

Uso dos leds na iluminação pública no Brasil

Débora Ramos Gregório

deborainterores@hotmail.com-mail

Pós-Graduação em Iluminação e Design de Interiores

Instituto de Pós-Graduação – IPOG

Resumo

A partir dos choques do petróleo na década de 70 e das discussões ambientais na década de 90, a eficiência energética ganhou projeção mundial e passou a fazer parte da política energética de inúmeros países. No Brasil, programas de incentivo à racionalização e projetos de substituição de fontes de luz padrão por tecnologias mais eficientes, tem se tornado prioridade governamental e virado realidade em diversas capitais. Este artigo tem por objetivo apresentar uma análise da utilização do Led como um novo conceito a ser implementado em iluminação pública, visando a redução no consumo de energia elétrica no país. Através de revisões bibliográficas, serão apresentados alguns dos programas estaduais de incentivo que estão vigentes e também um estudo de substituição de luminárias com lâmpada de vapor de sódio pela tecnologia baseada em LEDs de alto brilho. Foram levantados os benefícios do investimento e fatores imprescindíveis para que haja êxito na implantação desta tecnologia no setor público de iluminação.

Palavras-chave: Eficiência energética; Iluminação pública; Tecnologia; Leds.

1. Introdução

Desde a pré-história, a evolução está ligada à utilização da iluminação natural e artificial. O desenvolvimento do cérebro está relacionado às funções da visão, desde as formas de vida mais primitivas até a espécie humana, tendo a iluminação papel fundamental para tal desenvolvimento (ROSITO, 2009).

No Brasil, o uso corrente da eletricidade iniciou-se em 1879, quando a criação de uma política de expansão da indústria de eletricidade, apoiada na iniciativa estatal, começou a ser implantada em diversos setores, dentre eles, no campo da Iluminação Pública.

Recentemente, os assuntos referentes à iluminação têm se tornado pauta de muitas discussões em todo o país. As principais motivações para isto são os avanços tecnológicos dos materiais e equipamentos, as alterações nas legislações relativas à administração dos sistemas e a mudança do próprio conceito do que é e quais os objetivos do serviço de iluminação pública (COPEL, 2012).

Segundo a Constituição Federal de 1988, a Iluminação Pública pode ser definida como o serviço que tem por objetivo prover de luz, no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais, os logradouros públicos, inclusive aqueles que necessitem de iluminação permanente no período diurno (Resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel n.º 456/2000).

O sistema de iluminação pública tem seus projetos e especificações de materiais voltados especialmente para eficiência energética, redução de custos e atendimento aos requisitos

fotométricos mínimos estipulados em normas, em especial a NBR (Norma Brasileira) 5101:1992. Entretanto, os benefícios de uma iluminação pública eficiente podem ser explorados também no sentido de melhorar a imagem de uma cidade, favorecendo o turismo, o comércio, o lazer noturno, melhorando a segurança pública no tráfego, sendo inclusive um indicador de desenvolvimento da mesma.

Este conceito, indiretamente proposto na própria Constituição Federal, foi e está sendo resgatado por muitos administradores públicos, favorecidos pela disseminação de conhecimento a respeito de várias alternativas tecnológicas aplicáveis aos sistemas de iluminação pública, apresentadas principalmente por fabricantes e fornecedores do setor.

Estudos garantem que a modernização nos sistemas de iluminação, com a adoção de tecnologias mais modernas e eficientes, prospecta uma evolução na qualidade do serviço prestado além de ganhos diretos com a redução no consumo de energia elétrica, uma vez que a substituição das fontes de luz existentes por lâmpadas mais sustentáveis permitiria que os mesmos níveis de iluminamento fossem alcançados com potências cada vez menores.

No decorrer deste artigo, através de revisões bibliográficas, será apresentada uma análise da utilização do Led como um novo conceito a ser implantado em iluminação pública, visando à redução no consumo de energia elétrica no país, além de experiências de substituição já realizadas em algumas regiões do país. Em conclusão, serão levantados os benefícios do investimento e fatores imprescindíveis para que haja êxito na implantação desta tecnologia no setor público de iluminação.

2. Incentivos estatais

A partir da metade do século XX, com o crescimento das cidades, o aumento das instalações de iluminação pública e a necessidade de gerenciamento e manutenção, o governo intensificou a criação de departamentos e divisões, responsáveis pela organização do setor, implantação de técnicas e aplicação das tecnologias disponíveis. Em 1988, a Constituição Brasileira definiu a iluminação pública como serviço público de interesse local, sendo responsabilidade do município, gerir ou delegar a terceiros a gestão desse sistema (ROSITO, 2009).

