

# NEUTRO À TERRA

Revista Técnico-Científica | Nº12 | Dezembro de 2013

<http://www.neutroaterra.blogspot.com>

*Ao terminar um ano que foi particularmente difícil para todos os setores da economia, a indústria eletrotécnica que não esteve imune às dificuldades que todos sentiram, manteve apesar de tudo uma dinâmica muito apreciável. No âmbito da nossa revista “Neutro à Terra”, esta dinâmica fez-se sentir fundamentalmente no interesse que muitas empresas do setor eletrotécnico manifestaram pelas nossas publicações, demonstrando agrado por poderem aceder a uma revista especializada que alia publicações de natureza mais científica com outras de natureza mais prática. Assim, voltamos novamente à vossa presença com novos e interessantes assuntos na área da Engenharia Eletrotécnica em que nos propomos intervir.*

Professor Doutor José Beleza Carvalho



**Máquinas Elétricas**  
Pág.5



**Energias Renováveis**  
Pág. 11



**Instalações Elétricas**  
Pág. 29



**Telecomunicações**  
Pág. 45



**Segurança**  
Pág. 51



**Eficiência Energética**  
Pág.55



**Automação Domótica**  
Pág. 61

---

## Índice

---

- 03| **Editorial**
- 
- 05| **Máquinas Elétricas**  
Diagnóstico remoto de defeitos de cargas acopladas a um motor de indução.  
António Manuel Luzano de Quadros Flores
- 
- 11| **Energias Renováveis**  
A tecnologia fotovoltaica de película fina. Afinal como estamos?  
Nogueira F. , Paiva D. , Resende C.
- 17| **Energy Storage Systems (Sistemas de Armazenamento de Energia)**  
Fábio Pereira
- 
- 29| **Instalações Elétricas**  
Secção ótima.  
José Caldeirinha
- 37| **Proposta de metodologia para avaliação de software comercial destinado ao projeto de engenharia da construção!**  
Ana Paula de Freitas Assis Antunes Duarte
- 
- 45| **Telecomunicações**  
*Power Over Ethernet*. A solução de vanguarda nas comunicações baseadas em IP.  
Sérgio Filipe Carvalho Ramos
- 
- 51| **Segurança**  
Deteção automática de incêndios. Detetores lineares de calor e de fumos.  
António Augusto Araújo Gomes
- 
- 55| **Eficiência Energética**  
Eficiência Energética na Iluminação Pública.  
Roque Filipe Mesquita Brandão
- 
- 61| **Automação e Domótica**  
ISO 50001 norma mundial para a eficiência energética. Porquê uma norma mundial?  
Paulo Alexandre Caldeira Branco
- 
- 68| **Autores**
- 

## FICHA TÉCNICA

DIRETOR:	Doutor José António Beleza Carvalho
SUBDIRETORES:	Eng.º António Augusto Araújo Gomes Doutor Roque Filipe Mesquita Brandão Eng.º Sérgio Filipe Carvalho Ramos
PROPRIEDADE:	Área de Máquinas e Instalações Elétricas Departamento de Engenharia Electrotécnica Instituto Superior de Engenharia do Porto
CONTATOS:	jbc@isep.ipp.pt ; aag@isep.ipp.pt
PUBLICAÇÃO SEMESTRAL:	ISSN: 1647-5496

## Estimados leitores

Ao terminar um ano que foi particularmente difícil para todos os setores da economia, a indústria eletrotécnica que não esteve imune às dificuldades que todos sentiram, manteve apesar de tudo uma dinâmica muito apreciável. No âmbito da nossa revista “Neutro à Terra”, esta dinâmica fez-se sentir fundamentalmente no interesse que muitas empresas do setor eletrotécnico manifestaram pelas nossas publicações, demonstrando agrado por poderem aceder a uma revista especializada que alia publicações de natureza mais científica com outras de natureza mais prática. Assim, voltamos novamente à vossa presença com novos e interessantes assuntos na área da Engenharia Eletrotécnica em que nos propomos intervir. Nesta edição da revista merecem particular destaque os temas relacionados com as máquinas elétricas, as energias renováveis e a eficiência energética, as instalações elétricas, os sistemas de segurança e as telecomunicações.

