

REDUÇÃO DE CONSUMOS NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

1. Introdução

A iluminação pública (IP) é um serviço essencial para o bem-estar das populações. Quer seja em espaço urbano ou rural ela desempenha papéis fulcrais em áreas como a segurança rodoviária, a segurança pessoal dos cidadãos ou mesmo o embelezamento de espaços.

Em Portugal, a Iluminação Pública é responsável por 3% do consumo energético. A tendência desta parcela é para aumentar (cerca de 4 a 5% por ano), o que representa custos muito elevados para os Municípios [1]. Portanto, torna-se fundamental definir um conjunto de medidas direccionadas para o aumento da eficiência energética no parque de IP, sem que isso afete a qualidade de vida nos espaços públicos.

Esta iniciativa terá um dos seus pilares na aplicação de tecnologias mais eficientes em detrimento de tecnologia corrente, permitindo assim reduzir o consumo de energia elétrica, mantendo o mesmo nível de serviço.

Algumas intervenções demonstram que a Eficiência Energética ao nível da IP são já uma realidade:

- Instalação de reguladores do fluxo luminoso;
- Substituição de luminárias e balastos ineficientes ou obsoletos;
- Substituição de lâmpadas de vapor de mercúrio por fontes de luz mais eficientes;
- Instalação de tecnologias de controlo, gestão e monitorização da IP;
- Substituição das fontes luminosas nos sistemas de controlo de tráfego e peões por tecnologia LED;

Para garantir ganhos de eficiência energética ao nível da IP será futuramente criado um Regulamento que permitirá uma análise, controlo e monitorização rigorosa deste tipo de sistemas, contribuindo assim para uma melhoria da sustentabilidade económica e ambiental dos municípios [1].

2. Consumo de energia

O consumo de energia elétrica esta intimamente relacionado com o aumento de qualidade de vida das populações. Podem-se tirar algumas conclusões deste aumento de consumo, nomeadamente o maior poder de compra e a maior disponibilidade de bens de consumo, como eletrodomésticos ou equipamentos audiovisuais, ou até mesmo o crescimento económico do País. Pode-se afirmar então que o aumento no consumo de energia na iluminação de vias públicas é diretamente proporcional ao consumo total de energia visto que resulta de uma maior preocupação com a segurança das populações, do aumento das áreas comerciais, de lazer e da melhoria das vias rodoviárias. Na Figura 1 apresenta-se um gráfico com o andamento comparativo destes dois consumos.

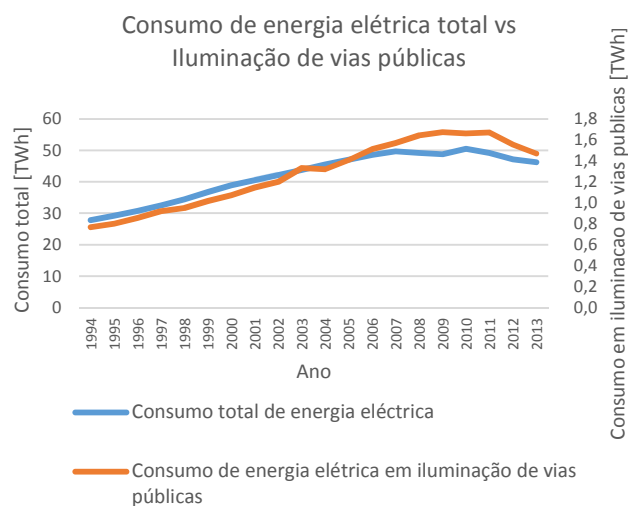


Figura 1. Histórico do consumo total de energia elétrica vs iluminação de vias públicas [2]

Pode-se observar que em 2005 o consumo total de energia sofre uma estagnação acabando depois por descer ligeiramente até ao ano de 2013. Pelo contrário, a iluminação de vias públicas sofre um aumento a partir desse mesmo ano, até ao ano de 2011, existindo depois um decréscimo até 2013.

