

Iluminação pública e efficientização energética

CRISTIANE KRUGER*

LUCAS FEKSA RAMOS**

Resumo: No Brasil a iluminação pública é responsabilidade dos municípios, sendo o serviço é prestado pelas concessionárias de energia elétrica e municípios. O estudo objetiva identificar os diferentes modelos de iluminação das vias públicas, comparando-os e verificando qual o modelo de lâmpada mais eficiente para o contexto dos municípios brasileiros. O estudo apresenta um breve histórico das lâmpadas utilizadas até o momento, um levantamento simplificado da legislação específica e uma análise comparativa de consumo dentre as lâmpadas comumente utilizadas, considerando consumo de potência, custo de aquisição, luminosidade, energia utilizada na geração da luminosidade. Aborda-se ainda questões relacionadas à gestão pública na efficientização energética na iluminação pública municipal. Os resultados indicam que a eficiência energética e a gestão adequada dos sistemas de iluminação pública podem contribuir para a redução da demanda de energia elétrica pública, melhoraria da qualidade dos serviços respectivos e minimizando impactos sociais e ambientais. Em conclusão sugere-se que a gestão pública integre-se à eficiência energética, adotando-se estratégias que englobem interesses mútuos entre os principais atores envolvidos, eliminando barreiras existentes, numa gestão pública voltada para o cidadão.

Palavras-chave: Gestão Pública; Interesse público; Lâmpadas; Sustentabilidade.

Public lighting and energy efficiency

Abstract: In Brazil, public lighting is the responsibility of municipalities, the service is provided by electric utilities and municipalities. The study aims to identify the different models of street lighting, comparing them and making sure that the most efficient lamp model for context of Brazilian municipalities. The study presents a brief history of the lamps used to date, a simplified survey of the specific legislation and a comparative analysis of consumption among the lamps commonly used, considering power consumption, cost, brightness, energy used in the generation of light. It also addresses issues related to public management in energy efficiency in municipal public lighting. The results indicate that energy efficiency and the proper management of public lighting systems can contribute to reduce public electricity demand, improve the quality of their services and minimizing social and environmental impacts. In conclusion it is suggested that public management integrates to energy efficiency, adopting strategies that target mutual interests among key stakeholders by eliminating existing barriers in public management focused on the citizen.

Key words: Public Management; Public interest; Lamps; Sustainability.



* **CRISTIANE KRUGER** é mestranda em Administração (Universidade Federal de Santa Maria).



** **LUCAS FEKSA RAMOS** é doutorando em Engenharia Elétrica (Universidade Federal de Santa Maria).

1. Introdução

A eletricidade é um insumo que impacta nos custos dos municípios e varia conforme é utilizada e como é adquirida da fornecedora. A gestão da iluminação pública com o aprimoramento das tecnologias visando eficiência e qualidade pode resultar em economia, isso porque o setor público representa parcela significativa do consumo final de eletricidade no Brasil (EPE, 2014). Se a energia elétrica utilizada para iluminar as vias públicas possui impacto considerável nas contas, cabe aos cidadãos, verificar se as lâmpadas utilizadas são eficientes.

A iluminação de ruas, centros urbanos e regiões periféricas é um bem público, cuja oferta é de interesse da população. A iluminação desempenha importante papel como inibidor da violência e como mecanismo de desenvolvimento das comunidades de baixa renda, que, no caso brasileiro, convive diariamente com a falta de infraestrutura urbana (FIDALGO, 2007). Já a eficiência energética é importante vetor no atendimento à demanda futura de energia, não só no Brasil, mas no mundo, contribui para a segurança energética, competitividade econômica e redução de impactos ambientais, como a emissão de gases de efeito estufa. O aproveitamento de oportunidades de eficiência energética requer uma visão integrada tanto de fontes energéticas quanto dos agentes envolvidos, o que engloba a sociedade em geral.

Relacionando eficiência energética e iluminação pública, tomando-se por base as lâmpadas comumente utilizadas, é cabível uma análise para verificar se as lâmpadas utilizadas são eficientes quanto ao custo-benefício, temperatura de cor, eficiência luminosa, fluxo luminoso, vida útil e consumo de

energia elétrica. Neste sentido, este trabalho tem por propósito identificar os diferentes modelos de lâmpadas utilizadas na iluminação de vias públicas nacionais, comparando-as e verificando qual o tipo mais eficiente.

Deste modo, apresenta-se uma análise comparativa de consumo dentre as lâmpadas comumente utilizadas, considerando consumo de potência, custo de aquisição, luminosidade, energia utilizada na geração da luminosidade. Aborda-se, ainda, questões relacionadas à gestão pública na eficiência energética na iluminação pública, além de um breve histórico das lâmpadas utilizadas até o momento e um levantamento simplificado da legislação específica.

2. Iluminação pública

Manter as ruas iluminadas durante a noite é uma preocupação constante das cidades por centenas de anos. Inicialmente, a iluminação era realizada de forma individual pela instalação de lanternas e lampiões na fachada das casas. Aos poucos, com o objetivo de uniformizar o serviço, esta incumbência foi transferida para órgãos especializados em associações com as administrações públicas dos municípios.