No âmbito da publicação de artigos de cariz mais científicos, nesta edição da revista publica-se um artigo que analisa o desempenho de um motor de indução trifásico quando sujeito a uma perturbação da carga acoplada ao veio rotórico. No caso em análise, trata-se de um dente partido numa roda dentada de um redutor de velocidade. Este tipo de defeito produz uma interferência periódica com frequência igual à frequência de rotação da roda dentada que possui o dente partido. Neste artigo apresenta-se uma abordagem teórica dos fenómenos internos do motor de indução na presença de uma interferência periódica da carga mecânica revelando a presença de frequências características na corrente absorvida.

A utilização de energias renováveis estão cada vez mais presentes na produção de eletricidade, pois permitem diminuir a utilização dos combustíveis fósseis na produção convencional de energia elétrica. Em contrapartida, as energias renováveis conduzem a problemas de imprevisibilidade, devido ao facto de este tipo de produção estar dependente das condições climáticas adequadas, da época do ano e até da hora do dia. No setor elétrico é fundamental garantir o equilíbrio entre a produção e o consumo, como tal, os sistemas de armazenamento de energia elétrica, designados por *Energy Storage Systems* na literatura anglo-saxónica, podem ser usados para contribuir para esse equilíbrio. Estes sistemas permitem atenuar o problema da intermitência de produção, que é uma lacuna das energias renováveis. Nesta edição da revista publica-se um interessante artigo que analisa os diferentes tipos de armazenamento de energia, salientando a sua importância na exploração eficiente dos atuais Sistemas Elétricos de Energia.

No âmbito das instalações elétricas, publica-se um artigo que pode ser muito útil a quem tem como função dimensionar circuitos e redes de distribuição de energia elétrica. O dimensionamento da secção de um condutor elétrico deve assentar na satisfação de requisitos de natureza técnica e de natureza económica. Nem sempre a secção que satisfaz o requisito de natureza técnica, secção mínima, é a secção ótima para executar um circuito. No artigo que é publicado é feita uma análise técnica e económica sobre o dimensionamento da secção que minimiza os custos de exploração da instalação, tendo como base o regime de carga, o tempo de vida útil da instalação e o período de tempo necessário para que o investimento inicial seja amortizado.

A iluminação pública é responsável por 3% do consumo de energia elétrica em Portugal, tendo havido um crescimento do consumo neste setor entre 2000 e 2011 de cerca de 55%, com uma taxa média de crescimento anual de cerca de 5,1%. No ano de 2011, os custos com a iluminação pública rondaram os 170 M€, sendo que grande parte foram assegurados pelos Municípios. Atendendo ao panorama financeiro delicado de grande parte das autarquias do País, e sabendo que a iluminação pública tem um peso considerável nas despesas anuais de energia elétrica, faz sentido que se concentre aqui um esforço para tornar mais eficientes estas instalações. Nesta edição da revista “Neutro à Terra”, apresenta-se um artigo sobre as tecnologias possíveis de adotar que podem permitir economias diretas nos consumos de energia e/ou levar a um aumento da vida útil das lâmpadas, permitindo uma redução dos custos de manutenção das instalações de iluminação pública.

Nesta edição da revista “Neutro à Terra” pode-se ainda encontrar outros assuntos muito interessantes e atuais, como um artigo que aborda a Tecnologia Fotovoltaica de Película Fina, um artigo muito importante sobre Detecção Automática de Incêndios, um artigo sobre Avaliação do Software Comercial Destinado ao Projeto de Engenharia da Construção e, no âmbito das telecomunicações, um interessante e agradável artigo sobre *Power Over Ethernet*, onde é feita uma resenha histórica sobre a evolução das tecnologias das telecomunicações desde Alexander Bell até aos nossos dias.

No âmbito do tema “Divulgação”, que pretende divulgar os laboratórios do Departamento de Engenharia Eletrotécnica, onde muitas vezes são realizados trabalhos que posteriormente são publicados nesta revista, apresenta-se o Laboratório de Eletromagnetismo – Eng<sup>o</sup> Mesquita Guimarães.

Esperando que esta edição da revista “Neutro à Terra” satisfaça novamente as expectativas dos nossos leitores, e desejando a todos um Bom Ano de 2014, apresento os meus cordiais cumprimentos.

Porto, dezembro de 2013

José António Beleza Carvalho

## EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

### 1. Introdução

A iluminação pública é responsável por 3% do consumo de energia elétrica, em Portugal, tendo havido um crescimento no consumo de energia elétrica neste setor, entre 2000 e 2011, de cerca de 55%, com uma taxa média de crescimento anual de cerca de 5,1%. No ano de 2011, os custos com a iluminação pública rondaram os 170 M€, sendo que grande parte foram assegurados pelos Municípios.