A estas constatações podem aliar-se diversas causas. No caso da diminuição do consumo total de energia elétrica devem identificar-se alguns fatores essenciais: o aparecimento de uma crise financeira e consequente contração económica que leva a um esforço na redução de gastos, aliando-se também uma crescente consciencialização para a disponibilidade de equipamentos com melhores níveis de eficiência, permitindo manter os níveis de conforto mas obtendo uma redução do consumo com consequências positivas ambiental e financeiramente. O aumento do preço da energia será também um fator essencial na medida em que para manter os custos associados ao consumo de energia passou a ser necessária uma diminuição do seu consumo. A iluminação pública como é visível no gráfico da Figura 2 segue a mesma tendência dos outros setores, forçando os municípios juntamente com a EDP a fazer ajustes com vista a reduzir o consumo.

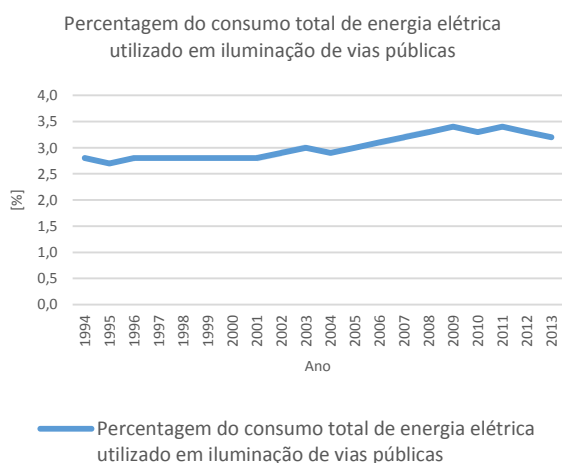


Figura 2. Percentagem do consumo total de energia elétrica utilizado em iluminação de vias públicas [2]

3. Tecnologias utilizadas na iluminação pública

Os tipos de lâmpadas usados atualmente são numerosos e podem ser usados para diversos tipos de aplicação. No entanto cada tipo de lâmpadas possui características diferentes que devem ser tidas em conta para a sua escolha. As principais características luminotécnicas de uma lâmpada são:

- Rendimento luminoso;
- Temperatura de cor;
- Índice de restituição de cor;
- Luminância;
- Duração de vida média.

Na Figura 3 pode observar-se os tipos de lâmpadas utilizados em iluminação pública.

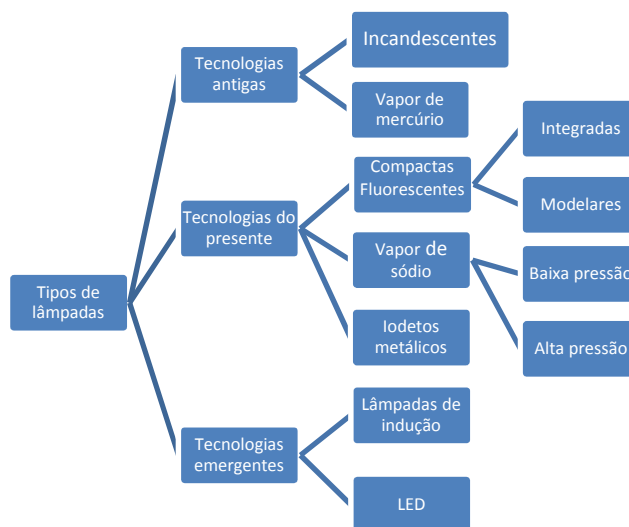


Figura 3. Tipos de lâmpadas

4. Estudo de um caso prático

Numa primeira fase irá fazer-se uma análise da situação existente numa rua de uma cidade da zona metropolitana do Porto. Seguidamente irão aplicar-se medidas que visem a redução dos consumos de energia, nomeadamente através da aplicação de tecnologia capaz de efetuar a regulação de fluxo e uma outra medida será a de propor a substituição das luminárias existentes por luminárias LED. Por fim de modo a verificar o proveito económico da aplicação das luminárias LED, foi a realizada uma análise económica.

a) Caracterização do local

O local de estudo é uma rua situada numa cidade da Zona Metropolitana do Porto. Para o estudo luminotécnico do local foi necessário recolher os dados relativos ao perfil da via e material existente, de modo a que fosse possível calcular os parâmetros luminotécnicos existentes, isto é, a situação atual.

