



Texto de Discussão do Setor Elétrico nº. 42

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO
PÚBLICA E O PLANO NACIONAL DE
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Nivalde J. de Castro

Guilherme Dantas

Ernesto Martelo

Antonella Mazzone

Rio de Janeiro
Novembro de 2011

Índice

Introdução	3
I – LEDS: Benefícios.....	5
II – LEDs: Desafios.....	6
III- LEDs: Exemplos de Difusão	7
IV – LEDs no Plano Nacional de Eficiência Energética	8
VI – Mecanismos de Fomento	13
Conclusões.....	14
Referências Bibliográficas	15

Eficiência Energética na Iluminação Pública e o Plano Nacional de Eficiência Energética¹

Nivalde J. de Castro²
Guilherme Dantas³
Ernesto Martelo⁴

Antonella Mazzone⁵

Introdução

A partir dos choques do petróleo da década de 1970 e das discussões ambientais da década de 1990, a eficiência energética ganha projeção mundial e passa a fazer parte da política energética de inúmeros países da Europa, Estados Unidos, Brasil e outros.

No que se refere ao setor elétrico, foco do presente trabalho, atualmente, os principais programas brasileiros voltados à eficiência energética são: Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), 1984; Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), 1985; Programa de Eficiência Energética (PEE),

¹ Artigo aprovado para apresentação na VII Ciertec (Porto Alegre, 20 a 23 de novembro de 2011).

² Professor do Instituto de Economia da UFRJ e coordenador do GESEL – Grupo de Estudos do Setor Elétrico.

³ Pesquisador sênior do GESEL-IE-UFRJ e Doutorando Planejamento Energético pela Coppe-UFRJ.

⁴ Pesquisador do GESEL-IE-UFRJ.

⁵ Pesquisadora do GESEL-IE-UFRJ.

regulado pela Aneel (Lei 9.991/2000) e Lei de Eficiência Energética (10.295/2001).

No campo da iluminação pública, destacam-se o Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes, o PROCEL/RELUZ, instituído pela Eletrobrás em 2000 e o Programa de Eficiência Energética (PEE), instituído em 2000 e regulado pela Aneel.⁶ Importa salientar que, a partir de 2005, a ANEEL deixou de permitir que os recursos do programa sejam investidos em iluminação pública.

A iluminação pública corresponde a aproximadamente 4,5% da demanda nacional e a 3,0% do consumo total de energia elétrica do país, ou seja, o equivalente a uma demanda de 2,2 Gw/med e um consumo de 9,7 bilhões de kWh/ano (PROCEL/RELUZ, 2011).

O PEE e o PROCEL/RELUZ contribuíram aproximadamente para uma demanda evitada de energia de 233 MW e economia de 1045 GWh/ano (POMPERMAYER, 2010; PROCEL & ELETROBRAS, 2010).⁷

No entanto, o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) de 2010 (na versão para consulta pública),⁸ 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).

⁶ O Programa foi instituído pela Lei 9.991/2000, a partir do qual as concessionárias, permissionárias ou autorizadas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica devem investir anualmente um percentual mínimo de sua receita operacional líquida (ROL) em projetos de P&D e eficiência energética. As distribuidoras devem investir 0,50% da ROL em projetos de eficiência energética.

⁷ Deste montante, o PEE responde por 75% e o PROCEL RELUZ por 25%.

⁸ O Plano que prevê redução de 10% no consumo de energia nacional, meta alinhada com o Plano Decenal e com o Plano Nacional de Energia 2030. Para tanto, o PNEf prevê atuação em diversas áreas, como: educação, indústria, aquecimento solar de água, transportes, edificações, prédios públicos, iluminação pública, saneamento.

Para tanto, o PNEf propõe como um dos mecanismos de eficiência energética para a iluminação pública, a substituição das lâmpadas menos eficientes por lâmpadas de vapor de sódio (LVS) (Ministério de Minas e Energia-MME, 2010). No entanto, o presente estudo sugere que esta operação poderia ser realizada com LED, dado que, estudos e aplicações práticas, entre os quais podem ser citados NOVICKI & MARTINEZ, 2008); CARVALHO *et al*, 2009); RODRIGUES *et al*, 2010), apontam que esta tecnologia pode proporcionar resultados superiores às LVS, conforme será analisado na seção seguinte.