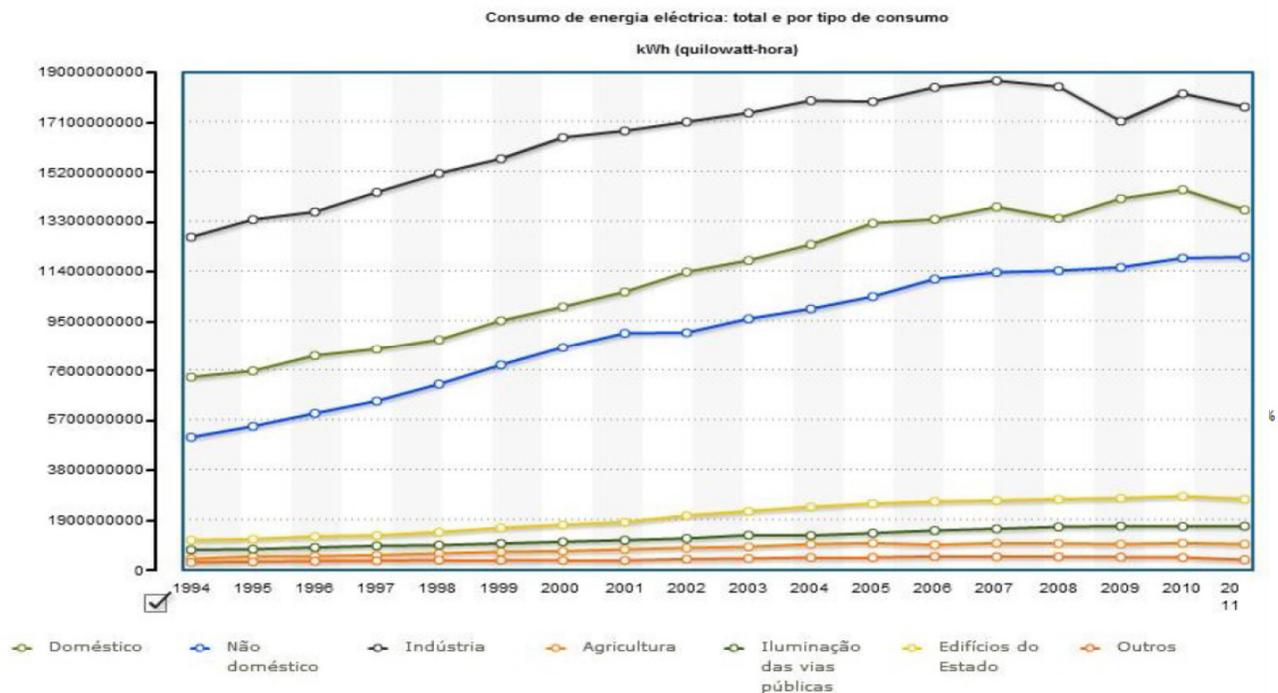
Atendendo ao panorama financeiro delicado de grande parte das autarquias do País, e sabendo que a iluminação pública tem um peso considerável nas despesas anuais de energia, faz sentido que se concentre aqui um esforço para tornar mais eficientes estas instalações.

A nível nacional, a Estratégia Nacional para a Energia 2020 (ENE 2020) define estratégias que visam o cumprimento das medidas impostas pela União Europeia no sentido de cumprir objetivos que respeitem a sustentabilidade

A ENE 2020 define uma agenda para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira do país através da aposta nas energias renováveis e da promoção integrada da eficiência energética, assegurando a segurança de abastecimento e a sustentabilidade económica e ambiental do modelo energético. Um dos eixos em que se divide a ENE 2020 visa diretamente a promoção da eficiência energética na Iluminação Pública (IP), com o objetivo de promover e apoiar projetos inovadores de iluminação pública com prioridade para os centros históricos.

Existem no mercado diversas soluções e tecnologias que permitem melhorar a eficiência energética da IP, facilitando uma gestão mais eficiente.

Estes sistemas podem também permitir economias diretas nos consumos de energia e/ou levar a um aumento da vida útil das lâmpadas, permitindo uma redução dos custos de manutenção das instalações de IP.



## 2. Panorama atual da IP

A Iluminação Pública é essencial para o desenvolvimento social e económico das sociedades e para o aumento da qualidade de vida das pessoas. A iluminação pública está diretamente ligada à segurança da via pública, sendo uma das características em destaque nas cidades, permitindo o reconhecimento dos espaços públicos e a orientação de trajetos, quando aplicada à iluminação rodoviária. A pesar de nos primórdios da iluminação pública, ela ter uma função muito importante relacionada com a segurança das pessoas, hoje em dia essa função começa a desvanecer-se, embora não haja dúvidas que um local bem iluminado é muito mais confortável que um local escuro.

