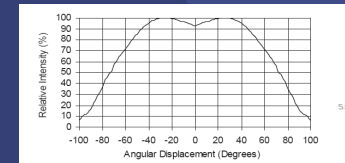
- O fluxo luminoso decresce com o aumento da temperatura (°C).
- O fluxo luminoso não aumenta linearmente com a corrente eléctrica fornecida (constante).
Para os valores de corrente mais elevados este crescimento é efectuado à taxa de ½.



Conceitos gerais

- Distribuição Fotométrica -

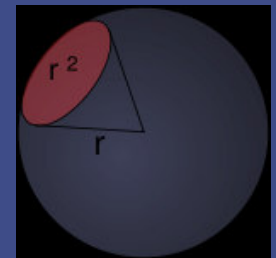
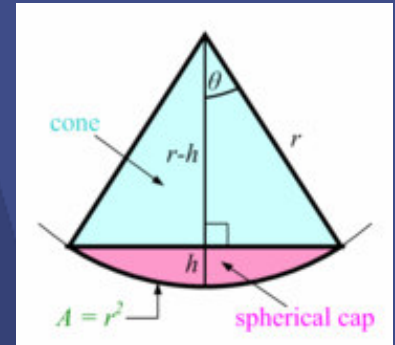
- **Óptica primária**
 - Emissão tipo *Lambertian* (convencional)
 - Distribuição centralizada
 - Abertura abrangente ($3^\circ < A < 140^\circ$)
 - Emissão tipo *Batwing* (“asa morcego”)
 - Distribuição lateralizada
 - Abertura tipicamente estreita
 - Emissão lateral
 - Distribuição fortemente lateralizada
 - Abertura tipicamente estreita ($\cong 40^\circ$)
- **Óptica secundária**
 - Emissão tipo *Lambertian*
 - Emissão lateral
 - Distribuição extremamente lateralizada
 - Abertura muito estreita ($\cong 5^\circ$)
 - Emissão elíptica
 - Distribuição elipsoidal
 - Abertura abrangente ($5 \times 20^\circ < A < 20 \times 160^\circ$)



Conceitos gerais - Parâmetros Ópticos -

Principais parâmetros a considerar:

- Fluxo radiante (W)
 - Quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa
- Fluxo luminoso (lm)
 - Quant. de luz visível emitida por uma fonte luminosa
- Intensidade luminosa (cd)
 - Fluxo luminoso por unidade de ângulo sólido (sr)
- Iluminância (lux)
 - Quantidade de luz visível por unidade de área (m²)
- Eficácia luminosa (lm/W)
 - Rendimento da fonte luz (fluxo luminoso/fluxo radiante)
- Eficácia luminosa global (lm/W)
 - Rendimento global da fonte luz (fluxo luminoso/potência de entrada)
- Eficiência luminosa (W/W)
 - Rendimento percentual da fonte luz (fluxo luminoso/fluxo radiante)



Facto: O máximo valor de fluxo luminoso que é possível obter é de aproximadamente 683lm (1W).

Conceitos gerais

- Potência Eléctrica -

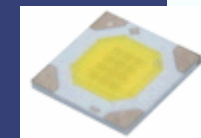
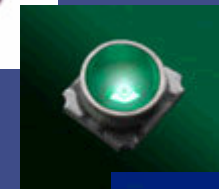
Níveis de potência eléctrica mais comuns:

- Muito baixa potência (<20mW)
 - Aplicação em soluções de sinalização (painéis de controlo)
- Baixa potência (<100mW)
 - Aplicação em soluções de sinalização (“iluminação”)
- Média potência (<500mW)
 - Aplicação em soluções de sinalização/iluminação
- Alta potência (<5W)
 - Aplicações em soluções de iluminação
- Muito alta potência (>5W)
 - Aplicação em soluções de iluminação