I – LEDS: Benefícios

No Brasil, 63% dos 15 milhões de pontos de iluminação no país já foram substituídos por LVS, consideradas até então as mais eficientes, no campo da iluminação pública tradicional. No entanto, esta tecnologia já se mostra ultrapassada, quando comparadas com os 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 da LVS (até 50.000 horas) (NOVICKI & MARTINEZ, 2008).

Os LEDs proporcionam 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).

De acordo com PAULUS *et al*. (2009) e OLIVEIRA (2010), projetos avançados integram fonte eólica e fotovoltaica aos postes de luz,

dispensando redes e outros equipamentos. Devido à baixa tensão dos LEDs, é possível a conexão às baterias de acumuladores, dispensando o auxílio da rede comum de tensão . Desta forma é possível promover iluminação aos municípios e rodovias que ainda não possuem linhas de transmissão.

Tendo em vista que esta matéria deve ser analisada de forma ampla, outros benefícios podem ainda ser destacados, como a não emissão de radiação ultravioleta, evitando a atração de insetos à luminária e sua degradação, contribuindo para redução dos custos para manutenção; maior resistência a impactos e vibrações; contribuição para a redução da poluição luminosa (iluminação direcionada), estímulo à pesquisa e inovação, desenvolvimento de produtos nacionais com maior valor agregado.

II – LEDs: Desafios

Alguns dos desafios à aplicação dos LEDs em iluminação pública é a temperatura, elevado custo inicial de investimento e a sobre tensão (NOVICKI & MARTINEZ, 2008). No Brasil, estes fatores são objeto de pesquisa, através de projetos-piloto por distribuidoras como a CEMIG, COPEL e Ampla.

A CEMIG está realizando testes na lagoa da Pampulha e no complexo esportivo do “Mineirão” e “Mineirinho”, tendo em vista a Copa do Mundo de 2014.

A COPEL, desde outubro de 2009, faz testes nos postes de luz ao longo das vias internas do pólo administrativo da companhia. O objetivo é avaliar, principalmente, o nível de enfraquecimento do fluxo luminoso ao longo do tempo e o desempenho dos LEDs frente a intempéries e oscilações na rede. As avaliações estão sendo realizadas de seis em seis meses (SCHULZ, 2010).

Os custos de projetos para o sistema de iluminação pública com LEDs ainda são superiores ao da LVS, porém, este cenário pode mudar, a partir de políticas públicas que permitam o desenvolvimento de tecnologia e ganho de escala

De acordo com a Associação Brasileira de Importadores de Produtos de Iluminação-Abilumi, em 2010 os fabricantes GE e Lozent manifestaram interesse na instalação de unidades industriais no país, visando o mercado brasileiro, sul-americano, Estados Unidos e Oriente Médio. A Associação prevê que este fato deverá contribuir para a queda dos custos dos projetos de iluminação pública utilizando LEDs. A previsão da Lozent era de iniciar a construção da unidade no mais tardar em 2011. No primeiro momento, o foco será a iluminação pública, seguido pelo comercial, industrial e residencial, respectivamente.

III- LEDs: Exemplos de Difusão

Em alguns países, como Estados Unidos, México, Holanda, Portugal e Itália, a utilização do LED na iluminação pública já é realidade.

Na Itália, destacam-se tecnologias LED como a Archilede da Enel Sole. Na província de Cremona foram instalados 710 novos pontos de LED. Os resultados acusaram a redução de 37% no consumo, correspondendo a não emissão de 66 toneladas de CO₂ por ano.