A Iluminação Pública (Urbana) está diretamente relacionada com a iluminação publicitária, com a iluminação exterior de arquitetura e com a iluminação das vias e espaços públicos.

Não existe documentado o número exato de pontos de luz associados à iluminação pública, mas prevê-se que se situe, em Portugal, entre os 3 e os 4 milhões.

Deixando de fora deste artigo a iluminação publicitária, as soluções habitualmente utilizadas no mercado da iluminação pública são as seguintes:

- Mercúrio
- Sódio de baixa pressão
- Sódio de alta pressão
- Iodetos metálicos
- LED's

Embora ainda possam existir na atual infraestrutura de iluminação pública, as soluções de mercúrio estão proibidas do mercado da UE desde 2010, não podendo ser utilizadas em novas instalações. Este facto deve-se principalmente à sua baixa eficiência energética e elevada toxicidade.

A tecnologia mais utilizada atualmente é a de sódio de alta pressão (HPS – High-Pressure Sodium).

Mais recentemente, e com o desenvolvimento da tecnologia, é possível aplicar a tecnologia LED à iluminação pública, mediante a combinação de um determinado número de díodos, que permitem obter, no final, as características e

requisitos de iluminação adequados a um determinado local.

### Lâmpadas de vapor de mercúrio (HPM)

Este tipo de lâmpada tem como princípio de funcionamento a descarga entre dois eletrodos, localizados no interior de um tubo no qual existe uma mistura de mercúrio, sob alta pressão, e árgon. Durante o processo de aquecimento, o mercúrio vaporiza-se gradualmente, sendo emitida uma luz de fraca intensidade. Alguns modelos têm também uma camada de pó fluorescente, com o intuito de produzir radiação vermelha na parte interior do invólucro, cujo objetivo é transformar parte da radiação ultravioleta (UV) emitida em luz visível. Esta prática constitui uma melhoria significativa no aspeto da luz emitida, mas não se traduz numa melhoria expressiva do rendimento luminoso nem do índice de reprodução de cor (IRC). Existem também lâmpadas de luz mista em que o tubo de descarga com o mercúrio se encontra ligado um filamento de lâmpada incandescente, como forma de melhoramento do espectro luminoso. No entanto, para evitar a redução drástica da vida útil da lâmpada, é necessário reduzir a temperatura de funcionamento do filamento, o que leva, inerentemente a uma redução do rendimento luminoso.

Neste tipo de lâmpadas apenas 15% da energia é convertida em radiação visível, sendo os restantes 85% transformados em perdas por convecção e condução e em radiação IV e UV.

Como equipamentos auxiliares é necessário o balastro e o condensador.



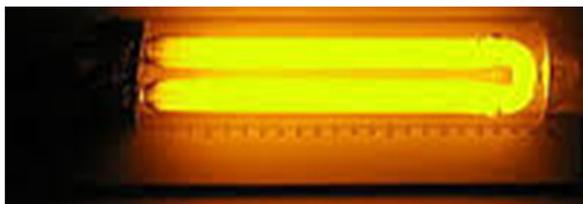
### Lâmpadas de vapor sódio de baixa pressão

As lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão têm como princípio de funcionamento a descarga num tubo de vidro especial em forma de U, contendo uma atmosfera composta de néon e árgon, além do sódio, onde se forma o arco elétrico, com um eletrodo em cada extremidade, desenhado para refletir a radiação infravermelha (IV), cujo objetivo é garantir uma temperatura suficientemente elevada para que seja possível a vaporização do sódio, permitindo assim a emissão de luz visível.

As LPS constituem a fonte de luz mais eficiente entre todas as lâmpadas, no que respeita a consumos energéticos e iluminação produzida, dado o seu elevado rendimento luminoso e longo período de duração de vida.

Este tipo de lâmpadas possui a capacidade de manter um fluxo luminoso constante ao longo da sua vida útil, aumentando ligeiramente o consumo à medida que se aproxima do fim de vida. Tem um rendimento luminoso muito elevado, no entanto devido a apresentar um espectro monocromático na faixa do amarelo, tem um índice de restituição de cor muito baixo, próximo de zero, e uma temperatura na ordem dos 1800 °K e os 2000 °K. Em termos de tempo de vida útil o seu desempenho não é brilhante, situando-se em média, nas 16 000 horas.

