

RESULTADOS DA SUBSTITUIÇÃO DE TECNOLOGIA NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA – ESTUDO DE CASO

EULER BUENO DOS SANTOS¹, PEDRO PAULO CARDOSO RESENDE²

¹Dr. em Eng. Eletr., Prof., EMC, UFG, Goiânia-GO, euler.bueno.santos@gmail.com;

²Eng. Eletr., Gestão em energia, Grupo BC Energia, Goiânia-GO, eng.pedropcr@gmail.com.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
4 a 6 de outubro de 2022

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo mostrar o comportamento de importantes grandezas, antes e após a ação de *retrofit* envolvendo lâmpadas com tecnologias a vapor de sódio e LED, no sistema de iluminação pública de duas vias urbanas com diferentes arquiteturas e localizadas na cidade de Goiânia capital do Estado de Goiás. As disposições dos aparelhos de iluminação em uma das vias urbanas observadas enquadram no modo unilateral e na outra via enquadra no modo axial. Neste sentido são apresentados estudo de casos. A metodologia utilizada baseou-se na teoria da malha de grade de pontos e para aquisição de dados de medições foi utilizado a montagem de um sistema computadorizado capaz de registrar, armazenar, e disponibilizar dados para processamento. Os resultados indicam economia de energia associada a uma redução na potência instalada acima de 34%. Nos casos apresentados, na medida que se afasta do eixo horizontal das luminárias na direção do eixo das vias urbanas, a diferença percentual das iluminâncias considerando os mesmos pontos nos diferentes cenários se manifesta favorável às situações com utilização das lâmpadas com tecnologia LED.

PALAVRAS-CHAVE: Iluminação pública; via urbana; tecnologia a vapor de sódio; tecnologia LED.

RESULTS OF TECHNOLOGY REPLACEMENT IN PUBLIC LIGHTING - CASE STUDY

ABSTRACT: This work aims to show the behavior of important greatness, before and after the retrofit action involving lamps with sodium vapor and LED technologies, in the public lighting system of two urban streets with different architectures and located in the city of Goiania, capital of the Goias. The lighting fixtures on one of the observed urban roads are in unilateral mode and in the other road are in axial mode. In this sense, case studies are presented. The methodology used was based on the theory of the grid of points and for the acquisition of measurement data, a computerized system capable of recording, storing, and making data available for processing was used. The results indicate energy savings associated with a reduction in installed power above 34%. In the cases presented, as it moves away from the horizontal axis of the luminaires towards the axis of urban roads, the percentage difference of illuminances considering the same points in the different scenarios is favorable to situations with the use of lamps with LED technology.

KEYWORDS: Public lighting; urban road; sodium steam technology; LED technology.

INTRODUÇÃO

A iluminação pública das vias urbanas é de fundamental importância uma vez que, no período noturno, possibilita aos pedestres e aos condutores de veículos uma melhor clareza, do que está em sua volta, podendo evitar acidentes além de produzir maior sensação de segurança.

As primeiras cidades brasileiras a terem iluminação pública com utilização de energia elétrica, cujo suprimento foi através de usina termelétrica, foram: Campos, no Rio de Janeiro; e posteriormente Rio Claro, em São Paulo (Escola Kids, 2022).

Atualmente a maior parte da iluminação pública no Brasil é suprida por energia proveniente de usinas hidrelétricas que compõem uma grande parcela da matriz elétrica brasileira. Estas usinas dependem de condições climáticas (água pluvial) para manter os volumes de seus reservatórios em

valores adequados. O comportamento do clima em algumas regiões do país não tem contribuído para evitar escassez hídrica com consequente aumento de tarifa de energia elétrica.

A iluminação pública no Brasil representa uma classe de consumidor que utiliza uma parcela considerável do total de energia elétrica consumida. Para exemplificar pode ser citado o Estado de Goiás cujos dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) do Ministério de Minas e Energia permitem observar que, no período entre os anos de 2016 e 2019, o consumo anual por parte da iluminação pública foi superior a 4% do consumo total do Estado (EPE, 2020).

