

A TECNOLOGIA LED NAS REDES DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

RESULTADOS DE UM CASO PRÁTICO

Resumo

Este artigo tem por objetivo demonstrar que a introdução de luminárias de tecnologia LED nas redes de iluminação pública conduz a benefícios económicos e ambientais sem prejuízo da qualidade de serviço prestada aos utentes do espaço público. O artigo tem por base um projeto que foi implementado, permitindo constatar os efetivos benefícios inerentes à substituição das luminárias convencionais por luminárias LED. São apresentados os resultados da sua aplicação a um caso prático, um exemplo real relativo a um município português.

Palavras-chave: Iluminação Pública. Eficiência Energética. Tecnologia LED

I. INTRODUÇÃO

A iluminação dos espaços públicos é um serviço prestado pelos municípios, através da concessionária da rede elétrica, com grande impacto na qualidade de vida das populações. A Iluminação Pública (IP) é um fator decisivo para a melhoria dos níveis de segurança pública, de segurança rodoviária e de conforto para os utilizadores das vias [1].

As instalações de IP em Portugal representam, aproximadamente, 3% dos consumos dos Concelhos [2], com previsão de aumento continuado. Os Municípios são as entidades que assumem os encargos relativos a esse consumo, podendo representar cerca de 70% da despesa total com a energia elétrica das instalações municipais [3].

A situação relativa à IP tem-se agravado nos últimos tempos, fruto de algumas medidas políticas e económicas que se estabeleceram: em novembro de 2011 com a passagem da taxa do IVA sobre a eletricidade de 6% para 23%; em 31 de

dezembro de 2012 com a extinção da tarifa especial para a IP e a 1 janeiro de 2013 com os consumos a passarem a ser faturados de acordo com a tarifa tri-horária e com a aplicação da taxa de potência a essas instalações. A conjugação destes fatores originou um considerável incremento na fatura da eletricidade dos Municípios que se viram obrigados a iniciar processos de procura de soluções tecnológicas que permitissem tornar as instalações de IP mais eficientes e menos dispendiosas.

II. ENQUADRAMENTO DO PROJETO

A IP é uma área na qual a utilização de equipamentos mais eficientes se traduz diretamente em reduções significativas dos consumos energéticos. Na maioria dos casos tais equipamentos não são apenas rentáveis, contribuem também para a melhoria da qualidade da iluminação.

Foi neste contexto que, em 2015, um município português implementou um projeto de eficiência energética na Iluminação Pública, com o apoio do Fundo de Coesão, no âmbito do Programa Operacional Temático Valorização do Território (POVT) [4] que se enquadra no PNAEE – 2016.

Com o objetivo de reduzir a fatura de energia elétrica associada às redes de IP e dar o seu contributo para os objetivos regionais, nacionais e comunitários de redução das emissões de CO₂ e da diminuição da intensidade energética do Produto Interno Bruto (PIB), o Município definiu os seguintes objetivos estratégicos:

- Melhoria do desempenho energético-ambiental das instalações de IP do município
- Redução da fatura de energia elétrica
- Redução dos custos de manutenção da rede
- Redução das emissões de CO₂ associadas à rede de IP.

Numa primeira fase, entendeu-se como essencial identificar, dentro da totalidade das instalações cuja a responsabilidade da manutenção estivesse a cargo do município, aquelas que apresentavam maior consumo e maior potencial de poupança. Contam-se entre estas as instalações com lâmpadas de grande potência, luminárias claramente ineficientes, instalações com níveis de iluminância excessivos ou desadequados em relação ao seu uso.

Uma vez recolhida essa informação, procedeu-se à pesquisa das soluções tecnológicas passíveis de uso em cada situação. Das opções disponibilizadas pelo mercado, optou-se pela tecnologia LED porque apresentava um conjunto de características que permitiam atingir, de uma forma mais eficaz, os objetivos da intervenção [5]:

- Elevada eficiência luminosa
- Melhor restituição cromática
- Maior longevidade quando comparadas com as lâmpadas instaladas
- Menores custos operacionais
- Menor consumo de energia elétrica;
- Impacto ambiental diminuto
- Fácil adaptação à instalação existente.