No Brasil, exemplos são visíveis em cidades como Rio de Janeiro, Niterói, Búzios, Brasília, Curitiba, São Paulo, Campinas e Santos. No Rio de Janeiro, o Cristo Redentor e a Catedral foram iluminados por LEDs através de uma parceria entre a Rioluz (Companhia Municipal de Energia e Iluminação) e uma empresa privada. O resultado será bastante satisfatório, visto que o consumo da iluminação dos monumentos não será maior que o verificado por dois chuveiros elétricos residenciais (OSRAM, 2011).

IV – LEDs no Plano Nacional de Eficiência Energética

O Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) – versão para consulta pública – identifica como um dos instrumentos de ação para eficiência energética na iluminação pública a adoção das lâmpadas de vapor de sódio, em substituição às de vapor de mercúrio.⁹

A operação envolveria aproximadamente 30% dos pontos de iluminação pública do país (5.193.375 lâmpadas), mantendo-se em cada um deles o

⁹ O Plano identifica ainda a promoção de estudos voltados para: a) viabilidade de criação da indústria nacional de LEDs de alta potência para aplicação na iluminação pública; b) considerar 100% a porcentagem financiável nos contratos do PROCEL RELUZ; c) possibilidade de oferecer incentivos fiscais aos equipamentos de iluminação pública com Selo PROCEL.

fluxo luminoso equivalente ou superior ao existente e cumprindo-se os requisitos da norma NBR 5101 – Iluminação Pública.

De acordo com a Tabela 1, os resultados previstos seriam a redução 208 MW de demanda no horário de ponta e potencial de economia de energia em torno de 911 GWh/ano. (Ministério de Minas e Energia-MME, 2010).

Tabela 1:
Dados do Cadastro de Potencial de Economia: 2008

Cadastro de 2008 – Parque Iluminação Pública no Brasil	
Potência total instalada	2.425 MW
Consumo total, calculada considerando 4.380h/ano	10.624 GWh/ano
Participação no consumo de energia elétrica:	3,96% do total faturado no Brasil
Cenário potencial técnico (lâmpadas de vapor de sódio de 70W)	
Nova potência instalada:	2,217 MW
Consumo total, considerando 4.380h/ano	9.713 GWh/ano
Reduções Obtidas no Cenário Técnico	
Potencial de redução de demanda de ponta:	208 MW
Potencial de economia de energia	911 GWh/ano

Fonte: Plano Nacional de Eficiência Energética – Versão Consulta Pública - 2010

No entanto, é possível obter-se resultados superiores a partir da adoção de sistemas de iluminação pública com luminárias LEDs.

O Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – Lactec, realizou testes laboratoriais onde comparou a tradicional lâmpada com vapor de sódio 70W (predominante na projeção de substituição do PNEf), com diversos modelos de luminárias baseadas em LEDs de alto brilho aplicadas à iluminação pública. O melhor classificado entre os quesitos boa iluminação e consumo de energia foi o “Led Leotek SL-75 W”. A partir de uma comparação entre este e a lâmpada de vapor de sódio 70W, partindo-se de um fluxo luminoso equivalente, chegou-se aos seguintes resultados:

- a) eficiência de aproximadamente 65 lúmenes, ante 42 lúmenes da tradicional LVS;
- b) Potência requerida de 48W, quase 50% inferior à LVS (84W);
- c) Potencial de redução da demanda no horário de ponta de 312 MW, ante 208 MW da LVS; e,
- d) Potencial de economia de energia de 1.366GWh/ano, ante 911 GWh/ano da LVS. (MARTINEZ & NOVICKI, 2008).

A partir da Tabela 2, permite-se melhor analisar dos resultados.

Tabela 2:
Comparativo de Luminárias

Dados Técnicos	Vapor de Sódio 70w	Led Leotek SL-75W
Potência (W)	84	48
Fluxo Luminoso (lm)	3.500	3.200
Eficiência (lm/W)	42	66.7
Vida Médiana (horas)	24.000	50.000
Temp. Cor (K)	1900	5.500

Fonte: LEDs para Iluminação Pública¹⁰

Diante destes resultados acima referidos, importa destacar os principais benefícios indicados pelo Operador Nacional do Sistema (ONS), decorrentes da redução da demanda no horário de ponta, fator sempre crítico para um sistema elétrico:

- a) Investimento evitado na expansão da geração;
- b) Aumento da segurança operacional do sistema;

¹⁰ Adaptado de: (MARTINEZ & NOVICKI, 2008).