A rua em questão apresenta duas faixas de rodagem, em sentidos opostos e tem um comprimento total de 180 metros. A largura da faixa de rodagem é de 5,5 metros, enquanto que os passeios apresentam uma largura de 0,75 metros cada um. Na Figura 4 pode-se observar o aspeto da rua.

A iluminação desta rua é composta por 17 luminárias, colocadas em poste de betão armado de forma quadrada com uma altura de 9 metros e com a luminária instalada em braço como se pode ver na Figura 5. As lâmpadas que atualmente se encontram em funcionamento são de vapor de sódio de alta pressão com uma potência de 250 W. A potência instalada tem o valor de $17 \times 250 \text{ W}$ e este circuito de IP funciona cerca de 4288,75 horas por ano. Deste cenário descrito anteriormente resulta um consumo anual de 25603,55 kWh. Esta seria a situação ideal visto que assim este circuito de IP estaria a funcionar na sua plenitude, mas a situação atual é um pouco diferente devido aos cortes que a iluminação pública tem sofrido no sentido de obter uma maior poupança na fatura energética.

A situação atual conta apenas com 11 luminárias ligadas das 17 existentes, passando assim para uma potência de $11 \times 250 \text{ W}$.

O consumo anual, como era espectável diminui para os 16567 kWh. De seguida vão ser sugeridas duas alternativas para este cenário de forma a se obter uma poupança na fatura energética.



Figura 5. Tipo de poste existente



Figura 4. Local do estudo

b) Soluções Propostas

- Regulação de fluxo

Nesta primeira medida pretende-se instalar um regulador de fluxo e verificar qual a poupança que se pode obter. O regulador de fluxo escolhido para além de regular o fluxo este aparelho também tem a capacidade de estabilizar a tensão. A estabilização da tensão tem um papel muito importante na poupança de energia visto que na iluminação pública, as variações na tensão podem ultrapassar os 10%, o que faz com que o consumo seja cerca de 21% superior. Visto que o regulador de fluxo faz a regulação através da tensão, cada lâmpada tem um limite mínimo tensão para funcionar. Neste caso o limite mínimo de tensão para as lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão, especificado por este fabricante, é de 180 V. A IP funciona através de um relógio astronómico, ou seja segue um horário pré-definido. Na Tabela 1 pode-se ver esse horário juntamente com mais alguns pormenores necessários para o cálculo que vai ser efetuado. De seguida na Tabela 2 temos também as horas de funcionamento da IP.

Tabela 1. Horário do relógio astronómico

Relógio astronómico	Horas/dia	Período	Dias
Horário de verão	21h - 6:30h	9,5	6 Meses
Horário de inverno	18h - 8h	14	6 Meses

Tabela 2. Horas de funcionamento da IP

Horas de funcionamento da IP	Total
Horário de verão	1733,75
Horário de inverno	2555
	4288,75

Tabela 3. Horários de funcionamento do regulador de fluxo

Horário de funcionamento a potência nominal	Horas/dia a potência nominal		Horas/ano a potência nominal
21:30h – 1:00h	Horário de verão	4	730
18:00h – 00:00h	Horário de inverno	6	1095
	Total		1825
Horário de funcionamento a potência reduzida	Horas/dia a potência reduzida		Horas/ano a potência reduzida
1:00h – 6:30h	Horário de verão	5,5	1003,75
00:00h – 8:00h	Horário de inverno	8	1460
	Total		2463,75

O regulador de fluxo estabelece dois períodos de funcionamento, o período em que a IP funciona a potência nominal e o período em que a IP funciona a potência reduzida. Esse horário foi definido e pode ser visível na Tabela 3.