Com o surgimento de dispositivos capazes de produzir luz a partir da energia elétrica, esse recurso se tornou interessante para a iluminação de vias públicas. A iluminação a arco foi demonstrada ao público em Paris e Londres, entre as décadas de 1840 e 1850. Porém, na época, a forma de alimentação dos dispositivos era limitada, sendo realizada por meio de células químicas, com autonomia limitada e elevado custo. As demonstrações, então, eram restritas a curtos espaços de tempo, e em número

reduzido de equipamentos (BERNARDO, 2007).

O progresso das lâmpadas incandescentes demonstrou a necessidade de desenvolver um dispositivo capaz de operar por grandes períodos de tempo sem elementos consumíveis, visando maior praticidade de emprego e redução de custos (BERNARDO, 2007).

A iluminação de vias públicas está presente desde o início da utilização comercial da energia elétrica. No Brasil, em 1879, registrou-se a primeira utilização da luz elétrica na Estação Rio da estrada de Ferro D. Pedro II, quando foram instaladas seis lâmpadas a arco voltaico “velas Jablochhoff”. Um dos primeiros serviços energéticos produzidos a partir da energia elétrica foi a iluminação pública. Aos poucos essa iluminação tomou conta das cidades. Em 1963 a maioria das lâmpadas utilizadas eram do tipo incandescente, em segundo lugar as fluorescentes e em terceiro, as lâmpadas a vapor de mercúrio (DA SILVA, 2006).

As lâmpadas a vapor de mercúrio permitiam ampla cobertura luminosa. Por isso, nesse período, elas foram utilizadas largamente em vias públicas, assim como as lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão, que mais tarde se firmaram como as mais indicadas para a iluminação pública, devido a sua eficiência na produção da luz (DA SILVA, 2006).

Outros modelos de lâmpadas surgiram, partindo da incandescente, passando pelas lâmpadas a vapor de mercúrio, a vapor de sódio, a multivapores metálicos, lâmpadas de indução e chegando aos LEDs. Nota-se uma evolução na iluminação pública, no

contexto das transformações do modo de vida e organização das sociedades.

Dos lampiões até a eminência dos LEDs, o desenvolvimento da humanidade se confunde com a evolução da iluminação. Ela é o destaque quando nos referimos a qualidade de vida, segurança, ocupação dos espaços públicos, no visual da cidade, para o comércio e turismo.

3. Gestão pública e eficiência energética

O termo gestão pública, de acordo com Martins (2005), designa um campo do conhecimento (ou integra um campo do conhecimento) e de trabalho, relacionados às organizações cuja missão é o interesse público ou afete esse. Já para Lima (2006) a gestão pública é a capacidade de fazer o que precisa ser feito e só atingirá sua alta capacidade quando conseguir efetivar bom planejamento e organização. Ainda conforme esse autor, a gestão pública é o fruto da relação entre processo, resultado e efeito, onde visa-se garantir qualidade a todas partes interessadas.

A iluminação pública tem importância para a sociedade, sendo considerada um serviço essencial, contribuindo para a segurança pública e para a melhoria da qualidade de vida. A demanda por energia no Brasil é crescente. A Agência Internacional de Energia (2006) considera que o consumo de energia com iluminação é responsável por 19% de toda energia elétrica gerada no mundo. Por isso é importante que o crescimento de consumo de energia associado à eficiência energética, em especial de produtos destinados à iluminação. Para se suprir a demanda por energia é necessária a substituição de produtos ineficientes por produtos cada vez mais eficientes. O setor público deve servir de modelo para a

sociedade em geral, essa troca deve estar acompanhada de uma gestão pública eficiente. A utilização de tecnologias eficientes nos sistemas de iluminação pública pode reduzir a demanda em horários de ponta e combater o desperdício de energia elétrica, com a melhora na qualidade dos serviços prestados.

O aumento do consumo energético, embora represente o aquecimento econômico e melhora na qualidade de vida, esgota os recursos utilizados para a produção de energia, além de impactar negativamente no meio ambiente e necessitar de elevados investimentos em busca de novas fontes e na construção de usinas. Uma maneira de conter o consumo sem comprometer qualidade de vida e desenvolvimento econômico é o uso eficiente. O princípio da eficiência norteia a Administração Pública, visa tornar a máquina pública menos cara e ineficaz, utilizando meios mais eficientes e sem desperdícios de recursos.

Apesar do potencial para melhoria da eficiência energética nos sistemas de iluminação pública, existem barreiras que impedem um maior avanço dessas ações. Uma barreira é a legislação quanto à responsabilidade dos envolvidos, concessionárias e municípios. Como visto anteriormente, a prestação dos serviços públicos é de competência dos municípios, conforme determina a Constituição Federal, já as atividades de implantação e manutenção são executadas diretamente tanto pelos municípios quanto pelas concessionárias.

As lâmpadas eficientes na iluminação pública dos municípios podem contribuir para um consumo energético consciente, favorecendo os meios relacionados, havendo comprometimento do poder público em

suas próprias instalações. A gestão energética municipal atende à legislação específica, Lei de Eficiência Energética, e o programa de gestão da energia elétrica, Gestão Energética Municipal, que visa racionalizar os gastos com eletricidade nas prefeituras.