Pelo exposto verifica-se a necessidade da utilização da energia, nos sistemas de iluminação pública, de modo racional e eficiente. Deste modo fica perfeitamente justificado a importância de estudo sobre o comportamento de grandezas luminotécnicas (Mamede Filho, 2007), em decorrência de ações de substituição de dispositivos de iluminação de diferentes tecnologias, nos sistemas de iluminação pública.

Este trabalho tem como objetivo expor estudo de casos que inclua o comportamento da iluminância em diversos pontos do leito de vias públicas com arquiteturas diferentes, considerando os seguintes cenários: antes e após a ação de intervenção na iluminação pública que resultou na substituição dos aparelhos de iluminação contendo lâmpadas com tecnologia a vapor de sódio por outros aparelhos contendo lâmpadas com tecnologia LED.

A metodologia utilizada baseia-se em procedimentos de medição que permite aquisição e processamento de dados relacionados a importantes grandezas luminotécnicas na iluminação pública (Moreira, 2006). As obtenções de dados foram realizadas em diferentes vias urbanas, nas quais foram observados: um cenário onde os aparelhos de iluminação continham lâmpadas a vapor de sódio, e outro cenário com aparelhos de iluminação contendo lâmpadas de LED.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho tem como elemento do objeto do estudo a iluminação pública, de duas vias urbanas localizadas na cidade de Goiânia, capital do Estado de Goiás, que sofreu processo de *retrofit*.

Na ocasião da realização deste estudo a iluminação pública de várias vias estavam sofrendo intervenção. Nesta ação as luminárias foram substituídas e mantidos os postes e braços de sustentação.

A escolha das vias, para este estudo, considerou vários aspectos entre os quais podem ser citados: vias com diferentes arquiteturas e distribuição de posteamento; segurança para atividades noturna; ausência de circulação de veículos, pessoas e animais, em intervalo de tempo considerável em determinado horário noturno; intervalo de tempo que permitisse realização de medições antes e após a intervenção considerando o tempo de funcionamento inicial das lâmpadas substitutas, em uma mesma fase da lua e condições de nebulosidade, de modo a tornar insignificante as variações das contribuições externas ao sistema.

Com o propósito de facilitar a compreensão as vias mencionadas estão associadas aos seguintes estudos: Caso I, relativo à iluminação pública da Rua 88 do bairro Setor Sul; e Caso II, relativo à iluminação pública da Avenida A do bairro Jardim Goiás.

No Caso I tem-se: via urbana de pista única e mão dupla; luminárias vinculadas em braços tubulares metálicos presos em postes de concreto; disposição dos aparelhos de iluminação ao longo da via pública enquadram-se na montagem unilateral. Para ilustrar apresenta-se a Figura 1 que mostra a situação da iluminação com luminárias contendo lâmpadas a vapor de sódio e a Figura 2 que expõe a situação da iluminação com luminárias contendo lâmpadas de LED.

Figura 1. Iluminação com lâmpadas a vapor de sódio no Caso I.

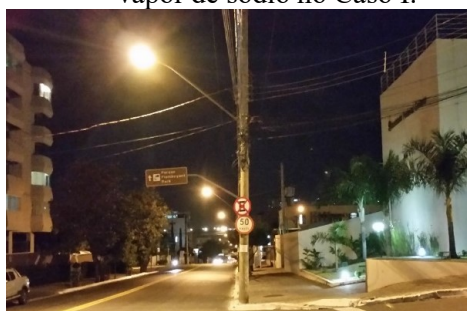
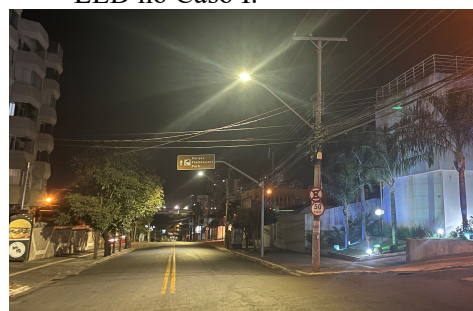


Figura 2. Iluminação com lâmpadas de LED no Caso I.