Para o seu funcionamento é necessário o arrancador, o balastro e condensador como equipamentos auxiliares.



### Lâmpadas de vapor sódio de alta pressão

Neste tipo de lâmpada, uma pequena quantidade de sódio misturada com mercúrio é colocada numa cápsula de vidro contendo xénon no seu interior. Durante o processo de aquecimento da lâmpada, o sódio e mercúrio vaporizam-se gradualmente, fazendo com que a lâmpada emita uma luz

ténue e, à medida que a pressão vai aumentando, a intensidade de luz vai igualmente aumentando, até estabilizar. Quanto maior for a potência da lâmpada, maior será a temperatura no seu interior e quanto maior for a temperatura, maior será a pressão do vapor e menor a resistência elétrica da lâmpada.

Este tipo de lâmpada emite radiação em grande parte do espectro visível, cerca de 30%, e muito pouca radiação na região dos UV. A luz emitida tem cor amarelada, com temperatura de cor entre os 2000 °K e os 3200 °K e com um índice de restituição de cor entre os 20 e os 70.

Tal como as lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão, necessitam de balastro, arrancador e condensador como equipamentos auxiliares.



### Lâmpadas de iodetos metálicos

Este tipo de lâmpada tem, essencialmente, a mesma constituição que as lâmpadas de vapor de mercúrio, diferindo na mistura de substâncias contida no tubo de descarga. Nas lâmpadas de iodetos metálicos são adicionadas ao mercúrio misturas com emissores iónicos ou com emissores moleculares, obtendo-se uma emissão de luz com um espectro de riscas ou contínuo, respetivamente.



Este tipo de lâmpada possui um elevado rendimento luminoso, apesar de inferior aos das lâmpadas de vapor de sódio, e apresenta uma excelente restituição cromática. A luz emitida é clara, semelhante à luz do dia, com uma temperatura de cor entre os 3000 e os 6000 °K, podendo em alguns equipamentos possuir temperaturas um pouco superiores. No entanto, a cor é afetada pelas horas de utilização do equipamento, possuindo uma duração média de utilização a rondar as 9000 horas.

### Lâmpadas LED

O LED é baseado no díodo semicondutor, que quando polarizado, faz com que os eletrões se recombinem no interior do dispositivo, libertando energia na forma de fótons. A luz é emitida numa banda espectral relativamente estreita e é produzida pelas interações energéticas dos eletrões.

Os leds já são usados há muito tempo e com sucesso nos mais diversos equipamentos eletrónicos. Mais recentemente começaram a ser usados na sinalização viária e agora está-se a evoluir para a sua aplicação na iluminação pública.

Os LED's de cor branca tem vindo a evoluir rapidamente, quer em potência, quer em restituição cromática, de tal forma que, hoje em dia, já conseguem ser uma alternativa à iluminação convencional em todas as suas vertentes.

A quantidade de luz emitida por um LED é conhecida como fluxo luminoso e é medido em lúmen (lm). O fluxo luminoso depende da cor e da densidade de corrente elétrica que alimenta o LED. Quanto mais corrente o chip semicondutor do LED conseguir administrar, mais fluxo luminoso será emitido. No entanto, a eficiência da transformação da corrente em luz é reduzida.

Atualmente os LED's emitem um fluxo luminoso que ronda os 150 lm/W e com potência, por LED, de 1,0 - 5,0 watts, disponíveis em várias cores, responsáveis pelo aumento considerável na substituição de alguns tipos de lâmpadas em várias aplicações de iluminação.

No entanto uma das grandes limitações deste tipo de tecnologia é a temperatura de funcionamento e o calor que é gerado quando em funcionamento, obrigando os fabricantes a ter especial atenção aos dissipadores que associam às luminárias.

Um outro problema é o diminuto angulo de abertura do feixe, problema que é ultrapassado através de refletores.

A manutenção do fluxo luminoso é expresso em horas e é definido da forma  $LxBy$ , onde  $x$  representa a percentagem de luz emitida pelo LED, e  $y$  representa o número de LED's que deixaram de cumprir os critérios mínimos. Para os LED's é normal considerar 60000 horas L70B10, isto significa que após 60000 horas de uso a luminária LED vai fornecer 70% do seu fluxo luminoso e que apenas 10% dos LED's não atingirá esse nível.



### 3. Metodologias para atingir a eficiência

A Estratégia Nacional para a Energia, ENE 2020, sugere a aposta nas energias renováveis e na promoção integrada da eficiência energética como forma de se atingir a competitividade, o crescimento e a independência energética do país.