O acesso aos recursos para eficiência energética, especialmente para os pequenos municípios, é limitado, porém para as concessionárias os recursos do PROCEL estão disponíveis. No entanto, conforme Barbosa (2000) as concessionárias consideram que investimentos para melhoria da eficiência energética dos equipamentos de uso final, como lâmpadas e reatores, reduzem o faturamento da empresa.

A gestão pública da iluminação não pode ser considerada uma solução para a falta de recursos dos municípios, mas pode contribuir para reduzir os impactos deste insumo nas contas públicas e permitir a destinação de tais economias para outras necessidades (SAIDEL, 2005). Assim, a redução dos gastos com energia elétrica, proporcionada pela melhoria da eficiência energética na iluminação pública, pode contribuir para a racionalização das despesas totais do município.

A gestão da iluminação pública representa um novo instrumento de gestão pública no âmbito municipal, através da qual o gestor deve buscar garantir que o serviço público seja prestado com eficiência e qualidade.

4. Método

Quanto ao objetivo – identificar os diferentes modelos de iluminação das vias públicas, comparando-os e verificando qual o modelo de lâmpada mais eficiente para o contexto dos municípios brasileiros – a pesquisa caracteriza-se como descritiva e explicativa. Descritiva por exigir do

pesquisador uma série de informações sobre o que se deseja investigar, especificamente as características das lâmpadas analisadas.

Para Gil (2007) uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação de fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado. Nesse sentido, o estudo descreveu os modelos de lâmpadas estudadas e explicou sua utilização na iluminação pública, diante da eficiência de cada uma.

Para a comparação entre as lâmpadas utilizou-se a simulação, pela qual analisa-se o comportamento de um sistema durante um período, de maneira quantitativa, agindo sobre as variáveis e os parâmetros do modelo estudado. Para as comparações utilizou-se quatro modelos de lâmpadas, baseado no Manual de Iluminação Pública da COPEL (2012) onde verificou-se qual a lâmpada mais eficiente, os dados de cada lâmpada foram extraídos do *datasheet* respectivo, as comparações foram realizadas conforme demonstrado nas Unidades de Fotometria e seguindo a Legislação Nacional sobre iluminação pública.

Para o presente estudo considerou-se a utilização de energia elétrica para a iluminação pública. Atualmente a utilização de energias renováveis para iluminação pública, no Brasil, requer um investimento muito alto, o que torna sua utilização, momentaneamente, inviável.

5. Comparativo de lâmpadas

A seguir, consta o comparativo entre os modelos de lâmpadas popularmente utilizados na iluminação pública

nacional, quanto aos quesitos vida útil, fluxo luminoso, eficiência luminosa, temperatura de cor e um comparativo sobre o custo de aquisição de cada lâmpada com o tempo de duração.

Para a análise foram utilizados dados extraídos do *datasheet* respectivo de cada modelo de lâmpada. As lâmpadas consideradas para análise de vida útil, fluxo luminoso, eficiência luminosa, temperatura de cor e custo-benefício possuem mesma potência (400 watts), e os modelos podem ser empregados na iluminação de vias públicas, não necessariamente possuindo essa mesma potência. Para a análise do consumo de energia elétrica foram considerados os mesmos quatro modelos de lâmpadas analisadas, porém nesse caso, com equivalência de luminosidade (lúmens).

5.1 Vida útil das lâmpadas

Quanto maior o tempo de vida de uma lâmpada, melhor é o sistema, isso implica em menor gasto com aquisição de novas lâmpadas e menor necessidade de manutenção. Inicialmente é preciso compreender a definição de vida útil que para as lâmpadas compreende como o tempo em horas após depreciação de um percentual de seu fluxo luminoso, devido a queima ou depreciação. A depreciação varia de 10% a 30%.

Para o presente estudo foi realizado comparativo da vida útil de quatro modelos de lâmpadas, para o mesmo não foi considerado a depreciação, as lâmpadas também reduzem e perdem sua potência devido ao impacto de íons rápidos ou até por reações químicas, essa redução não foi considerada no presente estudo, pois não possui impacto significativo no resultado final, nem atende a essência da pesquisa.

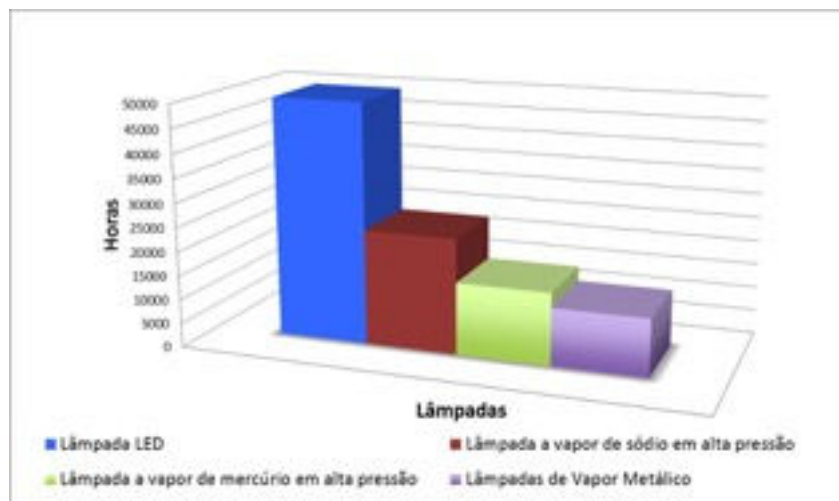


Figura 1 – Comparativo da vida útil das lâmpadas
Fonte: elaborado pelos autores.