No Caso II tem-se: via urbana de pista dupla, cujo separador é um canteiro central, e mão única em cada pista; dois conjuntos, cada um possuindo luminária vinculada em braço tubular metálico, presos no mesmo poste de concreto; disposição dos aparelhos de iluminação ao longo da via pública que se enquadra na montagem axial. Para ilustrar apresenta-se a Figura 3 que mostra a situação da iluminação com luminárias contendo lâmpadas a vapor de sódio e a Figura 4 que expõe a situação da iluminação com luminárias contendo lâmpadas de LED.

Figura 3. Iluminação com lâmpadas a vapor de sódio no Caso II.

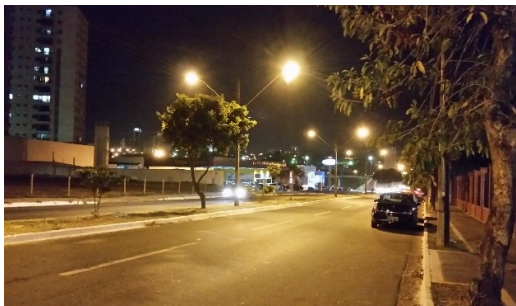
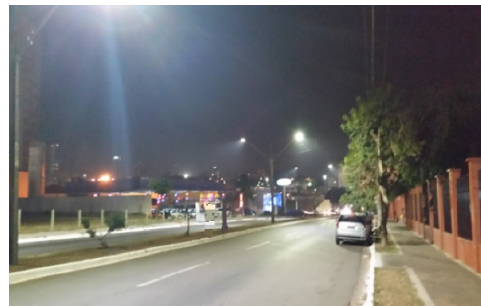


Figura 4. Iluminação com lâmpadas de LED no Caso II.



Algumas características das luminárias com as respectivas lâmpadas, de acordo com informações dos fabricantes, existentes na iluminação pública em ambos os casos na ocasião das medições estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Dados das luminárias com as lâmpadas utilizadas

Grandeza	Vapor de Sódio	LED
Potência (W)	250	180
Tensão de operação (V)	220	127 – 277
Temperatura de cor (K)	2000	4000
Índice de reprodução de cor	25	75
Frequência de operação (Hz)	60	50 / 60
Fator de Potência	> 0,92	> 0,92
Reator	sim	não

Doravante neste trabalho serão designados por: Cenário A, situação do sistema com lâmpadas a vapor de sódio; Cenário B, situação do sistema com lâmpadas de LED.

Com o propósito de quantificar a iluminância associada às lâmpadas de diferentes tecnologias nos diferentes cenários de cada caso realizou-se medições, utilizando um protocolo elaborado com base na metodologia da malha de grade de pontos, considerando a referência (ABNT NBR 5101, 2018). Para garantir que os mesmos pontos em locais estratégicos das vias possibilitassem as medições, nos dois cenários de cada caso, limpeza adequada e marcações duradoura foram efetuadas.

A coleta de dados relativos à iluminância foi realizada com a montagem de um sistema de medição composto por: luxímetro digital para coleta das informações; *laptop*, interligado ao luxímetro, com função de aquisição e armazenamento dos dados através de um software específico. Após procedimentos de configuração dos equipamentos e realização das medições os dados foram disponibilizados para processamento e obtenção de resultados que serão apresentados no tópico seguinte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A substituição de luminárias, por outras com lâmpada de tecnologia diferente, em um sistema de iluminação resulta em diversos fatores entre os quais podem ser citados: o impacto que se provoca no consumo da energia elétrica, que tem relação com a potência instalada; e alteração no comportamento de parâmetros vinculados à luminotécnica.

Com relação a potência instalada por aparelho de iluminação nota-se no Cenário A 275W enquanto no Cenário B 180W. Deste modo o Cenário B provoca uma redução, com diferença percentual estimada de 34,54% em relação ao Cenário A.