A prestação deste serviço é de competência dos mais de 5.560 municípios brasileiros. Por esta razão, existe grande diversidade de sistemas, tecnologias, níveis de atendimento e de qualidade dos serviços prestados.

Pode-se dizer que, em cada Estado do Brasil, há uma realidade específica quanto à gestão da iluminação pública, devido a fatores históricos e culturais. Em diversos Estados, a concessionária tornou-se a responsável pela gestão da iluminação e vem mantendo essa situação, adequando-se às mudanças na legislação. Em outros, a responsabilidade da iluminação sempre foi das prefeituras e em algumas regiões ainda houve o interesse em delegar a responsabilidade para empresas especializadas.

Ao Governo Federal, cabe a função de eleger, apoiar e instalar programas de incentivo à redução do consumo total de energia que vão desde a facilitação de investimentos na substituição e modernização dos sistemas de iluminação das áreas públicas até programas para a racionalização através da prestação de informações sobre a eficiência energética dos equipamentos disponíveis no mercado nacional.

Por ser um serviço essencial para a qualidade de vida nos centros urbanos e se constituir em um dos vetores para a segurança e para o desenvolvimento socioeconômico dos municípios, a Eletrobras instituiu alguns programas federais, buscando uma significativa melhoria na eficiência energética dos sistemas de iluminação pública. Dentre eles, alguns se destacam:

a) Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), 1985;

Promove a racionalização do consumo de energia elétrica, para combater o desperdício e reduzir os custos e os investimentos setoriais, aumentando a eficiência energética.

b) Programa de Eficiência Energética (PEE), regulado pela Aneel (Lei 9.991/2000);

Desenvolvimento de projetos de eficiência energética junto às comunidades e órgãos públicos voltados para a utilização racional de energia elétrica e de equipamentos eficientes, contribuindo para a preservação dos recursos naturais.

c) Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes (PROCEL/RELUZ), 2000;

O objetivo do PROCEL RELUZ é promover o desenvolvimento de sistemas eficientes de iluminação pública e sinalização semafórica, bem como a valorização noturna dos espaços públicos urbanos, contribuindo para melhorar as condições de segurança pública e qualidade de vida nas cidades brasileiras.

O Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) de 2010 (na versão para consulta pública), considera que ainda existe, na iluminação pública, um potencial de redução de 9% da demanda e na economia de energia (Ministério de Minas e Energia-MME, 2010). E, em prol disto, pesquisas de tecnologia de substituição vêm sendo desenvolvidas e testadas desde então.

2. Análise do contexto atual

Com base nos dados apresentados no gráfico de distribuição do consumo faturado no Brasil, no ano de 2011, a iluminação pública correspondeu a aproximadamente 4,5% da demanda nacional e a 3,95% do consumo total de energia elétrica do país, ou seja, o equivalente a um consumo de 11,5 bilhões de MWh/ano.