Apresenta-se na Figura 1o comparativo da vida útil das lâmpadas, observa-se que a lâmpada de LED possui um tempo de vida útil muito maior do que às demais, mais que o dobro da lâmpada em 2ª posição (lâmpada de vapor de sódio).

5.2 Temperatura de cor

A temperatura de cor indica a cor aparente da luz emitida, ou seja, ao aumentar a temperatura de cor, a cor da luz emitida passa de uma tonalidade quente a uma tonalidade mais fria, assim de um tom avermelhado passa para o azulado. A temperatura de cor é quantificada em graus Kelvin (°K), quanto mais baixa a temperatura de cor a luz tende a ser mais amarelada, o que proporciona uma maior sensação de conforto e relaxamento, é utilizada

preferencialmente em salas de estar ou quartos, já quanto mais alta a temperatura de cor, a luz tende a ser mais branca, que se assemelha a luz do dia, por isso é indicada para locais de trabalho e vias públicas, por proporcionarem uma melhor visibilidade.

O comparativo da temperatura de cor foi elaborado utilizando-se quatro modelos de lâmpadas atualmente utilizadas na iluminação pública, sendo: vapor de sódio em alta pressão, vapor de mercúrio em alta pressão, vapor metálico e LED. A Figura 2 apresenta o gráfico comparativo, sendo a lâmpada do tipo LED a que possui a tonalidade mais fria e a lâmpada de vapor de sódio a tonalidade mais quente.

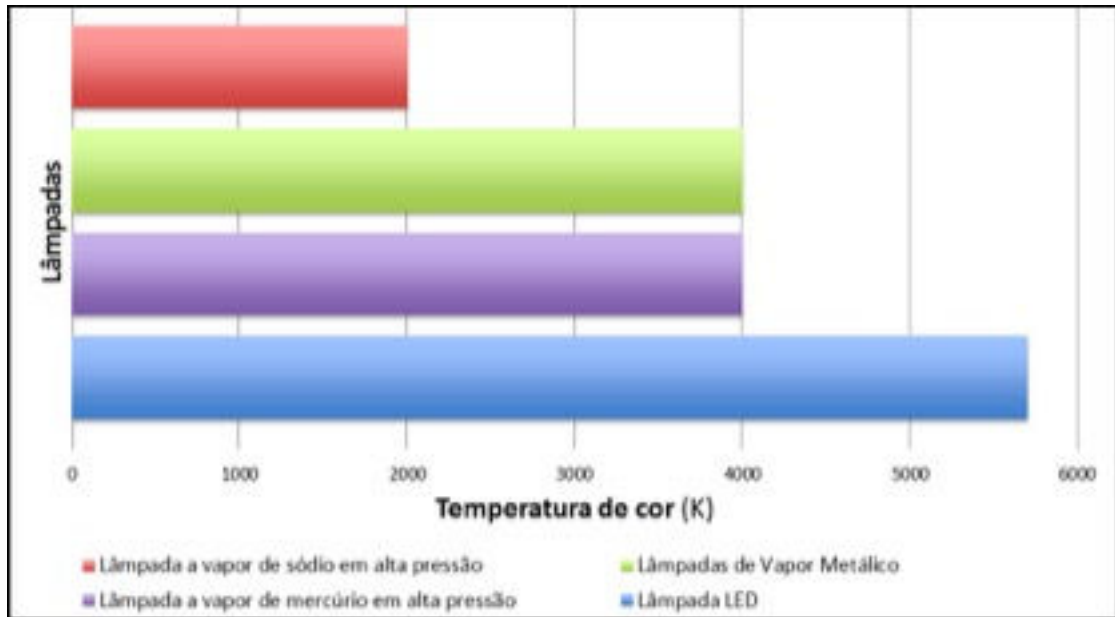


Figura 2 – Comparação da temperatura de cor
 Fonte: elaborados pelos autores.

5.3 Eficiência luminosa

Lâmpadas mais eficientes consomem menos potência watts, a eficiência luminosa é quociente do fluxo luminoso, em lúmens, pela potência consumida pela lâmpada em watts. A Figura 3 demonstra o gráfico comparativo da eficiência luminosa.