As figuras 5 e 6 mostram plantas baixas destacando em um vão de cada via as malhas de grades (*grid*) de pontos efetuadas, com localização em coordenadas para alguns pontos de medição como exemplo, relativas aos casos I e II respectivamente.

Figura 5. Planta baixa com *grid* e alguns pontos de medição do Caso I.

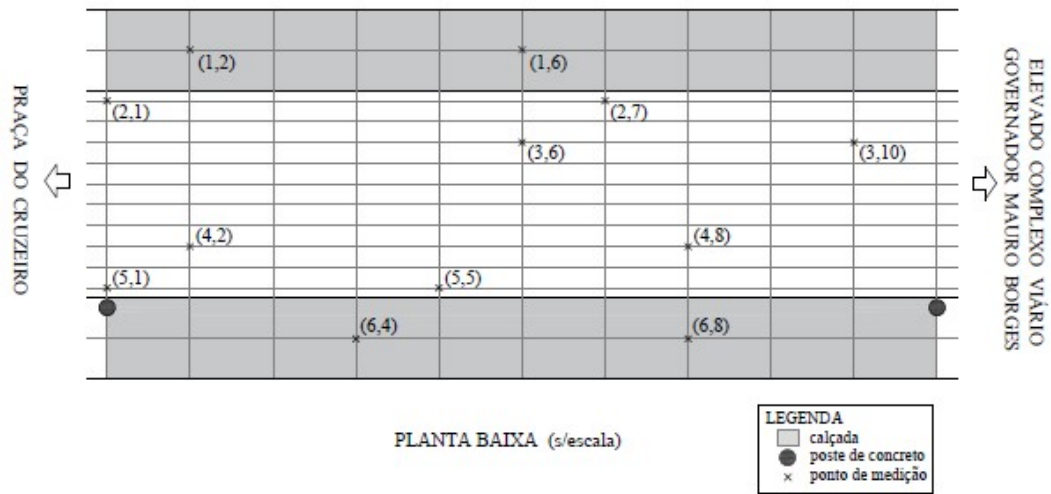
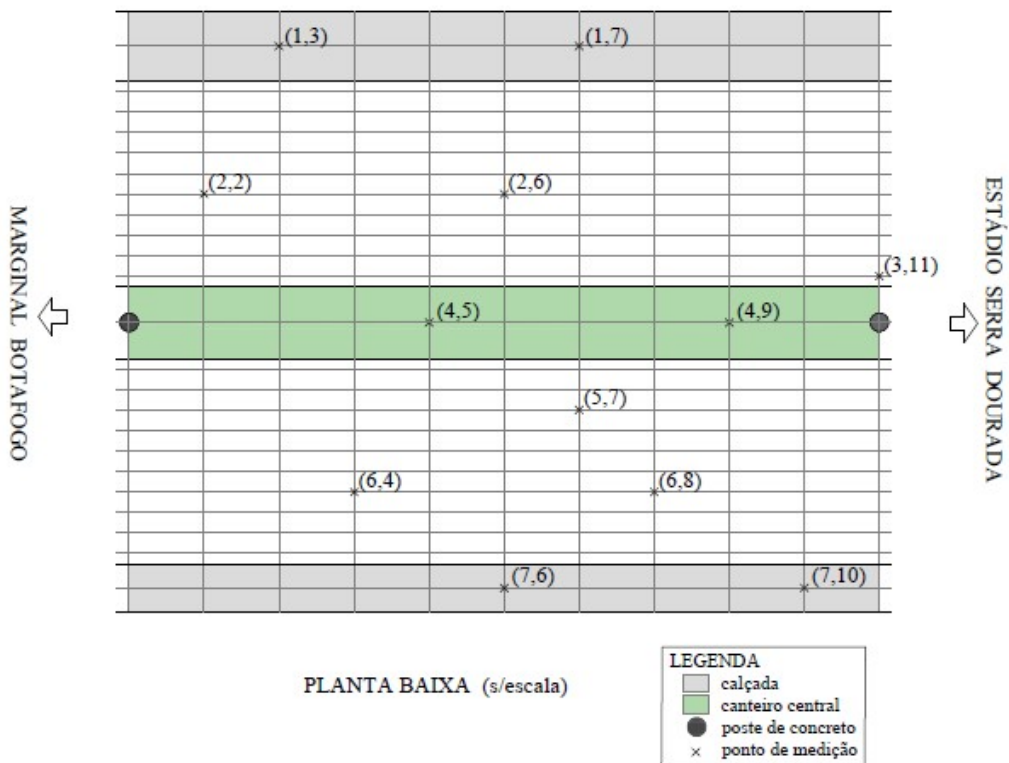