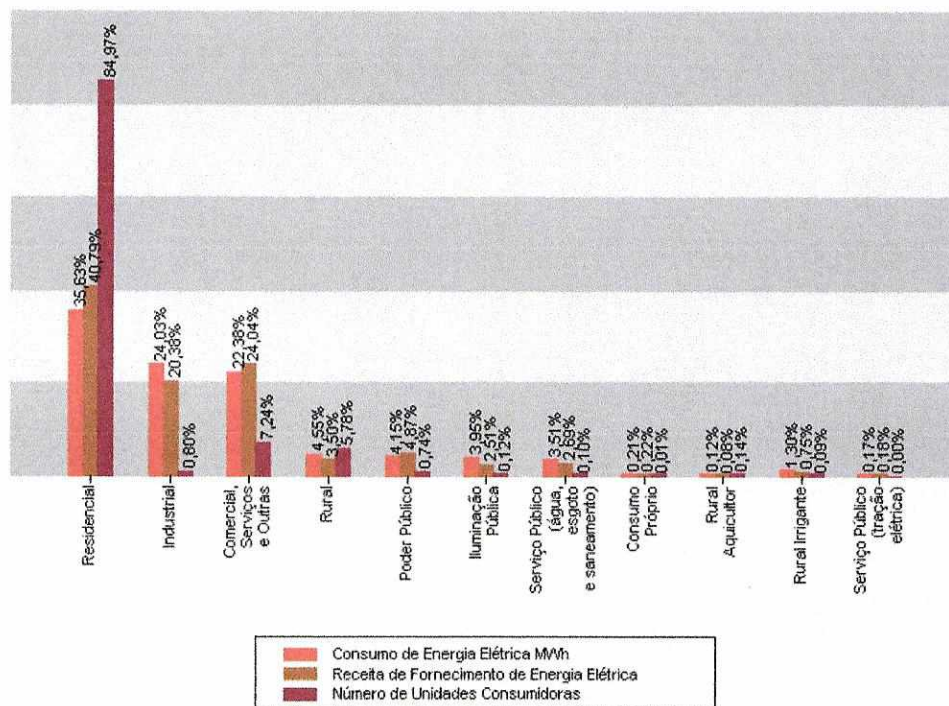


Figura 1 – Consumo de energia elétrica faturado no Brasil em 2011
Fonte: Anel – Agência Nacional de Energia Elétrica (2012)

Segundo o último levantamento cadastral realizado pelo PROCEL/ELETROBRAS, feito em 2008 junto às distribuidoras de energia elétrica, há 15 milhões de pontos de iluminação pública instalados no país, aproximadamente, distribuídos da seguinte forma:

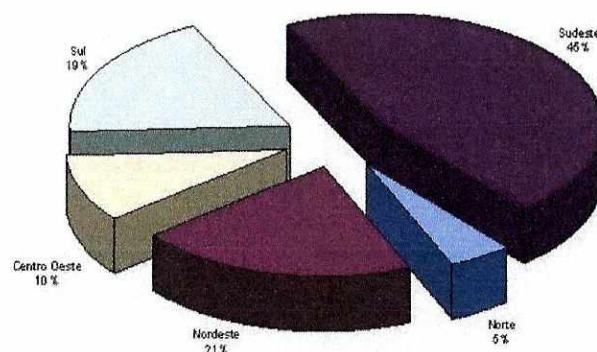


Figura 2 – Gráfico percentual de Iluminação Pública no Brasil
Fonte: Eletrobrás (2008)

Em relação aos tipos e quantidades de lâmpadas instaladas no Brasil, destinadas à iluminação

AL

pública, um estudo da Eletrobrás de 2008, denota que as lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão e as de vapor de mercúrio são as mais empregadas, principalmente em trevos rodoviários, cruzamentos de vias, grandes avenidas e acessos a rodovias.

Tipo de Lâmpada	Quantidade	
Vapor de Sódio	9.294.611	62,93%
Vapor de Mercúrio	4.703.012	31,84%
Mista	328.427	2,22%
Incandescente	210.417	1,42%
Fluorescente	119.535	0,81%
Multi-Vapor Metálico	108.173	0,73%
Outras	5.134	0,03%
TOTAL	14.769.309	100%

Figura 3 – Fontes de luz aplicadas na Iluminação Pública do Brasil
Fonte: Eletrobrás (2008)

Com base nestas estatísticas, gradativamente, alguns gestores municipais estão se dando conta da importância da iluminação como política pública e a partir dessa decisão estão transformando a vida das suas cidades.

Alguns projetos de modernização e reformulação da iluminação pública já ocorrem no Brasil atualmente. Escalado para sediar dois grande eventos, a Copa do Mundo em 2014 e as Olimpíadas em 2016, o país vem contando com investimentos estaduais, municipais e federais, nos setores de infraestrutura para melhoria de rodovias, aeroportos, áreas urbanas, entre outros. Neste contexto, a iluminação pública está se beneficiando através da renovação de parques públicos que já contam com experiências em LED.

Em Minas Gerais, A CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) está fazendo vários testes com a tecnologia de LEDs na lagoa da Pampulha e no complexo esportivo do Mineirão e do Mineirinho (CASTRO; DANTAS; MARTELO; MAZZONE, 2011).

Em São Paulo, a Avenida Paulista – um dos principais cartões postais da cidade – recebeu 39 postes de 18 metros de altura e 15 postes de 12 metros de altura. Os maiores foram equipados com seis projetores com lâmpadas de vapor metálico Master Color e os menores com apenas quatro. Todos eles receberam instalação de balizadores de LED na cor azul. Com esta reformulação, haverá uma redução mensal de 60% no consumo de energia e uma melhora considerável nos níveis de iluminância (REVISTA LUME ARQUITETUTRA, 2011).