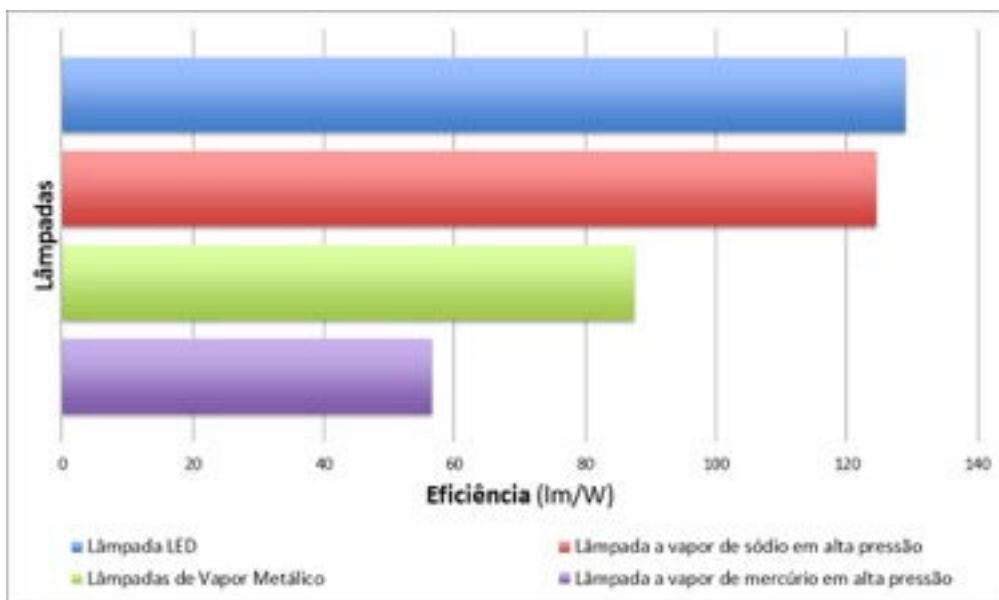


Figura 3 – Comparação de eficiência luminosa
 Fonte: elaborado pelos autores.

Percebe-se que dos quatro modelos de lâmpadas analisadas, a lâmpada de LED é a mais eficiente. A eficiência luminosa é um indicador de eficiência e avalia o rendimento da conversão de energia em luz por uma lâmpada.

5.4 Fluxo luminoso

O fluxo luminoso, como visto anteriormente, é a energia radiante emitida em todas as direções por uma fonte luminosa, pode produzir estímulo visual. Para a análise do fluxo luminoso observa-se que não foi considerado o

suporte/luminária das respectivas lâmpadas.

Na Figura 4 apresenta-se o gráfico comparativo, é percebido que a lâmpada de LED e de vapor de sódio em alta pressão possuem fluxo luminoso bem próximo, aproximadamente 50000 lúmens, e a lâmpada de vapor de mercúrio em alta pressão apresentou aproximadamente 20000 lúmens, assim sendo, podemos dizer que, quanto menos lúmens menor a emissão de luz.

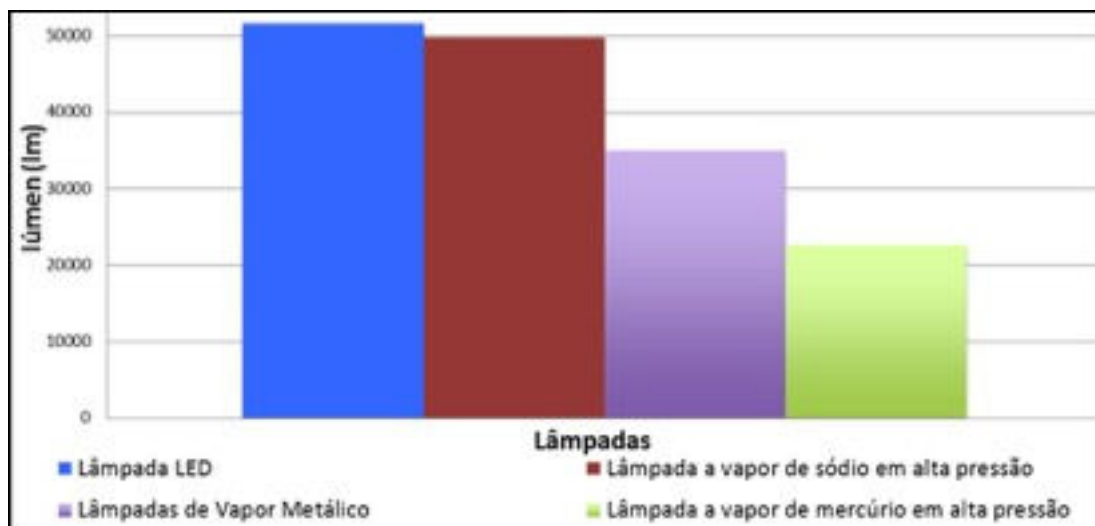


Figura 4 – Medida do fluxo luminoso
Fonte: elaborado pelos autores.

5.5 Custo-benefício

Para o comparativo custo/benefício foi considerado o custo de aquisição de cada uma das quatro lâmpadas comparadas, para tal, foi realizada uma pesquisa de mercado em catálogos em endereços eletrônicos, onde observou-se o preço médio de cada lâmpada. Quanto ao benefício, nessa análise, foi considerado o tempo de vida útil de cada tipo de lâmpada. Como quociente dessa comparação temos qual a lâmpada é mais vantajosa, ou seja, aquela que

possui maior durabilidade em horas e o preço.

O gráfico da Figura 5 apresenta o comparativo custo-benefício, nele percebe-se que, novamente, a lâmpada de LED é a que possui maior tempo de vida útil porém, apresenta também o maior custo, sendo mais de três vezes superior à lâmpada de vapor de mercúrio.

A lâmpada de vapor metálico é a 2ª mais cara, percebe-se que é a lâmpada com o menor tempo de vida. Cabe a

gestão pública avaliar se vale a pena realizar um investimento maior tornando o local embelezado ou adquirindo uma lâmpada com maior durabilidade e menor custo.