Da escolha resultou o projeto que neste artigo se apresenta, expondo de forma realista, as poupanças esperadas com a intervenção, bem como o investimento necessário para a sua implementação. São apresentados os indicadores económicos e energéticos antes e depois da sua implementação.

III. DESCRIÇÃO DO LOCAL DE INTERVENÇÃO

A zona objeto da intervenção estende-se por cerca de 5 km, ao longo da costa marítima, representado na Fig. 1, destacada a lilás.

Antes da intervenção a IP da zona era realizada quase exclusivamente por 532 lâmpadas de iodetos metálicos, instaladas em 340 candeeiros de 8 m de altura.



Fig. 1 - Zona de estudo

Aproximadamente 36% dessas lâmpadas destinavam-se a iluminação indireta, funcionando apenas como elemento decorativo.

Nesta rede de IP, dependendo do perfil da via a iluminar, existiam dois tipos de solução: candeeiros tipo Aura DI Duplo, com duas luminárias e candeeiros do tipo Aura DI Simples, com uma luminária. As Figuras 2 e 3 ilustram o tipo de candeeiros existentes e a sua disposição no espaço.



Fig. 2 - Candeeiros
Aura DI Duplo



Fig. 3 - Candeeiros
Aura DI Simples

Esta rede registava um elevado consumo energético, cerca de 2% do consumo da IP do município o que, associado aos encargos de manutenção, constituíam uma preocupação para a Autarquia.

A Tabela 1 caracteriza o cenário existente antes da intervenção, indicando a quantidade de luminárias instaladas, as potências e respetivos consumos.

O consumo anual da rede registava um valor médio de 278.465,10 kWh, representando um custo de 31.191,12€ (s/IVA), para o preço médio do kWh calculado com base nos consumos e preço de energia ativa do ano 2013 (ano de referência do projeto).

Tabela 1 - Caracterização da solução do cenário inicial

Tipo luminária	Quantidade Luminárias	Potência Lâmpadas [W]	Potência instalada [kW] ⁽¹⁾	Consumo [kWh/ano]
Iluminação direta+iluminação indireta	192	150+70	45,8	183.541,23
Iluminação direta	148	150	23,7	94.950,87

⁽¹⁾ Para o cálculo da potência instalada foram consideradas as potências unárias do sistema (lâmpada + equipamento), de acordo com o Documento de Referência para a Eficiência Energética na Iluminação Pública

IV. IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

A solução preconizada no projeto teve em conta dois fatores fundamentais, por um lado, não prejudicar os níveis fotométricos da instalação existente e, por outro, respeitar o projeto de arquitetura do espaço. Nesse sentido, optou-se por instalar nas colunas existentes luminárias de tecnologia LED com o mesmo design das anteriores.

De acordo com a solução existente no terreno, estabeleceram-se os seguintes tipos de ação:

- Tipo 1

Substituição das luminárias equipadas com 2 lâmpadas de iodetos metálicos, de 150W (iluminação direta) e de 70W (iluminação indireta), por luminárias de tecnologia LED com 55W e 5W, respetivamente.

- Tipo 2

Substituição das luminárias equipadas com 1 lâmpada de iodetos metálicos de 150W, (iluminação direta) por luminárias de tecnologia LED de 55W.

Tratando-se de intervenções parciais, não havendo lugar a reposicionamento de pontos de luz, entendeu-se que o disposto no Documento de Referência para a Eficiência Energética na Iluminação Pública [6] não se aplicava a este projeto, tendo como base o ponto 1.3 do referido documento, que estabelece que “O disposto neste documento não se deve aplicar a: Remodações parciais, processos de manutenção ou operação das redes existentes”.