Também como consequência da aplicação do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) e da ENE 2020, o Programa de Eficiência Energética na Administração Pública — ECO.AP pretende que se obtenha, até 2020, nos serviços públicos e nos organismos da Administração Pública, um nível de eficiência energética na ordem dos 20%.

Para se concretizarem tais objetivos, será necessário utilizar racionalmente a energia, melhorar a eficiência energética das instalações semaforicas e aumentar a eficiência energético-ambiental dos equipamentos de IP.

Cabe aos Municípios, através do seu relacionamento com a entidade distribuidora de energia, a responsabilidade de assegurar o bom funcionamento e avaliar o desempenho da IP. Este último aspeto revela-se particularmente importante no contexto das finanças autárquicas, pelo que as nossas cidades pretendem, atualmente, encontrar soluções para a redução do consumo de energia e custos manutenção associados às instalações de IP.

Como soluções que têm vindo a ser adotadas na IP, como forma de se melhorar a eficiência destacam-se as seguintes:

#### **Substituição das lâmpadas**

Substituição das antigas lâmpadas de vapor de mercúrio por lâmpadas mais eficientes. Usualmente a substituição é por lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão, no entanto, há situações em que é alterada toda a filosofia de iluminação, podendo ser adotadas soluções mais modernas, que levam à substituição de toda a luminária.

#### **Balastos Eletrónicos/Regulação de fluxo**

A regulação de fluxo é também uma forma de se conseguir reduzir os gastos com a energia elétrica associada à iluminação pública, isto porque é conhecido que em muitos casos a iluminação pública está sobre dimensionada e não necessita de estar ligada à potência nominal durante a totalidade do período de funcionamento.



A possibilidade de se reduzir o fluxo luminoso durante determinados períodos noturnos garante economias no consumo de energia elétrica, conservando-se sempre um nível de segurança para os utentes.

Os reguladores de fluxo são equipamentos que permitem fazer a função função *dimming*. Esta poderá ser realizada pela variação por patamares ou de uma forma contínua. De um modo geral, podemos relacionar esta função com a densidade de tráfego, as condições atmosféricas locais, a adaptabilidade aos parâmetros locais do projeto de iluminação, o fator de manutenção do fluxo luminoso da lâmpada e determinada programação horária (pré-definida ou parametrizável).

Uma outra solução que poderá ser adotada é a utilização de balastos eletrónicos de duplo nível. Esta tecnologia tem como vantagens o baixo consumo, o elevado fator de potência e a capacidade de absorver variações de tensão da rede. Consegue reduzir a potência em cerca de 40% e substitui o arrancador e condensador das luminárias tradicionais.

A elevada eficiência, as perdas reduzidas e a elevada capacidade de controlo do fluxo luminoso, são vantagens muito importantes desta tecnologia.

A utilização dos balastos eletrónicos associados a outros dispositivos de poupança de energia, tais como, reguladores de fluxo e sensores de presença e luminosidade, podem levar a poupanças de energia na ordem dos 75%.

#### **LED's**

A utilização da tecnologia LED na iluminação pública começa a ser uma alternativa muito interessante, com a evolução da tecnologia associada à diminuição dos preços das luminárias.

Se na iluminação pública não viária esta tecnologia encontra-se já muito implementada, na iluminação viária ela ainda não consegue superar a tradicional utilização do vapor de sódio de alta pressão.



Se a redução efetiva dos consumos, o elevado índice de restituição de cores, a flexibilidade na temperatura da cor, a capacidade de arranque imediato, a robustez e uma vida útil muito superior às restantes tecnologias são os pontos fortes desta tecnologia, o custo das luminárias, a ainda pouca oferta de opções comerciais credíveis e a incerteza da fiabilidade por serem equipamentos com muita eletrónica expostos a condições climatéricas adversas, são os pontos fracos deste tipo de iluminação.