- c) Economia de combustível na geração térmica, possibilitando redução das emissões de CO₂ e da tarifa ao consumidor;
- d) Operação mais segura e de menor custo para o sistema elétrico
- e) Possibilita ao Operador Nacional do Sistema otimizar a gestão do despacho de energia, que deve, entre outras condicionantes, seguir o critério de atender a demanda ao menor custo operacional possível, com garantia dos padrões de segurança e qualidade.¹¹

A título de exemplo, cita-se o horário de verão (Decreto-Lei 4.295/42, regulamentado pelo Decreto 6.558/08), que tem como principal objetivo a redução da demanda no horário de ponta, do Sistema Interligado Nacional. Dados preliminares do ONS, referentes ao 2010/2011,¹² revelaram:

- a) Nos Subsistemas onde vigorou o horário de verão, o ONS conseguiu trabalhar com redução esperada na demanda em torno de 4,5%. Subsistema Sudeste/Centro Oeste: 1.821 MW (aproximadamente a 60% da carga no horário da ponta da cidade do Rio de Janeiro e duas vezes a de Brasília); Subsistema Sul: 555 MW (aproximadamente a 60% da carga no horário da ponta da cidade de Curitiba);

¹¹ Lei 9.648/98, regulamentada pelo Decreto 2.655/98.

¹² O Horário de Verão de 2010/2011 abrangeu desde a zero hora de 17 de outubro de 2010 a zero hora de 20 de fevereiro de 2011.

- b) Redução esperada de energia de 0,5%. Subsistema Sudeste/Centro Oeste: 194 MW; Subsistema Sul: 53 MW;
- c) Investimento evitado na expansão de geração: R\$ 2 bilhões;
- d) Economia na geração térmica no Sistema Interligado Nacional: R\$ 30 milhões; e,

Incremento da segurança operacional do sistema: Redução dos carregamentos no sistema de transmissão (maior flexibilidade operativa para manutenções em equipamentos do sistema de transmissão, e redução de cortes de energia em emergências nos horários de pico), proporcionando aumento de segurança no atendimento ao consumidor final. (Operador Nacional do Sistema – ONS, 2011).

VI – Mecanismos de Fomento

O PNEf indica como mecanismo de financiamento aos projetos de eficiência energética na iluminação pública o Programa PROCEL/RELUZ. No entanto, a Resolução 414/10 da ANEEL, dispôs sobre a transferência de responsabilidade pela Iluminação Pública aos Municípios. Haja vista que 80% dos Municípios brasileiros estão em dívida com as distribuidoras, este fato poderá dificultar o levantamento de recursos para a implantação de projetos de eficiência energética na iluminação pública.

Este cenário poderia ser superado voltando a ser permitido às distribuidoras de energia elétrica investir em programas de eficiência energética na iluminação pública através do Programa de Eficiência Energética (PEE).

Conforme já disposto na Introdução deste trabalho, os resultados obtidos pelo PEE em projetos de eficiência energética foram superiores ao do PROCEL/RELUZ, sem acarretar endividamento às prefeituras.

Sendo assim, esta alternativa poderia ser objeto de análise pelo PNEf, o qual poderia indicá-la como mecanismo adicional ao PROCEL/RELUZ. Alterações regulatórias por parte da ANEEL poderiam gerar novo impulso aos projetos de eficiência energética direcionados à iluminação pública, com claros benefícios para a sociedade e para o setor elétrico.

Conclusões

Nestes termos e a título de conclusão, o Plano Nacional de Eficiência Energética (versão consulta pública), poderia considerar a tecnologia LED, em detrimento às lâmpadas de vapor de sódio, na operação de substituição das lâmpadas de vapor de mercúrio.