Na Rua do Arouche, dez postes tiveram sua iluminação convencional substituída por luminárias de LED. Antes, as lâmpadas de vapor de sódio duravam até 4 anos, e as novas unidades desse tipo prometem vida útil de 11 anos.

Também reformulado recentemente, o túnel Ayrton Senna, em São Paulo, teve a implantação toda em LED. Um total de 1644 luminárias de 56W e 86W foram instaladas no centro do túnel e outras 444 luminárias ocupam as entradas e saídas do complexo. O novo sistema de

iluminação permitiu uma economia de 80% do consumo de energia e o aumento do nível de iluminância de 15 lux para 150 lux (REVISTA LUME ARQUITETUTRA, 2011).

Segundo o Ilume – Departamento de Iluminação Pública, de São Paulo – novos pontos já foram escolhidos para receber novos projetos de iluminação. Mais de 230 mil pontos terão a substituição de lâmpadas vapor de mercúrio por tecnologias mais avançadas.

3. LED (Diodo emissor de luz)

O Led é uma luz que produz fotoluminescência. Seu nome é uma sigla da expressão inglesa Light Emitting Diod, que em português significa diodo emissor de luz.

Diferente de uma lâmpada o *LED* não possui filamento, ou seja, a maior parte da energia elétrica não é convertida em energia térmica, o que o torna capaz de produzir muito mais luz visível do que calor ao ser comparado com uma lâmpada incandescente. Isto o torna mais eficiente chegando a economizar 50% da energia comparada às fontes tradicionais (MARTINEZ & NOVICKI, 2008).

A evolução do LED iniciou-se em 1961 com um diodo emissor de infravermelho. Em 1962 esta tecnologia foi empregada pela primeira vez para emissão de luz visível. Posteriormente, na década de 70, a mesma passou a ser comercialmente viável, sendo que os primeiros LEDs de alta luminosidade (HB LED) foram desenvolvidos nos anos 80. Os LEDs de luz azul, ou “cool LED”, foram desenvolvidos em 1993 e os “Power LEDs” entraram no mercado já no século XXI, sendo que em alguns estudos sua potência já alcançou patamares de 50 W.

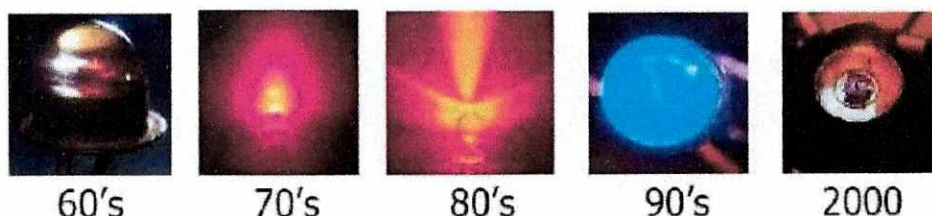


Figura 4 – Evolução da tecnologia do LED
Fonte: Gianelli; Silveira; Thaumaturgo; Astorga; Filho (2008)

A estrutura básica de um *LED* é uma pastilha semicondutora sob uma superfície refletora em forma de concha, envolvida por uma resina que direciona o feixe luminoso.

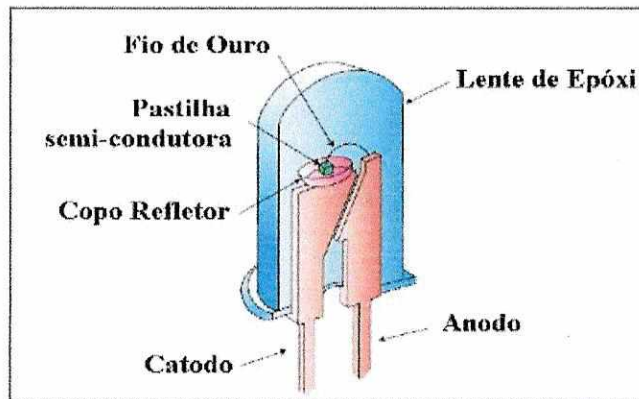


Figura 5 – Estrutura do Led
Fonte: Novicki & Martinez (2008)

Os Leds de luz visível já se tornaram competitivos em termos de eficiência luminosa, se comparados a lâmpadas incandescentes, fluorescentes e as de descarga.