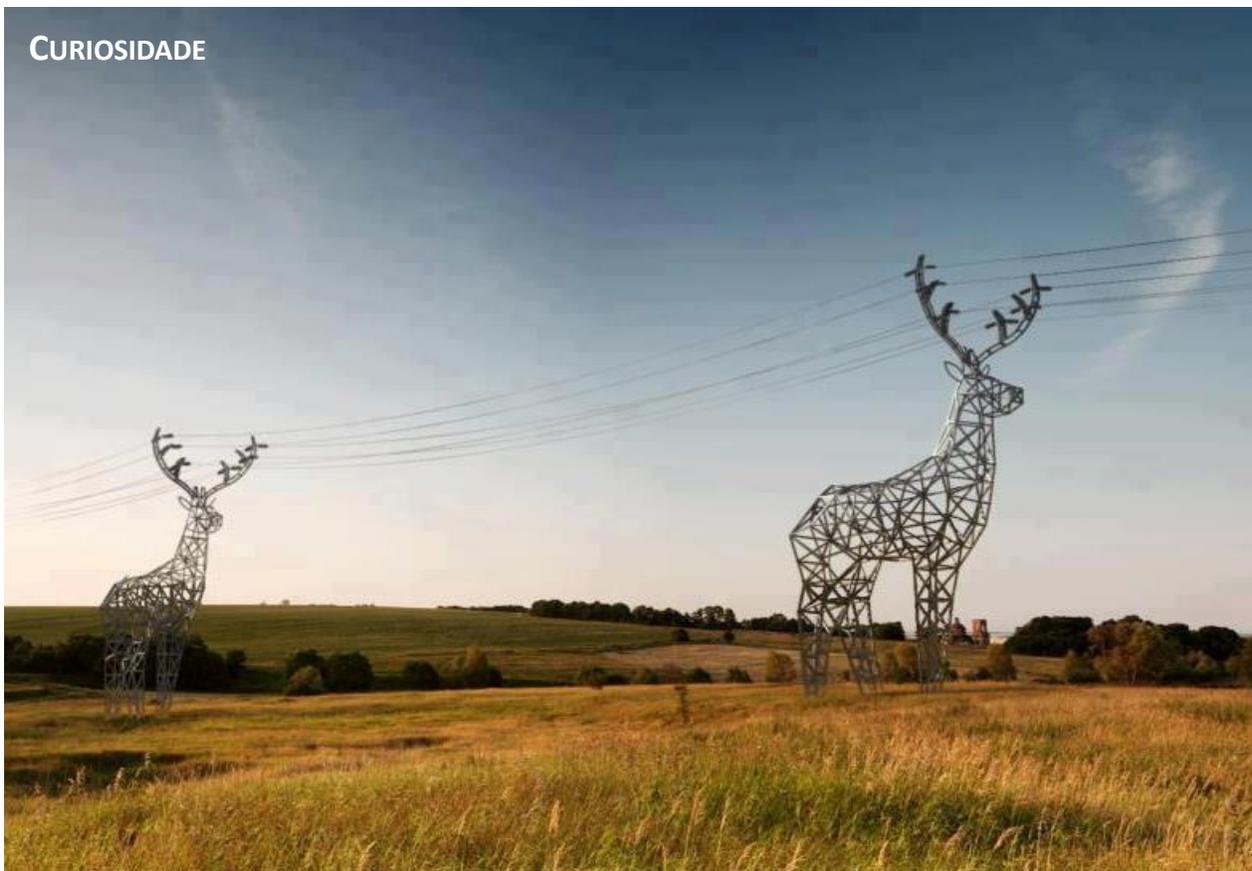
#### 4. Conclusão

Os custos com a energia elétrica associados à iluminação pública são cada vez mais importantes e assumem um peso considerável nas autarquias e outras instituições públicas, que têm obrigatoriedade de a manter como forma de assegurar a qualidade de vida e serviços e a segurança das pessoas e bens.

Existem muitas formas de tornar estas instalações mais eficientes e com isso conseguir poupanças, no entanto, quase todas obrigam a algum investimento.

Acima de tudo é preciso pensar os projetos de iluminação pública na vertente da eficiência sem que com isso se descurem os aspetos técnicos e regulamentares associados a cada tipo de via ou espaço público.

#### CURIOSIDADE



## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**Ana Paula de Freitas Assis Antunes**

**paula.assis@topinformatica.pt**

Licenciada em Engenharia Civil - Ramo Produção e mestre em Engenharia Civil - Opção de Estruturas, Geotecnia e Fundações pela Universidade do Minho.

Docente na Universidade do Minho nas disciplinas de Materiais de Construção, Geotecnia, Hidráulica Geral, Obras Marítimas e Fluviais, entre 1988 e 1990 e nas disciplinas de Estruturas de Betão I e II, desde 2005.

Sócia da empresa Top - Informática, Lda., exerce funções de direção técnica (desde 1991) e direção geral (desde 2001).

Foi sócia fundadora da empresa TDP - Projeto e Fiscalização, Lda., em 1991, exerceu funções de direção técnica e execução de projetos de engenharia civil entre 1991 e 1994.