Acima de tudo, foram consideradas as intervenções cujo resultado final fosse, claramente, superior ao existente.

Após a validação do desempenho luminotécnico da solução através dos estudos luminotécnicos, procedeu-se à avaliação técnico-económica e de impacto ambiental da solução, considerando os seguintes pressupostos:

- A estimativa do consumo anual teve por base uma utilização por ano de 4010 horas de iluminação
- Custo do kWh para IP de 0,1120€
- Este valor foi calculado tendo por base o consumo total da IP e os preços do kWh, nos diferentes períodos horários
- Perdas elétricas nos balastros consideradas de acordo com o documento de referência “Eficiência na Iluminação Pública”
- Valor de investimento indicado teve por base o valor médio de mercado para os equipamentos projetados, no ano de elaboração do projeto, 2014.

A. Simulação energética do investimento e das economias previstas

A Tabela 2 mostra as poupanças energéticas previstas para cada tipo de ação estabelecida no projeto.

Tabela 2- Estimativa orçamental e resumo de valores de redução associados à instalação projetada

Designação	Tipo Lâmpada	Pot. luminária [W]	Quantidade Luminarias	Potência instalada (kW) [kW]	Investimento [€] (s/IVA)	Redução Consumo [kWh]	Redução Energia Primária [tep/ano] ⁽¹⁾	Redução Emissões CO ₂ [ton/ano] ⁽²⁾
Ação Tipo 1	LED	55+5	192	45,8	131.520	137.346	29,53	64,55
Ação Tipo 2	LED	55	148	23,7	77.700	62.309	13,40	29,29
Totais				69,4	209.220	199.656	42,93	93,84

A redução do consumo previsto na rede de IP em estudo, apontava para uma diminuição do valor da fatura de eletricidade que se apresenta na Tabela 3.

Tabela 3- Economia prevista no primeiro ano de exploração

Consumo Energético previsto [kWh/ano]	78.836
Economia Energética [kWh/ano]	199.656
Economia Energética [€/ano] (s/IVA)	22.361

Foram também, calculados alguns indicadores de eficácia económica do investimento para as poupanças esperadas, num período equivalente ao do tempo de referência de projeto - 15 anos, os quais constam da Tabela 4.

Tabela 4- Indicadores de eficácia económica do investimento para a poupanças previstas, num período equivalente ao do tempo de referência do projeto

Instalação de Luminárias LED	
Investimento total s/IVA [€]	209.220
Redução do consumo de energia [kWh/ano]	199.656
Redução de custos energéticos s/IVA [€/ano]	22.361
Investimento/Redução de consumo energia (a 15 anos) [€ investido/kWh poupado]	0,07
Investimento/Redução de custos energia (a 15 anos) [€ investido/€ poupado em energia]	0,62
Redução de custos de manutenção [€/ano]	1.681
Investimento/Redução de custos (a 15 anos) [€ investido/€ poupado em energia e manutenção]	0,58

O valor da redução anual relativo à manutenção foi obtido tendo por base o histórico dos custos anuais efetivos da autarquia com a manutenção das instalações em causa.

Procedeu-se também ao cálculo dos rácios do investimento relativos aos custos por consumo equivalente de petróleo evitado e por emissões de dióxido de carbono evitadas, durante o tempo de referência de projeto, os quais se

apresentam na Tabela 5.

Tabela 5 - Custo por tep e por ton CO₂ evitados

Rácios do investimento	
Investimento Total [€]	209.220
Consumo Evitado [tep] (1)	42,93
Custo por tep evitado [€/tep]	324,9
Emissões Evitadas [ton CO ₂] (2)	93,84
Custo por ton CO ₂ evitado [€/ton CO ₂]	148,6
(1) Fator de conversão 1kWh=0,000215tep, de acordo com o Despacho n.º 17313/2008 de 26 de Junho.	
(2) Fator de conversão 1kWh=0,47kgCO ₂ , de acordo com o Despacho n.º 17313/2008 de 26 de Junho.	