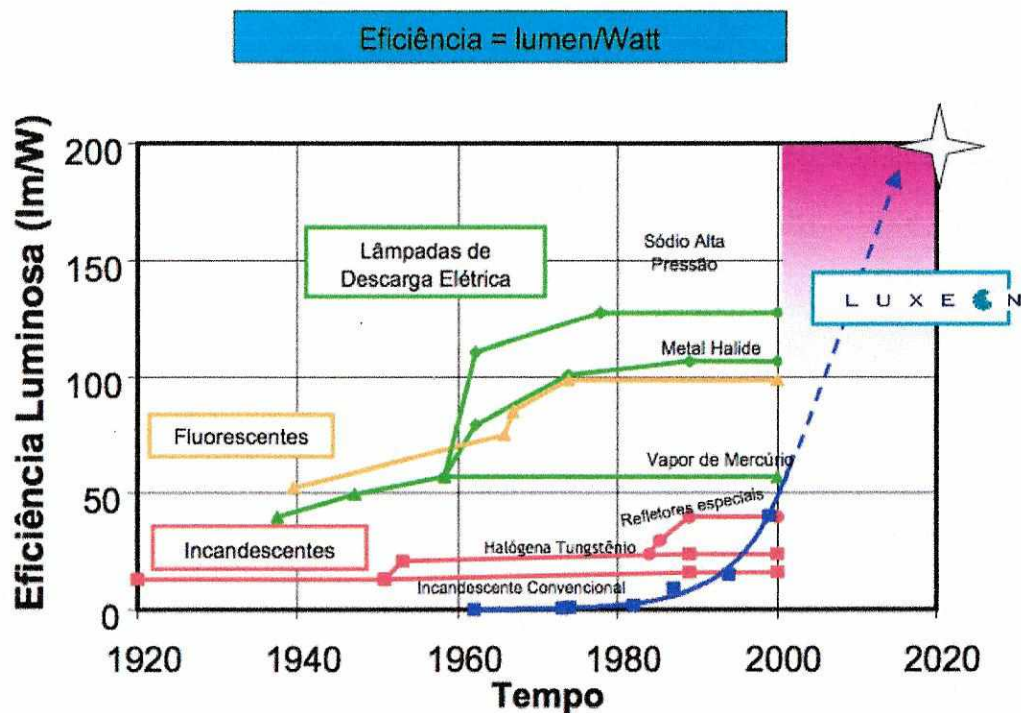


Figura 6 – Gráfico de eficiência energética das fontes de luz
Fonte: Philips (2011)

Atualmente, a eficiência do chip de Led branco frio chega a 130 lm/W. E como pode ser analisado acima, a tendência para evolução da tecnologia é rápida e progressiva. Estima-se que em 2020 a eficiência do Led branco frio supere 200 lm/W. Comparando com a eficiência

de 100 lm/W das lâmpadas fluorescentes tubulares mais eficientes atualmente (IWASHITA, 2011).

4. Vantagens do uso

No Brasil, 63% dos 15 milhões de pontos de iluminação no país já foram substituídos por lâmpadas vapor de sódio, consideradas até então as mais eficientes, no campo da iluminação pública tradicional. No entanto, esta tecnologia já se mostra ultrapassada, quando comparadas aos LEDs, que apresentam alto rendimento, baixo consumo de energia elétrica (até 50% inferior às lâmpadas de vapor de sódio) e o dobro da vida útil, até 50.000 horas (NOVICKI & MARTINEZ, 2008).

Itens	Lâmpadas Vapor de Sódio	HBLED
Desempenho fotométrico	Ruim	Excelente
Desempenho do dissipador	Ruim	Excelente
Desempenho Elétrico	Suscetível à choques elétricos (altas tensões)	Seguro (baixas tensões)
Vida útil	Curta (5.000 horas)	Longa (> 50.000 horas)
Faixa de frequência de operação	Curta (7%)	Longa (20%)
Consumo elétrico	Alto	Baixo
Tempo de startup	Devagar (acima de 10 minutos)	Rápido (2 segundos)
Eficiência ótica	Baixa	Alta
Índice de cores	Ruim ($R_a < 50$ – Cores alteradas e desconfortáveis)	Boa ($R_a > 75$ – Cores reais e confortáveis)
Temperatura de cor	Poucas (Amarelo ou âmbar)	Temperatura de cor ideal
Brilho adverso	Brilho forte (ofuscamento)	Sem brilho de ofuscamento
Poluição luminosa	Forte	Nenhuma