Conceitos gerais - Eficiência Óptica -

- Branco frio - Alta potência (<5W)
 - Lumileds (Philips)
 - Luxeon I - 40 lm/W (45 lm)
 - Luxeon K2 - 50 lm/W (140 lm)
 - **Luxeon Rebel** - 100 lm/W (180 lm)
 - Seoul-Optodevice
 - ZLED 1W - 43 lm/W (52 lm)
 - ZLED P4 - 90 lm/W (100 lm)
 - Cree
 - XLAMP7090 XR - 42 lm/W (51 lm)
 - XLAMP7090 XRE - 100 lm/W (180 lm)
- Branco frio - Muito alta potência (>5W)
 - Lamina ceramics
 - BL2000 - 23 lm/W (108 lm)
 - BL3000 - 22 lm/W (567 lm)
 - Edison-Opto
 - Edipower 5W - 35 lm/W (180 lm)
 - Edipower 10W - 34 lm/W (380 lm)
 - Edipower 20W - 29 lm/W (600 lm)



Conceitos gerais – Multi-Cor –

Princípio de funcionamento: A cor pretendida é conseguida mediante a sobreposição de feixes de cores distintas. Este processo pode ser estático ou dinâmico.

- Configurações possíveis:

- Duas cores
- Três cores
- RGB (tradicional)
 - Vermelho (*Red*)
 - Verde (*Green*)
 - Azul (*Blue*)

- Implementação:

- Convencional
 - Integração de n LEDs individuais
 - Solução regra geral mais económica
- *Multi-chip*
 - Integração de n *chips* individuais numa única caixa
 - Solução mais compacta, versátil e com melhor desempenho



Conceitos gerais - Vantagens -

- **Rendimento elevado**
 - Mais eficientes do que as lâmpadas incandescentes e do que a maior parte das lâmpadas de halogéneo.
 - Atingiram recentemente o rendimento excepcional de 100lm/W, ultrapassando as lâmpadas fluorescentes (80lm/W).
- **Elevada selectividade espectral (ajuste de cor)**
 - Podem emitir praticamente todas as cores pretendidas sem necessidade de se recorrer a filtros adicionais, o que os torna ainda mais eficientes e permite reduzir os custos iniciais.
 - Não emitem radiação IR nem UV, esta última bastante nociva e uma importante fonte de calor.
- **Elevada directividade**
 - O feixe pode ser facilmente formatado de acordo com o tipo de aplicação, ao contrário das restantes fontes de luz, onde é necessário recorrer a reflectores para o efeito.
- **Variação de intensidade sem variação de cor**
 - A variação de intensidade (*dimming*) é feita sem que ocorra variação de cor, ao contrário do que acontece com algumas das outras tecnologias.
- **Robustez eléctrica**
 - O processo contínuo e cíclico de ligar e desligar o LED não tem qualquer efeito prático no seu funcionamento e respectivo desempenho.
- **Robustez mecânica**
 - Uma vez que não utilizam componentes mecânicos, os LEDs são altamente resistentes ao choque mecânico, ao contrário do que sucede com a grande maioria das restantes tecnologias.

Conceitos gerais - Vantagens (cont.) -

- Duração elevada
 - Em condições normais de funcionamento a sua duração é superior a 50.000 horas. Esta duração pressupõe uma degradação gradual e não catastrófica (em média significa que o fluxo luminoso ronda os 70% do fluxo inicial).
- Arranque instantâneo (<0,1 mS)
 - Em termos médios, uma vez ligado, um LED consegue estar a emitir 100% do fluxo ao fim de apenas 100 uS.
- Funcionamento em baixa tensão
 - Os LEDs funcionam em corrente constante e em baixa tensão (tipicamente a rondar os 3,5V) . Para além das vantagens inerentes em termos de segurança, a utilização de sistemas auto-alimentados, baseados em energias alternativas renováveis (ex. energia solar), torna-se muito mais simples e económica.
- Dimensão reduzida
 - À semelhança do que acontece com a grande maioria dos componentes de electrónica, também o LED possui uma dimensão muito reduzida, o que o torna extremamente versátil para os mais diversos tipos de aplicação.
- Toxicidade
 - Ao contrário do que sucede com as lâmpadas fluorescentes, os LEDs não possuem mercúrio.
- Custos de manutenção reduzidos
 - Como resultado de algumas das vantagens supra-citadas, os custos de manutenção associados à utilização deste tipo de tecnologia são de uma forma geral muito reduzidos, comparativamente com as restantes soluções convencionais existentes no mercado.