A lâmpada de vapor de sódio é a mais utilizada para iluminação pública, como demonstra a Figura 16, possui um custo baixo em comparação ao LED e vapor metálico, e uma duração razoável, aproximadamente metade do tempo de

uma LED, sendo que seu custo ao comparado com LED é três vezes menor. Porém, é importante esclarecer que na respectiva análise não foi observada a utilização de reator, necessário para todas as lâmpadas comparadas, exceto LED, e a respectiva manutenção e operação, que agregadas tornam o custo dessas lâmpadas mais elevado.

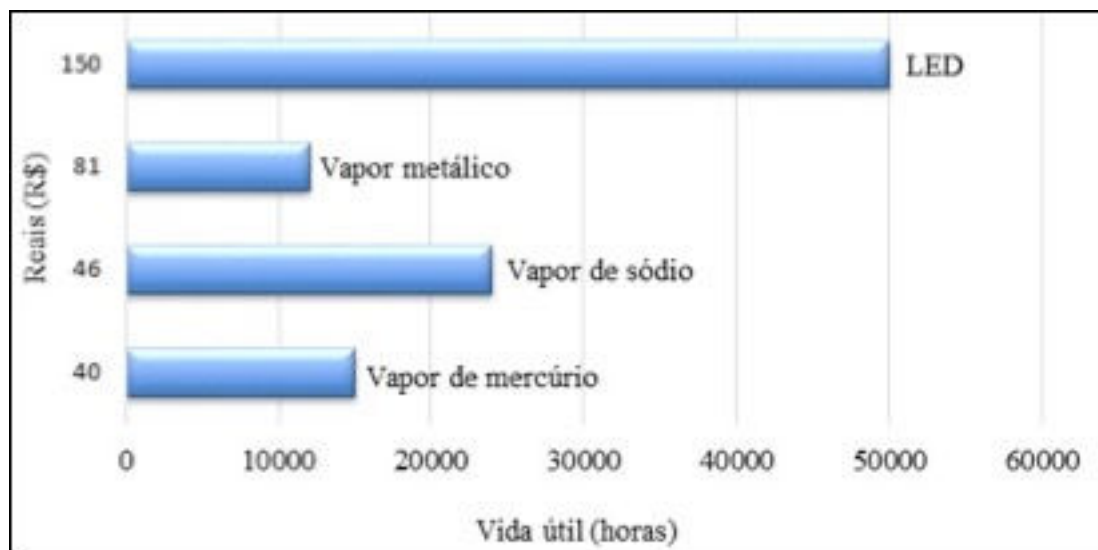


Figura 5 – Comparação Custo-benefício
Fonte: autores.

Ao analisar os gráficos percebe-se que as lâmpadas de vapor de sódio são as que demonstram resultados inferiores, semelhante às lâmpadas de vapor de mercúrio, exceto quanto ao custo-benefício, onde a lâmpada de vapor de sódio possui um baixo custo de aquisição e um tempo de vida útil de 24000 horas. Lâmpadas de LED demonstraram melhor resultado em quatro dos cinco quesitos estudados, por ainda ser uma tecnologia recente possui custo de investimento maior que as demais, porém não necessita de reator e seu custo de manutenção e operação também é inferior.

5.6 Consumo de energia

A comparação do consumo de energia elétrica foi elaborada a partir da equivalência aproximada de Lúmens de cada lâmpada, constata-se que o LED utiliza potência de 150 watts para produzir a quantidade de lúmens semelhante às demais, sendo que a lâmpada de vapor de mercúrio utiliza potência de 400 watts para tal. Intermediariamente tem-se as lâmpadas de vapor de mercúrio e vapor de sódio, ambas com 250 watts de potência conseguem produzir quantidade de lúmens semelhante, sendo a vapor de sódio um pouco superior, conforme demonstrado na Figura 6.

Verifica-se, Figura 6, que a lâmpada de LED possui o menor consumo de energia elétrica e a de vapor de mercúrio possui o maior consumo de energia, 266% por cento maior do que o LED. Uma estratégia para a diminuição do consumo de energia é a mudança nos

padrões de consumo, no estilo de vida, mas as mudanças de estilo de vida pode encobrir diferenças, sejam culturais, religiosas, sociais, dentre outras, por isso tem-se muito a discutir e analisar estratégias que possam atender todas demandas e sua diversidade.