Figura 6. Planta baixa com *grid* e alguns pontos de medição do Caso II.



Para permitir a visualização de resultados das medições pontuais de iluminância no Cenário A (E_A) e no Cenário B (E_B), e a diferença percentual entre elas (Dif.%) tomando como base o Cenário A, é apresentada a Tabela 3, relativa aos casos I e II baseada nas figuras 5 e 6.

Tabela 3. Valores de iluminâncias medidas e diferenças percentuais, relativas ao Caso I e II.

Caso I				Caso II			
Ponto	E _A (lux)	E _B (lux)	Dif.%	Ponto	E _A (lux)	E _B (lux)	Dif.%
(1,2)	9,2	18,5	101,1	(1,3)	6,2	19,3	211,3
(1,6)	3,2	10,9	240,6	(1,7)	7,2	11,7	62,5
(2,1)	15,7	25,7	63,7	(2,2)	38,0	51,0	34,2
(2,7)	4,3	13,4	211,6	(2,6)	15,4	19,0	23,4
(3,6)	4,7	11,3	140,4	(3,11)	20,9	33,0	57,9
(3,10)	23,0	32,5	41,3	(4,5)	16,4	5,1	-68,9
(4,2)	31,1	33,0	6,1	(4,9)	28,4	7,5	-73,6
(4,8)	13,5	12,1	-10,4	(5,7)	12,0	20,0	66,7
(5,1)	27,5	13,3	-51,6	(6,4)	9,5	26,8	182,1
(5,5)	8,0	2,6	-67,5	(6,8)	10,0	25,0	150,0
(6,4)	8,5	1,4	-83,5	(7,6)	3,1	24,6	693,5
(6,8)	9,0	1,0	-88,9	(7,10)	5,8	34,8	500,0

CONCLUSÃO

Para verificação do comportamento das grandezas luminotécnicas na iluminação pública, através de medição, foi elaborado um protocolo com utilização de equipamentos de informática que agilizou o processo de coleta e processamento dos dados de maneira confiável e possibilitou confrontações de resultados.

A troca de luminárias com lâmpadas a vapor de mercúrio por luminárias com lâmpadas de LED no sistema de iluminação pública resulta numa redução considerável na potência instalada, chegando nos casos aqui apresentados a mais de 34%, o que certamente provoca redução também considerável no consumo da energia elétrica.

Na medida que se afasta do eixo horizontal das luminárias na direção do eixo das vias a diferença percentual da iluminância aumenta favoravelmente ao Cenário II nos dois casos apresentados, sendo que no sentido inverso nas proximidades do eixo horizontal das luminárias o Cenário I apresenta maiores valores. Isto leva a concluir que os braços existentes não proporcionaram o ângulo adequado para as luminárias de LED.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 5101. Iluminação pública – Procedimentos. Terceira edição. 2018.
- EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2021 ano base 2020; Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia. Disponível em:
https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio_2021.pdf. Acesso em: 15 de julho de 2022.
- Escola Kids. História da Iluminação Pública no Brasil - 2022. Disponível em:
<https://escolakids.uol.com.br/historia/historia-da-iluminacao-publica-no-brasil.htm>. Acesso em: 15 de julho de 2022.
- Mamede Filho, J. Instalações Elétricas Industriais. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. Cap.2, p. 87- 90.
- Moreira, V. A. Iluminação Elétrica. São Paulo: Edgard Blucher, 2006. Cap. 9, p. 155-178.