Aquecimento	Alto (>300C)	Baixo (>60C)
Amarelamento da lâmpada	Rápido	Inexistente
Escurecimento da lâmpada	Fácil (Absorção de Poeira)	Inexistente (à prova de estática)
Resistência ao impacto	Baixa (Frágil)	Boa (ausência de filamentos e fragmentos de vidro)
Poluição ambiental	Alta (Chumbo, mercúrio, etc.)	Nenhuma
Custo de manutenção	Alto	Baixo
Relação custo-benefício	Baixa	Alta

Figura 7 – Tabela comparativa lâmpada HPS x LED
Fonte: NowaxLed – Sistema de Iluminação Led (2012)

A aplicação dos LEDs proporcionariam baixo custo de manutenção e substituição, visto que seriam substituídos a cada 12 anos, considerando que ficam acesos em média 11 a 12 horas ao dia, e economia de energia elétrica de até 40 a 50%, proporcionando redução significativa do consumo no pico da demanda do setor elétrico (MARTINEZ & NOVICKI, 2008). Além disto, o fato de operarem em baixa tensão reduziria, a praticamente zero, os riscos por contato direto, evitando acidentes nas manutenções esporádicas.

Além das vantagens no que tange à eficiência energética, o Led como uma luz mais branca, permitiria um fluxo luminoso muito maior e melhora significativa no índice de reprodução de cores, o que na prática, facilitaria a identificação de objetos, pessoas e veículos. E, mesmo quando usado em potências elevadas, permite a ignição instantânea.

No conceito sustentabilidade, a aplicação dos Leds têm importância relevante uma vez que não emitem raios ultravioletas e infravermelho, ao contrário de todas as fontes de luz conhecidas hoje (lâmpadas incandescentes, halógenas, vapor de sódio, vapor metálico, vapor de mercúrio, luz do sol). Isto implica na diminuição da emissão de calor e, conseqüentemente, na redução da atração de insetos que correspondem a uma verdadeira praga, pois acabam por prejudicar a luminosidade.

Ainda no quesito sustentabilidade, por ser responsável pelo consumo de 20% de toda a energia gerada pelas centrais elétricas, a substituição do modelo atual por uma nova tecnologia de LED, na iluminação pública, significaria menos combustível fóssil sendo queimado, madeira sendo consumida e CO₂ lançado no ar (MARTINEZ & NOVICKI, 2008).

Dentre outros, vale ressaltar também a boa resistência a impactos, o baixo índice de aquecimento, amarelamento e escurecimento da lâmpada, um conceito de starter praticamente

imediate e incentivo ao desenvolvimento de tecnologia, inovação e fabricação dos componentes (led e luminária) em território nacional.

Além disto, de acordo com PAULUS et al. (2009) e OLIVEIRA (2010), já foram desenvolvidos projetos avançados que integram fonte eólica e fotovoltaica aos postes de luz, dispensando redes e outros equipamentos. Devido à baixa tensão dos LEDs, será possível a conexão às baterias de acumuladores, dispensando o auxílio da rede comum de tensão. Desta forma se tornaria mais viável promover iluminação aos municípios e rodovias que ainda não possuem linhas de transmissão.

Em termos de custo-benefício, para os mesmos alcances de luminância, reduzimos em aproximadamente, 5 vezes a potência total e o consumo da fonte de luz e, a longo prazo, temos uma redução de custo de quase 80% ao equiparar a tecnologia das lâmpadas de vapor de sódio com a lâmpada de Led.

Comparativo de custos:		
Lâmpada HPS x Lâmpada LED		
Tecnologia	Vapor de sódio	LED
Lâmpada	HPS 250W	2 blocos de 28W
Potência da lâmpada	250W	56W
Reator	Sim	Não usa
Potência do reator	23W	Não usa
Potência do conjunto	273W	56W
Horas de uso diário	12h	12h
Consumo mensal	98,28 KWh	20,16KWh
Valor da tarifa de energia	R\$ 0,42849 por KWh	R\$ 0,42849 por KWh
Custo da tarifa de energia	R\$ 42,11 por mês	R\$ 8,64 por mês
Economia Gerada	79,48%	

Figura 8 – Comparativo de custos lâmpada HPS x LED
Fonte: NowaxLed – Sistema de Iluminação Led (2012)

5. Desafios

Projetos-piloto desenvolvidos por distribuidoras como a CEMIG, COPEL e Ampla, estudam soluções para alguns fatores que ainda dificultam a aplicação dos LEDs como regra na iluminação pública.