O LED possibilita redução no horário de ponta superior às tradicionais lâmpadas de vapor de sódio, maximizando os benefícios para a sociedade e para o setor elétrico. Entre outros, verificou-se a postergação de vultosos investimentos em expansão da geração, incremento da segurança operacional do sistema, economia de combustível (permitindo redução das tarifas ao consumidor), redução das emissões de CO₂, incentivo ao desenvolvimento de tecnologia, inovação e fabricação dos componentes (led e luminária) em território nacional.

Como mecanismo indutor, o Plano poderia indicar, além do financiamento concedido pelo PROCEL/RELUZ, os Programas de Eficiência Energética, objeto de investimento pelas distribuidoras de energia elétrica.

Finalmente, a academia e institutos de pesquisa poderiam ser inseridos na tarefa, permitindo a troca de conhecimento, experiência e desenvolvimento da tecnologia LED.

Referências Bibliográficas

CARVALHO, D., CARVALHO, P. M., & ANTOGNOLI, T. F. (Dezembro de 2009). Substituição de Lâmpadas Comuns de Iluminação Pública por um Sistema de LEDs no Campus da Unicamp. Campinas, São Paulo, Brasil.

MARTINEZ, R., & NOVICKI, J. M. (2008). Leds para Iluminação Pública. Curitiba.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA-MME. (2010). Plano Nacional de Eficiência Energética - Versão Consulta Pública. Brasília.

NOVICKI, J. M., & MARTINEZ, R. (2008). *Leds para Iluminação Pública*. Acesso em 13 de julho de 2011, disponível em Universidade Federal do Paraná - Engenharia Elétrica: <http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/41.pdf>

OLIVEIRA, Gevan. (2010). *Poste de Iluminação Pública 100% Alimentado por Energia Eólica e Solar*. Acesso em 15 de Julho de 2011, disponível em: <http://www.funverde.org.br/blog/archives/6616>

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA-ONS. (2011). *Horário de Verão 2010-2011. Resultados Preliminares*. Acesso em 13 de Julho de 2011, disponível em Operador Nacional do Sistema (ONS): http://www.ons.com.br/analise_carga_demanda/horario_verao.aspx

OSRAM. (2011). *Monumento ao Cristo Redentor Ganha Iluminação em LED*. Acesso em 13 de julho de 2011, disponível em OSRAM: http://www.osram.com.br/appsbr/cristoredentor/index_.php

PAULUS, G.; SCHUCH, L.; COSTA, M. A. (2009). Sistema de Iluminação Pública Autônomo de Alto Desempenho e Longa Vida Útil: uma Alternativa Viável. Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil

POMPERMAYER, M. L. (2010). *Apresentações Workshop*. Acesso em 13 de julho de 2011, disponível em Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL: http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1709

PROCEL RELUZ. Eletrobrás. *Iluminação Pública no Brasil*. Disponível em: <http://www.eletronbras.com/elb/main.asp?TeamID={EB94AEA0-B206-43DE-8FBE-6D70F3C44E57}>>. Acesso em: 23 nov. 2011.

PROCEL; ELETROBRÁS. (2010). *Avaliação dos Resultados Procel 2009*. Acesso em julho de 2011, disponível em PROCEL Info: <http://www.eletronbras.com/pci/main.asp?View={5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98}&Team=¶ms=itemID={3D6B5B08-7D10-4FFA-9C6E-79917877F573}&UIPartUID={05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18}>

RODRIGUES, Cláudio R. B. S., ALMEIDA, Pedro S., SOARES, Guilherme M., JORGE, João M., PINTO, Danilo P., BRAGA, Henrique A. C. (2010). *Um Estudo Comparativo de Sistemas de Iluminação Pública: Estado Sólido e Lâmpadas de Vapor de Sódio em Alta Pressão*. Acesso em 13 de julho de 2011, disponível em Laboratório de Planejamento de Sistemas de Energia Elétrica: <http://www.labplan.ufsc.br/congressos/Induscon%202010/fscommand/web/docs/I0258.pdf>

SCHULZ, W. (2010). *Iluminação Pública*. Série Cadernos Técnicos CREA-PR. Curitiba.