Conceitos gerais - Desvantagens -

- **Custo inicial elevado**
 - Os LEDs ainda possuem um custo inicial relativamente elevado, comparativamente com as outras tecnologias mais convencionais (ex. lâmpadas fluorescentes). No entanto, esta diferença tenderá a ser reduzida à medida que a sua utilização se for massificando por um lado e, por outro, atendendo aos reduzidos custos de manutenção que lhe estão associados.
- **Desempenho dependente das condições de funcionamento**
 - O desempenho dos LEDs está dependente das condições gerais de funcionamento (um aspecto intrínseco a todos os componentes electrónicos), nomeadamente a temperatura de funcionamento. Neste caso concreto, o tempo de vida pode ser drasticamente reduzido se não for providenciada a correcta dissipação de calor.
- **Alimentação regulada em corrente**
 - Uma característica intrínseca dos LEDs consiste no facto de serem alimentados em corrente constante, uma exigência que, regra geral, acarreta custos adicionais ao nível das fontes de alimentação.
- **Distribuição direcciona**
 - Ao contrário das lâmpadas fluorescentes, a distribuição dos LEDs não pode ser omnidirecciona, o que para determinados tipos de aplicação pode ser uma desvantagem.
- **Espectro limitado para a emissão de branco**
 - A emissão de branco nos LEDs é conseguida essencialmente através da mistura de duas cores base: azul e amarelo. Isto significa que a mistura daí resultante poderá não ser é tão boa quanto a que se consegue obter com outros tipos de tecnologia. Por outro lado, está muito dependente do comportamento de cada uma das componentes individuais com as condições de funcionamento.
- **Existência de polaridade**
 - Os LEDs possuem polaridade, a qual deverá ser sempre respeitada, sob pena de ficarem irremediavelmente danificados.

Sustentabilidade Energética

- Introdução -

Dependência energética:

A revolução tecnológica desencadeada no início da segunda metade do século passado conduziu a um aumento do consumo energético sem precedentes, com tendência para continuar a aumentar. Até quando e de que forma isso irá acontecer depende em muito do nosso comportamento como um todo a partir de agora, face à notória escassez de recursos e desequilíbrio de todos os nossos ecossistemas.

Combustíveis fósseis e efeito de estufa:

A nossa forte dependência dos combustíveis fósseis para a geração de energia (especialmente a energia eléctrica) está a contribuir e muito para o desequilíbrio dos nossos ecossistemas. Este desequilíbrio resulta fundamentalmente da combustão desses mesmos combustíveis fósseis e consequente emissão de gases nocivos para a atmosfera (em especial o CO₂) em quantidades excessivas, contribuindo para o aumento do efeito de estufa. As consequências deste efeito são notórias e visíveis a cada dia que passa e tenderão a agravar-se se nada for feito para se inverter a situação actual.

Missão: Aumentar a eficiência energética dos nossos sistemas e reduzir a nossa dependência dos combustíveis fósseis. Desta forma será possível alcançar a desejada sustentabilidade energética.

Sustentabilidade Energética

- Definição -

O que é?

A sustentabilidade energética consiste no aprovisionamento e utilização de energia de tal forma que seja possível satisfazer as necessidades do presente sem comprometer o futuro.

Como alcançar?

A *eficiência energética* e as *energias renováveis* são os dois pilares da política de energia sustentável. Ambas deverão ser desenvolvidas e utilizadas de forma concorrential no sentido de se reduzirem as emissões de CO2 para a atmosfera.

A *eficiência energética* é essencial para a redução da quantidade de energia necessária e conseqüentemente dessas emissões.

As *energias renováveis* deverão assegurar simultaneamente a redução da quantidade de combustíveis fósseis utilizada.

Eficiência Energética em Iluminação

- Breves Apontamentos -

Como se define?

A utilização eficiente de energia (ou simplesmente *eficiência energética*) consiste na utilização de uma menor quantidade de energia para se alcançar o mesmo objectivo. O nível de redução da quantidade de energia necessária define o patamar de eficiência. Assim, quanto maior for a redução efectuada, mais eficiente é o sistema.

Eficiência energética em iluminação:

Em iluminação a *eficiência energética* passa então pela utilização de uma menor quantidade de energia eléctrica sem comprometer qualitativa e quantitativamente os níveis de iluminação desejados. De uma forma simples, baseia-se na utilização de sistemas de iluminação eficientes.