O custo inicial de investimento e implementação da nova tecnologia ainda é bem superior se comparado ao das lâmpadas de vapor de sódio. E o sistema de retrofit para as luminárias já existentes nem sempre é imediata. Geralmente, com a intenção de obter um preço mais baixo

para o investimento, a substituição de uma lâmpada convencional por uma solução de LED se dá de maneira “customizada” e o resultado final acaba sem o efeito totalmente desejado.

A falta de mão de obra especializada também põe em risco as vantagens prometidas para o uso dos LEDs. Um bom projeto demanda atenção quanto a aspectos de dissipação de calor, lentes de conversão, fonte de alimentação (drivers) e circuitos eletrônicos (dimmer de efeito).

Ao longo do tempo, o nível de enfraquecimento do fluxo luminoso e o desempenho dos LEDs frente a intempéries e oscilações na rede também são avaliações que estão sendo realizadas periodicamente.

Além disto, a luminosidade de um *LED* não é algo que se mantém constante, podendo se degradar de forma bem acentuada, em função da temperatura que estão submetidos.

Como ainda não existe uma normalização brasileira que permita uma classificação correta do produto e das fontes de alimentação, a oferta de produtos importados por um valor bem mais acessível, acaba por trazer problemas depois de toda a instalação pronta.

E, apesar de já contarmos no Brasil com várias empresas que fabricam luminárias com LED, ainda dependemos da importação de alguns componentes.

6. Conclusão

Em conclusão, destaco a importância da elaboração de Planos de Gestão Energética da Iluminação Pública Urbana para que esta, se torne eficiente e seja tratada em toda a sua complexidade.

Devemos ter em mente que a questão da iluminação pública não pode ser analisada apenas pela ambiência espacial da cidade, segurança ou como um elemento da estrutura urbana, mas principalmente do ponto de vista da eficiência energética da rede de iluminação uma vez que, por representar uma parcela não desprezível do consumo de energia elétrica para o serviço público, sua modernização e investimentos devem ser alvos de cuidados idênticos aos que são devotados a qualquer outro serviço.

A conservação da energia elétrica leva a exploração racional dos recursos naturais. Isso significa que, conservar energia elétrica ou combater seu desperdício é a fonte de produção mais barata e mais limpa que existe, pois não agride o meio ambiente.

Embora a tecnologia LED ainda necessite de alguns avanços, principalmente no que se refere a padronização de sua fabricação, melhoria de algumas características técnicas e no seu custo inicial, seu futuro mostra-se promissor. A adoção de lâmpadas de LED na iluminação pública irá estabelecer um novo patamar no que se refere a qualidade e eficiência energética desse setor.

Além deste aspectos, que impactam diretamente nos custos de manutenção dos sistemas, os administradores, em especial as prefeituras, devem considerar os impactos que a iluminação pública causam no cotidiano das pessoas e, consequentemente, no desenvolvimento de uma cidade. Somos todos provedores dos recursos utilizados para este fim e consumidores desse produto final, que deve ser uma iluminação pública adequada, com bom nível de iluminação e baixo índice de falhas. Aquelas cidades que ainda possuem iluminação inadequada ou ineficiente já têm a consciência dos benefícios que a melhoria do sistema de iluminação pode

trazer.

Referências

MENDES, José Fernando. *O papel dos Leds na Iluminação Pública*. Revista O Setor Elétrico, 2010. Disponível em

<<http://www.osetoreletrico.com.br/web/component/content/article/57-artigos-e-materias/424-o-papel-dos-leds-na-evolucao-da-iluminacao-publica.html>>. Acesso em 01 Abril 2012.

SANTOS, Marcos de Oliveira. *Iluminação pública com leds: vantagens que você deve conhecer*. Investimentos e Notícias, 2011. Disponível em

<<http://www.investimentosenoticias.com.br/ultimas-noticias/artigos-especiais/iluminacao-publica-com-leds-vantagens-que-voce-deve-conhecer.html>>. Acesso em 01 Abril 2012.