Na Tabela 4 pode-se observar o funcionamento do regulador de fluxo. Por fim, já com todos os detalhes definidos passamos ao cálculo final exposto na Tabela 5.

Tabela 4. Funcionamento do regulador de fluxo

Funcionamento do regulador de fluxo			
Estabilizando a tensão nos 220V	Poupança de 24%	19458,69	kWh
Regulando a tensão para 180 V	Poupança de 14%	16734,48	kWh
Consumo obtido com a regulação	16734,48		kWh

Tabela 5. Poupança obtida

Situação atual				
Luminárias	Consumo		Custo de exploração	
11 Ligadas	16567	kWh/ano	1928,69	€
Situação normal				
17 Ligadas	25603,55	kWh/ano	2980,69	€
Com regulação de fluxo				
17 Ligadas	16734,48	kWh/ano	1948,18	€
Poupança anual	8869,07	kWh	1032,51	€
Poupança mensal	739,09	kWh	86,04	€
Poupança por dia	24,30	kWh	2,83	€

Analisando a Tabela 5 e tendo em conta os cortes na iluminação já referidos anteriormente, a situação atual expõe um consumo anual de 16567 kWh, com um custo de exploração associado de 1928,69 €. Fazendo a religação das luminárias que se encontram desligadas e aplicando a regulação de fluxo de modo a não diminuir a qualidade de iluminação, consegue-se obter um custo de exploração próximo do atual. Esse objetivo foi alcançado visto que recorrendo à regulação de fluxo das 17 luminárias, obteve-se um consumo anual de 16734,48 kWh com um custo de exploração de 1948,18 €. Com as 17 luminárias a funcionar sem qualquer tipo de regulação obtém-se um consumo anual de 25603,55 kWh, com um custo de exploração associado de 2980,69 €. Comparando estes dois últimos cenários, com as 17 luminárias reguladas e sem regulação, obtém-se uma poupança no custo de exploração de 1032,51 €. Conclui-se que esta solução é bastante viável, não só pelo seu custo mas também no que toca à sua instalação.

- Solução LED

Outra das soluções sugeridas passa por substituir as 17 luminárias existentes por luminárias LED. Para isso foi necessário selecionar um fabricante e juntamente com o mesmo procurar uma solução adequada para fazer a substituição das luminárias. O fabricante escolhido foi a SONERES. Depois de fornecidos à empresa os detalhes necessários para escolha da luminária, a mesma indicou que a luminária mais adequada a este cenário seria a LUSA N/E x36, visível na Figura 6.



Figura 6. Luminária LUSA N/E x36

Na tabela 6 encontra-se o resumo do estudo económico desta solução.

Tabela 6. Poupança com luminárias LED

Situação atual				
Luminárias	Consumo		Custo de exploração	
11 Ligadas	16567	kWh/ano	1928,69	€
Situação normal				
17 Ligadas	25603,55	kWh/ano	2980,69	€
Com luminárias LED				
17 Ligadas	6627,41	kWh/ano	771,54	€

Ao analisar-se a Tabela 6 pode-se concluir que as luminárias LED vão ter um grande impacto ao nível do consumo/custo de exploração.

Com o circuito de IP a funcionar normalmente, ou seja com os 25603,55 kWh de consumo anual, ao passar para luminárias LED esse consumo anual/custo de exploração decai para cerca de quatro vezes menos. Mesmo com os cortes que este circuito sofreu, estando só onze luminárias ativas, ao passar para as dezassete luminárias LED ainda se obtém uma descensão no consumo anual/custo de exploração próxima de três vezes menos.

5. Análise económica

- Solução LED

Para análise económica desta solução, foi considerado um tempo de vida útil da placa de LED superior a 60.000 horas de funcionamento, logo há que prever a substituição destas de 15 em 15 anos. O investimento inicial será de aproximadamente 473,01 € por armadura.