Utilização racional de energia em iluminação:

A *eficiência energética* assenta igualmente na utilização racional da energia. Com efeito, não basta dispor de um sistema eficiente do ponto de vista energético, é necessário que este seja utilizado de forma eficiente! Este princípio aplica-se a todas as áreas em geral e, naturalmente, à iluminação em particular.

Este facto torna-se ainda mais relevante se tivermos em consideração o enorme peso que a iluminação tem na actual sociedade de consumo e os custos energéticos e ambientais que isso acarreta.

Eficiência Energética em Iluminação - Sistemas de Iluminação -

Os sistemas de iluminação poderão ir dos mais simples (em que apenas é utilizada uma ou mais luminárias) até aos mais complexos (em que o conjunto de luminárias se encontra integrado numa plataforma de controlo e gestão).

As principais partes integrantes de um sistema de iluminação são:

- Fonte de luz (“lâmpada”):
 - Fluorescentes - Eficácia luminosa a rondar os 80lm/W.
 - Descarga (iodetos metálicos) - Eficácia luminosa a rondar os 150lm/W.
 - Tecnologia LED: Eficácia luminosa a rondar os 100lm/W.
- Sistema de alimentação: Eficiência superior a 90%.
- Luminária: Eficiência superior a 85%.
- Sistema de controlo e gestão: O correcto dimensionamento e utilização destes sistemas conduz ao aumento da eficiência dos sistemas de iluminação, o que se traduz na prática numa utilização racional da energia em iluminação (ex: regulação de fluxo de acordo com a luz ambiente, com a presença de pessoas num determinado local, etc...).

Util. Racional de Energia em Iluminação

Conceito: A utilização racional de energia em iluminação consiste essencialmente na gestão adequada da energia utilizada para esse fim, de acordo com as necessidades. O recurso a sistemas de iluminação mais eficientes é condição necessária mas não suficiente para se atingir uma elevada eficiência energética. Com efeito, se estes recursos não forem utilizados de forma “racional” perde-se o conceito de eficiência energética.

A gestão adequada dos recursos disponíveis, adaptados às necessidades e aos objectivos que se pretendem atingir, conduz ao aumento da eficiência energética. Neste sentido, alguns dos aspectos a ter em conta num projecto de iluminação (para além dos que já são habitualmente considerados), são os seguintes:

- Quantidade e qualidade da luz adaptadas às necessidades do espaço que se pretende iluminar.
- Cor da luz e temperatura de cor (branco) adequadas ao tipo de objectos que se pretende iluminar.
- Distribuição fotométrica adequada (formatação do feixe luminoso de acordo com o espaço ou objecto que se pretende iluminar, ao mesmo tempo que se minimiza o impacto causado pelo ruído luminoso, um aspecto cada vez mais importante nos projectos de iluminação, em especial para espaços públicos).

Solução: Realização de estudos lumino-técnicos de suporte, baseados neste conjunto de factores com vista ao projecto e desenvolvimento de luminárias e sistemas de luminárias adaptadas às necessidades (*Light Design*).

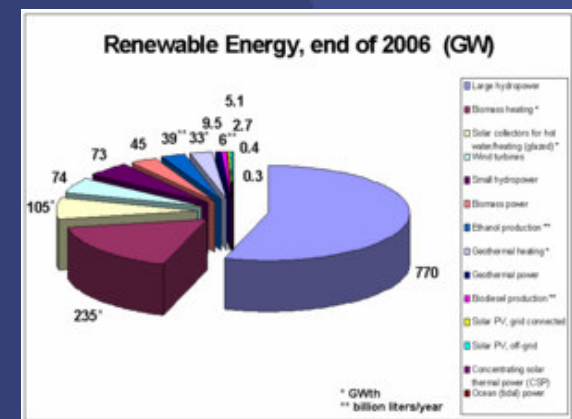
Energias Renováveis em Iluminação

Energias renováveis

A utilização de energias renováveis em iluminação ainda se encontra num estado bastante embrionário, limitada por questões técnicas, económicas e estratégicas (políticas). Estas limitações não têm no entanto impedido o desenvolvimento e aparecimento de novas soluções para a geração de energia, alternativas aos combustíveis fósseis. Algumas dessas soluções já se encontram implementadas e são utilizadas em diversas áreas, incluindo a iluminação. As principais energias renováveis a ter em consideração são: solar, eólica e térmica.