SILVA, Diogo. *LEDs guiam a iluminação pública ao futuro*. Instituto Ressoar. Disponível em

<http://www.ressoar.org.br/dicas_sustentabilidade_led_iluminacao_publica_do_futuro.asp> Acesso em 01 Abril 2012.

CASTRO, Nivalde J. de; DANTAS, Guilherme; MARTELO, Ernesto; MAZZONE, Antonella. *Eficiência Energética na Iluminação Pública e o Plano Nacional de Eficiência Energética*. Grupo de Estudos do Setor Elétrico, UFRJ, 2011. Disponível em <<http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/tdse/TDSE42.pdf>> Acesso em 01 Abril 2012.

IBRADI - Instituto Brasileiro de Projetos e Desenvolvimento Institucional. *Iluminação LED - O futuro da Iluminação Pública*. Disponível em

<<http://www.ibradi.org.br/portal/iluminacao-led>> Acesso em 01 Abril 2012.

ROSITO, Luciano Hass. *Desenvolvimento da Iluminação Pública no Brasil*. Revista O Setor Elétrico, 2009. Disponível em

<http://www.osetoreletrico.com.br/ose/assets/2c688ee8/ed.36_fasciculo_capitulo_1_desenvolvimento_da_iluminacao_publica_no_brasil.pdf>. Acesso em 01 Abril 2012.

Eletrobrás – Centrais Elétricas Brasileiras. *Iluminação Pública*. Disponível em <<http://www.eletrobras.com/ELB/main.asp?TeamID=%7BEB94AEA0-B206-43DE-8FBE-6D70F3C44E57%7D#>>. Acesso em 08 Abril 2012.

Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica. *Consumidores, Consumo, Receita, Tarifa média – por classe de consumo*. Disponível em

<http://rad.aneel.gov.br/ReportServerSAD?%2fSAD_REPORTS%2fConsumidoresConsumoReceitaTarifaMedia-ClasseConsumo&rs:Command=Render>. Acesso em 11 Abril 2012.

GIANNELLI, B. F.; SILVEIRA, M. C. F.; THAUMATURGO, L. R. Y.; ASTORGA, O. A. M.; FILHO, M. B. M.. *O Emprego de Tecnologia LED na Iluminação Pública – Seus Impactos na Qualidade de Energia e no Meio Ambiente*. Instituto de Artes, Unicamp, 2009.

Disponível em

<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%Fablica/Artigos/o_emprego_de_tecnologia_led_na_iluminacao_publica_seus_impactos_na_qualidade_de_energia_e_no_meio_ambiente.pdf>. Acesso em 11 Abril 2012.

SILVA, Mauri Luiz da. *Iluminação – Ontem hoje e amanhã*. Revista Lume Arquitetura, Ano VIII, n 48, Fevereiro/Março, 2011.

GOBI, Erlei. *São Paulo inicia modernização de seu parque luminotécnico*. Revista Lume Arquitetura, Ano IX, n 49, Abril/Maio, 2011.

SILVA, Mauri Luiz da. *Iluminação, simplificando o projeto*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

JUNIOR, Christóvão César da Veiga Pessoa. *Manual de Iluminação pública*. COPEL – Companhia Paranaense de Energia, 2012. Disponível em

<[http://www.copel.com/hpcopel/root/pagcopel2.nsf/0/F5F8DB1E97503339032574F1005C8FF9/\\$FILE/MANUAL_IluminacaoPublica.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/pagcopel2.nsf/0/F5F8DB1E97503339032574F1005C8FF9/$FILE/MANUAL_IluminacaoPublica.pdf)>. Acesso em 18 Abril 2012.

NOWAXLED. *Tabela comparativa HPSxLED*. Disponível em

<<http://www.nowax.com.br/simulacao.php>>. Acesso em 18 Abril 2012.

IWASHITA, Juliana. *Leds: iluminação do presente ou do futuro?*. Revista O Setor Elétrico, 2011. Disponível em <<http://www.osetoreletrico.com.br/web/colunistas/juliana-iwashita/543-leds-iluminacao-do-presente-ou-do-futuro-muito-vem-se-falando-dos-leds-para-iluminacao-sua-alta-eficiencia-luminosa-elevada-vida-util-e-ausencia-de-componentes-nocivos-como-mercurio-vem-atraindo-cada-vez-mais-especificadores-e-clientes-finais-preocupa.html>>.

Acesso em 18 Abril 2012.