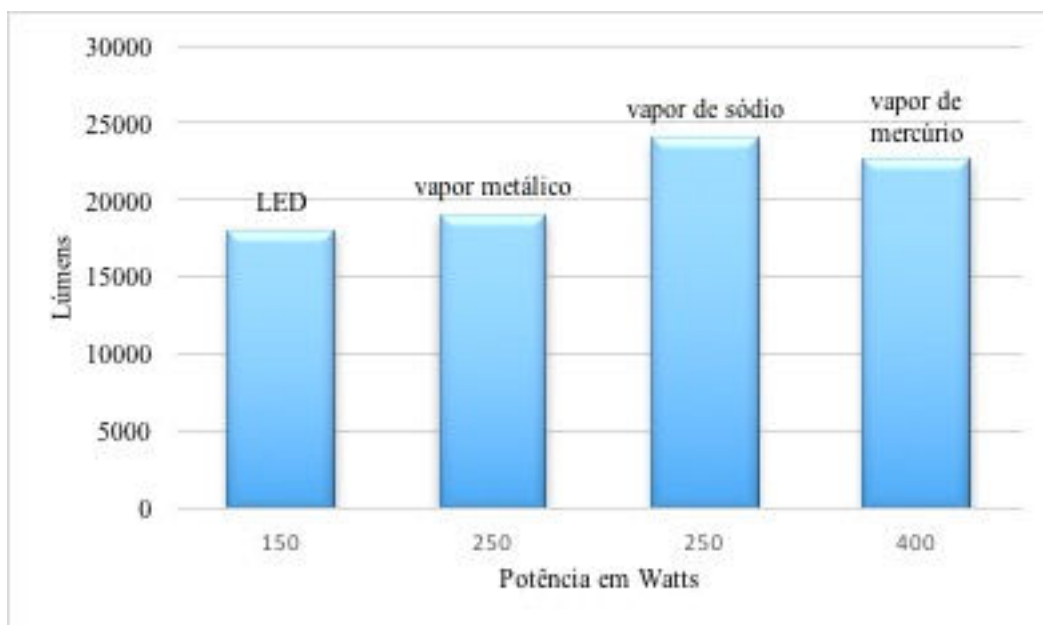


Figura 6 – Comparação Consumo de Energia
Fonte: elaborado pelos autores.

5.7 Gasto mensal médio

O gasto mensal médio foi calculado utilizando-se a potência em watts de cada lâmpada, multiplicando-se pela utilização diária de 10 horas em 30 dias, considerou-se a utilização de 1000 (mil) lâmpadas de cada modelo, para que fosse perceptível a diferença dentre elas. A Tabela 1 apresenta o gasto mensal médio de cada lâmpada. Os valores apresentados são aproximados, visto que foi considerado o tempo de 10 horas diárias, o que pode variar dependendo da estação do ano, e a taxa é baseada na tabela da AES Sul (mar, 2016).

Lâmpada	Watts	Horas	Dias	Taxa	kw.h/m	Gasto mensal
LED	150	10	30	0,52	R\$ 23,40	R\$ 23.400,00
Múltiplos V. Metálicos	250	10	30	0,52	R\$ 39,00	R\$ 39.000,00
Vapor de Sódio	250	10	30	0,52	R\$ 39,00	R\$ 39.000,00
Vapor de Mercúrio	400	10	30	0,52	R\$ 62,40	R\$ 62.400,00

Tabela 1 – Gasto mensal médio (Figura 7)
Fonte: elaborado pelos autores.

Percebe-se, com base na Tabela 1, que a lâmpada tipo LED é a mais vantajosa, por possuir gasto inferior às demais, e a lâmpada de Vapor de Mercúrio a menos vantajosa, o que representa um gasto mensal quase três vezes maior do que o LED. Para a comparação utilizou-se 1000 (mil) lâmpadas, e percebe-se a diferença de R\$ 39.000,00, quase 40 mil reais em um mês, com a substituição de lâmpadas de Vapor de Mercúrio por LED, se multiplicar pelas lâmpadas

utilizadas em cidades maiores esse valor é ainda maior, por isso a relevância de estudos dessa magnitude. Esses valores podem ser remetidos às outras áreas, como saúde, educação ou segurança pública, cabe aos gestores a tarefa de gerir com maior eficiência.

A Tabela 2 apresenta um resumo das análises realizadas, é possível comparar o modelo de lâmpada com as respectivas características.

CARACTERÍSTICAS	Vapor de mercúrio em alta pressão	Vapor de sódio em alta pressão	Vapor metálico	LED
Vida útil (horas)	15000	24000	12000	50000
Fluxo luminoso (lm)	22600	49800	35000	51600
Temperatura de cor (K)	4000	2000	4000	5700
Eficiência luminosa (lm/W)	56,5	124,5	87,5	129
Custo de Aquisição	R\$ 40,00	R\$ 40,00	R\$ 81,00	R\$ 150,00
Consumo de energia (W)	400	250	250	150
Gasto mensal (R\$)	R\$ 62.400,00	R\$ 39.000,00	R\$ 39.000,00	R\$ 23.400,00

Tabela 2 – Classificação geral de lâmpadas (Figura 8)

Fonte: elaborado pelos autores.

O estudo averiguou quatro modelos de lâmpadas utilizadas na iluminação pública e constatou que a lâmpada de LED é a mais indicada, em comparação com a lâmpada de vapor de sódio de alta pressão, de vapor de mercúrio de alta pressão e de vapor metálico, quanto aos quesitos de consumo de energia, pois foi a que possui menor consumo com mesma produção de lúmens. Quanto ao custo-benefício, apesar do LED possuir um investimento inicial maior seu tempo de vida útil é maior em comparação aos demais, e por não necessitar de reator seu custo com manutenção e operação também é

inferior aos demais. Quanto à eficiência luminosa o LED é mais eficiente do que as demais lâmpadas comparadas. Quanto à temperatura de cor, o LED possui a temperatura mais elevada, sua luz tende a ser mais branca, se assemelhando a luz do dia, por isso é indicada para vias públicas. Quanto ao fluxo luminoso o LED possui maior quantidade de lúmens para a mesma potência das demais, quanto menos lúmens menor a emissão de luz. Quanto à vida útil das lâmpadas o LED possui maior tempo, o dobro da 2ª posição (lâmpada de vapor de sódio). E quanto ao gasto mensal com iluminação,

percebe-se que o LED é o mais vantajoso, sendo o mais em conta em comparação com as demais lâmpadas.