Da avaliação económica efetuada para o período de 15 anos, obtiveram-se os valores apresentados na Tabela 6, podendo constatar-se a viabilidade económica do projeto.

Tabela 6 - Indicadores económicos do investimento para o período de 15 anos, na fase de projeto.

Avaliação Económica	
Investimento Total [€]	209.220
Poupança Anual – Energia [€/ano]	22.361
Redução Anual – Manutenção [€/ano]	1.681
Taxa atualização	5%
VAL	40 332€
TIR	8%
Período Retorno [anos]	8,7

B. Resultados Obtidos

Após a monitorização dos resultados, durante o primeiro ano de exploração, foi atualizada a avaliação técnica-económica e de impacto ambiental do projeto implementado.

O valor do kWh considerado foi de 0,1324€, valor preço médio calculado com base nos consumos IP e preço de energia ativa do ano 2016. Os resultados obtidos estão explanados nas Tabelas 7, 8, 9 e 10, estudo calculado para um período de 15 anos, tempo de referência do projeto.

Tabela 7 - Indicadores de eficácia económica do investimento para a poupanças reais

Instalação de Luminárias LED	
Investimento total s/IVA [€]	192.500,20
Redução do consumo de energia [kWh/ano]	199.656
Redução de custos energéticos s/IVA [€/ano]	26.434
Investimento/Redução de consumo energia (a 15 anos) [€ investido/kWh poupado]	0,06
Investimento/Redução de custos energia (a 15 anos) [€ investido/€ poupado em energia]	0,48
Redução de custos de manutenção [€/ano]	1.681
Investimento/Redução de custos (a 15 anos) [€ investido/€ poupado em energia e manutenção]	0,46

Tabela 8- Quadro resumo comparativo do cenário de referência sem e com implementação do projeto considerando os valores verificados no primeiro ano de exploração

Quadro resumo comparativo Sem Projeto e Com Projeto				
Investimento s/IVA [€]	Consumo de energia [kWh/ano]			
	Sem Projeto	Com Projeto	Redução [kWh/ano]	Redução [%]
192.500,00	278.492,10	78.836,60	199.655,50	72
	Custos de energia [€/ano]			
	36.872,40	10.438,00	26.434,40	72
	Custos manutenção [€/ano]			
	1.681,00	0,00	1.681,00	100
	Energia Primária [tep/ano]			
	59,90	16,90	42,90	72
	Emissões CO ₂ [ton/ano]			
130,90	37,10	93,80	72	

Tabela 9 - Custo por tep e por ton CO₂ evitados, considerando os valores reais de investimento e economia

Rácios do Investimento	
Investimento Total [€]	192.500,20
Consumo Evitado [tep](1)	42,93
Custo por tep evitado [€/tep]	299
Emissões Evitadas [ton CO ₂](2)	93,84
Custo por ton CO ₂ evitado [€/ton CO ₂]	137
(1)Fator de conversão 1kWh=0,000215tep, de acordo com o Despacho n.º 17313/2008 de 26 de Junho.	
(2)Fator de conversão 1kWh=0,47kgCO ₂ , de acordo com o Despacho n.º 17313/2008 de 26 de Junho.	

Tabela 10 - Indicadores económicos do investimento, considerando os valores reais de investimento e economia

Avaliação Económica	
Investimento Total [€]	192.500,2
Poupança Anual – Energia [€/ano]	26.434
Redução Anual – Manutenção [€/ano]	1.681
Taxa atualização	5%
VAL	99 319 €
TIR	12%
Período Retorno [anos]	6,8

V. CONCLUSÃO

Um ano após a monitorização do projeto confirmaram-se as expectativas de poupança, tendo mesmo sido superados alguns dos indicadores económicos e ambientais inicialmente, previstos. Estes desfasamentos devem-se, essencialmente, a fatores económicos. Por um lado, a diminuição do preço de mercado das luminárias LED implicou um menor valor do investimento e, por outro, o preço do kWh do primeiro ano de exploração (2016) foi bastante superior ao valor considerado no estudo económico.