Qualquer uma destas formas de energia pode ser convertida em energia eléctrica e, por conseguinte, utilizada em iluminação. No entanto, por questões técnicas, a eficiência desses processos é ainda bastante reduzida e por conseguinte a sua utilização está confinada a alguns tipos de aplicação muito específicos, como é o caso da sinalização e iluminação rodoviárias (sinais de passadeira, *chevrons*, etc...).

A curto/médio prazo o aparecimento de novas formas de energia alternativas e o desenvolvimento das actualmente existentes deverá contribuir em definitivo para que estas possam ser utilizadas em iluminação sem grandes limitações. Este facto irá contribuir decisivamente para que seja possível alcançar o objectivo proposto: sustentabilidade energética.



Campos de aplicação - Perspectiva geral -

As principais aplicações dos LEDs em iluminação são as seguintes:

- Sinalização/Iluminação técnica-decorativa
- Sinalização/iluminação emergência
- Sinalização/iluminação rodoviária
- Iluminação pública
- Paineis publicitários (*outdoors*)
- Paineis informativos
- Indústria automóvel
 - Sinalização (ex. piscas, *stops*)
 - Iluminação (interior e exterior)
- Equipamentos de electrónica em geral



Campos de aplicação

- Sinalização Técnica-Decorativa -

Sinalização técnica-decorativa:

- Interior (ex. centros comerciais)
- Exterior (ex. parques de estacionamento)



Campos de aplicação

- Iluminação Técnica-Decorativa -

Iluminação técnica-decorativa:

- Interior (ex. salas de cinema)
- Exterior (ex. jardins, pontes)



Campos de aplicação - Iluminação Rodoviária -

Iluminação rodoviária:

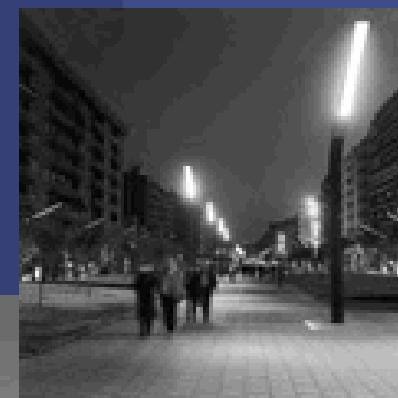
- Estradas secundárias
- Estradas principais
- Auto-estradas
- Pontes
- Túneis
- Passadeiras



Campos de aplicação -Iluminação Pública -

Iluminação pública:

- Parques
- Jardins
- Zonas pedonais
- Ciclovias
- Largos
- Praças



Comentários Finais

A sustentabilidade energética é uma meta ambiciosa mas absolutamente necessária para que o nosso futuro e o das gerações vindouras não fique irremediavelmente comprometido. No cenário actual, caso o estado de coisas se mantenha e não sejam tomadas medidas urgentes para se inverter a situação e reencontrar o equilíbrio natural, essa meta jamais será atingida. Urge portanto a tomada de uma posição colectiva forte nesse sentido.

A iluminação contribui decisivamente e de forma negativa para o cenário dramático que se vive actualmente, tendo por base a elevada percentagem dos efeitos nocivos para o ambiente (causados pela combustão de combustíveis fósseis utilizados na geração de energia eléctrica necessária) que lhe está associada. A convergência para a sustentabilidade será possível a curto prazo através do aumento da eficiência energética (mediante a utilização de sistemas mais eficientes e de uma utilização racional desses mesmos sistemas) e a médio/longo prazo através da utilização de energias renováveis alternativas.

Pese embora o facto de a tecnologia LED ser muito recente e se encontrar ainda em constante e acentuado desenvolvimento, atendendo a algumas das suas principais características, encontra-se muito bem posicionada nesta batalha contra o desperdício energético. Este facto sai ainda mais reforçado se levarmos em linha de conta que a curto prazo (em função dos últimos desenvolvimentos nesta área) os LEDs e sistemas de LEDs poderão ser utilizados basicamente em todo o tipo de aplicações. Actualmente estão ainda muito confinados a aplicações técnica-decorativas.



Obrigado pela vossa atenção.