### **Top Informática, Lda.**

Empresa fundada em 1988, é responsável pela conceção, adaptação e comercialização dos programas da CYPE para Portugal desde 1991. Dedicar grande parte dos seus recursos à identificação de requisitos regulamentares, da escola e práticas portuguesas, disponibilizando versões do software para a engenharia do projeto de construção. Encontra-se atualmente em fase de expansão para Angola, Moçambique e Cabo Verde.



**António Augusto Araújo Gomes**

**aag@isep.ipp.pt**

Mestre (pré-bolonha) em Engenharia Eletrotécnica e Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Doutorando na Área Científica de Sistemas Elétricos de Energia (UTAD).

Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1999. Coordenador de Obras na CERBERUS - Engenharia de Segurança, entre 1997 e 1999. Prestação, para diversas empresas, de serviços de projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultoria técnica. Investigador do GECAD (Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão), do ISEP, desde 1999.



**António Manuel Luzano de Quadros Flores**

**(aqf@isep.ipp.pt)**

Doutorado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores na Especialidade de Sistemas de Energia pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (2013);

Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; "M.B.A." em Gestão na Escola de Gestão do Porto da Universidade do Porto (1999);

Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores - Produção, Transporte e Distribuição de Energia pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (1982);

Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1993;

Desenvolveu atividade na SOLIDAL no controlo de qualidade e manutenção, na EFACEC na área comercial de exportação de máquinas elétricas, na British United Shoe Machinery na área de manutenção, na ALCATEL-Austrália na área de manutenção, na ELECTROEXPRESS, em Sidney, na área de manutenção e instalações elétricas.



**Carlos Alberto Gomes Resende**

**1120937@isep.ipp.pt**

Licenciado em Engenharia Eletrónica e Automação, pelo Instituto Superior Politécnico Gaya (ISPGaya).

Aluno do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).



**Daniel Filipe da Silva Paiva**

**danielfspaiva@gmail.com**

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), 2011.

Aluno do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Bolseiro de Investigação em Eficiência Energética, GECAD, ISEP.

## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO:



**Fábio Emanuel dos Santos Nogueira**

**1130258@isep.ipp.pt**

Aluno do curso de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto.  
Colaborador no Instituto Politécnico do Porto (IPP) e no GILT.ISEP.



**Fábio Joel Gouveia Pereira**

**1100343@isep.ipp.pt**

Licenciado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Porto, Portugal, 2013.  
Aluno do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Porto, Portugal.



**José Caldeirinha**

**jose.caldeirinha@certiel.pt**

Licenciado em engenharia eletrotécnica pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, mestre em engenharia eletrotécnica na área das energias renováveis, pela mesma Faculdade e especializado em Gestão pelo ISEG. Desde há 12 anos que é analista técnico do quadro da CERTIEL - Associação Certificadora de Instalações Elétricas, afeto ao Gabinete Técnico.“



**CERTIEL – Associação Certificadora de Instalações Elétricas**

**Paulo Alexandre Caldeira Branco**

**paulo.branco@pt.abb.com**

Formação superior em engenharia eletrotécnica, na área de energia e sistemas de potência. Quadro superior da ABB, SA, no departamento de Marketing da Baixa Tensão. Responsável pelo suporte técnico e legislativo junto da área de projeto e consultoria.



**ABB, S.A.**

Quinta da Fonte, Edifício Plaza I, 2774-002 Paço de Arcos,  
Tel. +351 214 256 000 Fax.+351 214 256 247  
contactos.clientes@pt.abb.com  
<http://www.abb.pt/>



**Roque Filipe Mesquita Brandão**

**rfb@isep.ipp.pt**

Doutor em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Elétricos de Energia, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.  
Professor Adjunto no Instituto Superior de Engenharia do Porto, departamento de Engenharia Eletrotécnica.  
Consultor técnico de alguns organismos públicos na área da eletrotecnia.



**Sérgio Filipe Carvalho Ramos**

**scr@isep.ipp.pt**

Mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na Área Científica de Sistemas Elétricos de Energia, pelo Instituto Superior Técnico de Lisboa. Aluno de doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores no Instituto Superior Técnico de Lisboa. Docente do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do curso de Sistemas Elétricos de Energia do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 2001. Prestação, para diversas empresas, de serviços de projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultoria técnica. Investigador do GECAD (Grupo de Investigação em Engenharia do Conhecimento e Apoio à Decisão), do ISEP, desde 2002.