Deste modo, com um menor investimento de cerca de 16.720€ abaixo da estimativa, conseguiu-se diminuir o período de retorno em 1,9 anos, bem como obter melhores indicadores de eficácia económica. É importante referir que, na área intervencionada, os candeeiros existentes são parte integrante do projeto de arquitetura, pelo que não foi possível optar por luminárias de menor custo.

Caso se tratasse de uma rede onde a opção das luminárias a instalar não estivesse condicionada a um único modelo, o investimento necessário por kWh poupado seria, certamente, muito inferior.

Em relação à redução de custos energéticos, neste primeiro ano de exploração a poupança foi superior ao valor esperado, cerca de 4.073€, isto porque, em 2016, o valor médio considerado para o kWh foi de 0,1324€, ou seja, superior ao valor do kWh de 2013 que serviu de base para o cálculo na fase de estudo.

Em conclusão, a substituição das luminárias convencionais por luminárias LED na área intervencionada permitiu obter uma redução de energia elétrica na ordem dos 72%, uma diminuição das emissões de CO₂, associadas à rede em causa, na ordem dos 72%, uma diminuição da potência instalada em cerca de 28% e uma poupança anual de 1.681€ em despesas de manutenção. Permitiu ainda uma melhoria substancial das condições de visibilidade do espaço devido ao maior índice de restituição cromática que a solução LED apresenta em relação às lâmpadas de iodetos metálicos.

Perante estes resultados obtidos, tanto em termos económicos como energético-ambientais, haverá interesse em promover outros estudos com o objetivo de replicar este tipo de ação.

Seria também fundamental que os municípios definissem estratégias de abordagem para a escolha do tipo de iluminação a integrar nos diferentes espaços públicos, criando as condições necessárias para que, em todas as operações urbanísticas a realizar, seja obrigatória a inclusão de luminárias LED nas redes de IP.

Neste sentido, é de salientar a importância do Protocolo que a Associação Nacional de Municípios Portugueses e a EDP Distribuição formalizaram para a alteração ao Anexo I do Contrato-Tipo de Concessão da distribuição de energia elétrica em baixa tensão, aprovado pela Portaria nº 454/2001, de 5 maio, por forma a consagrar as luminárias de

tecnologia LED, a instalar nos municípios, como equipamentos de uso corrente, significando que a manutenção e conservação desses equipamentos são assegurados pela concessionária da rede [7].

Este protocolo permitirá a progressiva substituição da atual tecnologia da IP pela tecnologia LED na totalidade da rede, tornando-a desta forma mais eficiente.

REFERÊNCIAS

- [1] EDP Distribuição, “Aparelhos de Iluminação Elétrica e Acessórios - Guia técnico de iluminação pública,” DTI – Direção de Tecnologia e Inovação, Nov 2017.
- [2] DGGE - Direção Geral de Energia e Geologia, “Energia Elétrica - Consumos por Concelho - Por Sector de Actividade,” 2015.
[Online] Available:
<http://www.dgeg.gov.pt/?cn=68917002707171207607AAA>.
- [3] ERSE, “Guia sobre a Distribuição da Energia Elétrica em Baixa Tensão,” Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, 2018.
- [4] POVT, “Relatório Execução 2010,” Programa Operacional Temático de Valorização do Território, 2011.
- [5] N. C. Solutions, “Lighting Evolution: Benefits of LED Lighting,” white paper, 2016.
- [6] RNAE, “Documento de Referência para a Eficiência Energética na Iluminação Pública,” Associação das Agências de Energia e Ambiente, 2012.
- [7] EDP Distribuição, “Manual de Iluminação Pública - Revisão,” EDP Distribuição, ISR-UC, 2016.