A Tabela 7 mostra os valores utilizados para o estudo, apresentando uma utilização anual de 4288,75 horas.

Tabela 7. Consumos energéticos anuais

Nº de horas de funcionamento num ano (h)	4288,75
Potência Instalada (W)	17 x 250W
Tarifa energética (€/kWh)	Ciclo Bi-horário
Consumos Energéticos Anuais (kWh)	25603,55
Custos Energéticos anuais (€)	2980,69
Redução dos custos Energéticos anuais (€)	2209,15
Taxa de atualização (%)	5
Tempo de vida da instalação (anos)	15

Ao analisar-se a Tabela 8 pode-se concluir que o investimento em luminárias LED é economicamente viável. Tem um *payback* relativamente reduzido, ou seja os capitais investidos são recuperados num curto período de tempo. Num tempo de vida útil de 15 anos para este projeto existe um VAL de 16 132,54 €, o que significa que o investimento pagou-se a si mesmo e ainda gerou uma receita de aproximadamente o dobro do valor inicial. A TIR deste projeto é também bastante favorável visto que supera em 18% a taxa de atualização.

Tabela 8. Indicadores económicos

VAL	TIR	Payback
16 132,54 €	23%	4,85 Anos

- Regulação de fluxo

O investimento inicial para a montagem do regulador de fluxo será de aproximadamente 7000 €. A Tabela 9 mostra os valores utilizados para o estudo, apresentando uma utilização anual de 4288,75 horas.

Tabela 9. Consumos energéticos anuais

Nº de horas de funcionamento num ano (h)	4288,75
Potência Instalada (W)	17 x 250W
Tarifa energética (€/kWh)	Ciclo Bi-horário
Consumos Energéticos Anuais (kWh)	25603,55
Custos Energéticos anuais (€)	2980,69
Redução dos custos Energéticos anuais (€)	1032,51
Taxa de atualização (%)	5
Tempo de vida da instalação (anos)	15

Ao analisar-se Tabela 10 pode-se concluir que o investimento na regulação de fluxo é também economicamente viável. Os seus indicadores económicos não são tão favoráveis comparativamente ao investimento em luminárias LED, mas como vantagem tem um investimento inicial menor. O *payback* é bastante mais extenso, visto que a poupança também é bastante menor. A TIR mantém-se acima da taxa de atualização, o que juntamente com os outros indicadores torna este investimento viável.

Tabela 10 – Indicadores económicos

VAL	TIR	Payback
6 472,36 €	10%	9,64 Anos

6. CONCLUSÃO

Ao analisar-se as três situações que foram anteriormente apresentadas, pode-se concluir que do ponto de vista técnico-económico tanto a regulação de fluxo, como as luminárias LED são soluções viáveis. Ao adotar-se a substituição das luminárias existentes por luminárias LED, o consumo/custo de exploração vai baixar bastante. Como desvantagem vai requerer um investimento maior, algo que hoje em dia poderá ser um pouco mais difícil para as autarquias. A regulação de fluxo irá trazer também uma poupança bastante significativa, e como vantagem um investimento menor. Além do investimento ser menor, a regulação de fluxo permite poupar sem prejudicar a qualidade da iluminação. A terceira alternativa que passa por desligar alternadamente algumas luminárias encontra-se atualmente em vigor. Do ponto de vista económico esta solução é vantajosa, mas do ponto de vista técnico não, porque prejudica a qualidade de iluminação. Com a regulação de fluxo consegue-se uma poupança praticamente igual sem que haja essa diminuição na qualidade da iluminação.

Referências

- [1] ADENE - Agência para a energia. Disponível em <http://www.adene.pt/iluminacao-publica>. Visitado em 02/05/2015.
- [2] PORDATA. Disponível em <http://www.pordata.pt/Home>. Visitado em 04/05/2015.