Conclusão

A demanda por energia no Brasil é crescente. A iluminação pública consome parte dessa demanda de energia, por isso é relevante avaliar as lâmpadas, compará-las e descobrir qual a lâmpada mais eficiente, aliada a gestão pública e visando eficiência energética. Por meio das análises realizadas é possível perceber que o LED é o mais indicado para a iluminação pública, na atual situação, quanto ao consumo de energia, quanto ao custo-benefício, quanto a eficiência luminosa, quanto a temperatura de cor, quanto ao fluxo luminoso, quanto ao tempo de vida útil e quanto ao gasto mensal, dentre todos os quesitos analisados foi a lâmpada que demonstrou melhor desempenho.

Conclui-se que as medidas para efficientização, seja energética ou administrativa, como a utilização de lâmpadas eficientes e a gestão pública adequada da iluminação pública podem proporcionar benefícios para os envolvidos, sobretudo para o meio ambiente, inclusive para a sociedade nele inserida, o que é percebível no comparativo de gastos mensais com iluminação pública, onde optando-se por lâmpadas mais econômicas, como o LED, é possível economizar valores e remetê-los para outras finalidades essenciais.

O estudo limitou-se a analisar as lâmpadas utilizadas na iluminação pública, para estudos futuros pode-se considerar demais materiais necessários na iluminação de vias, como suportes, reatores e o tipo de poste, à energia ficou restrita a energia elétrica, para estudos posteriores indica-se utilizar

também a iluminação solar e a eólica como opção. Para um estudo mais completo, indica-se a replicação da presente pesquisa em uma região delimitada, como um bairro ou município, no formato de estudo de caso, quantificando as lâmpadas utilizadas de cada modelo e as respectivas características. O presente estudo não pode afirmar quais as repercussões financeiras de sua aplicação no custo dos serviços e resultados financeiros das concessionárias e municípios.

Verificou-se, ainda a necessidade de uma revisão e aperfeiçoamento da legislação para tornar os incentivos mais eficazes e tangíveis aos municípios, e a exigência de uma maior participação dos gestores públicos e privados no financiamento de projetos de eficiência energética e uso consciente de sistemas de iluminação pública.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3ª Ed. 2010. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689>. Acesso em: 14 ago. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Manual do Programa de Eficiência Energética**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/aren2008300_2.pdf>. Acesso em: 08 out. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 414**, 9 de setembro de 2010. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>> Acesso em: 10 out. 2015.

BARBOSA, R. **A gestão e o uso eficiente de energia elétrica nos sistemas de iluminação pública**. Dissertação (Mestrado em Energia). Instituto de Eletrotécnica e Energia, Escola Politécnica, Faculdade de Economia e Administração e Instituto de Física da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2000.

- BERNARDO, L. M. **História da Luz e das Cores**. Porto: Universidade do Porto, 2007.
- BRASIL. **Constituição Federal**, 1988. 8ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- BRASIL. **Lei nº 10.295**, de 17 de outubro de 2001.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria Interministerial nº 1007**, de 31 de dezembro de 2010.
- COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA, COPEL. **Manual de instruções comerciais nº 14 – Módulo 6: Iluminação Pública**. Documento interno. 2009.
- COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA, COPEL. **Manual de iluminação pública**. Paraná, 2012. Disponível em: <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/Manuais/manual_de_iluminacao_publica_copel_companhia_paranaense_de_energia.pdf> Acesso em 10 dez. 2015.
- ELETOBRAS. **Resultados PROCEL 2015 ano base 2014**.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, EPE. **Consumo de energia no Brasil: análises setoriais**. Rio de Janeiro: EPE, 2014.
- FIDALGO, F.; FERREIRA, G.; TIRYAKI, G. F. **Iluminação Pública em Salvador: gestão, eficiência e o papel do agente regulador**. In: V Congresso Brasileiro de Regulação. Recife, 2007.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- DA SILVA, L. L. F. **Iluminação Pública no Brasil: aspectos energéticos e institucionais**. Dissertação (mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro, 2006.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- LIMA, P. D. B.; **Excelência em Gestão Pública**. Recife: fórum nacional de qualidade, 2006.
- MAFFIOTTE, J. **La electricidad y sus maravillas**. Disponível em: <<http://www.librosmaravillosos.com/laelectricidadysusmaravillas/index.html>> Acesso em 08 fev. 2016.
- MARTINS, M. H.; **O que é gestão pública?** São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://gestaopublica.net/blog/o-que-e-gestao-publica/>> Acesso em 08 fev. 2016.
- OSRAM. **Manual do curso de iluminação**. Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/M anualOsram.pdf>> Acesso em: 20 jan. 2016.
- PRÄKEL, D.; **Iluminação**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- ROSITO, L. H. **As origens da iluminação pública no Brasil**. Desenvolvimento da iluminação pública no Brasil. O setor elétrico. Jan. 2009
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.
- SAIDEL, M. A. **A gestão de energia elétrica na USP: o programa permanente para uso eficiente de energia elétrica**. Tese. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo: 2005.

*Recebido em 2016-06-27
Publicado em 2016-10-06*