

Capítulo VII

Aplicação de Leds e fotometria

Por José Gil Oliveira*

A iluminação artificial tem sido objeto de evolução tecnológica ao longo dos anos. Atualmente, em face da necessidade do aumento da eficiência energética dos dispositivos de iluminação, devido à escassez cada vez maior de recursos naturais, a procura por soluções com baixo consumo e grande eficiência luminosa tem sido buscada incessantemente.

A Figura 1 mostra a evolução das diversas tecnologias de fontes de luzes artificiais, nos últimos 200 anos, com especial destaque para os Leds brancos, que, a partir de 1996, iniciaram sua escalada rumo ao aumento de eficiência energética (lm/W). Atualmente, em 2012, atingiram a eficiência energética de 160 lm/W, considerando produtos comerciais.

Nesse sentido, a iluminação de estado sólido preenche os requisitos necessários para que os resultados obtidos pela substituição de fontes

luminosas artificiais de maior eficiência sejam feitos de forma concreta. A aplicação de novas fontes de luz e luminárias com tecnologia de estado sólido está alterando os conceitos tradicionais de medição fotométrica desses dispositivos.

Visando a estimular a comercialização de produtos eficientes, sob o ponto de vista do consumo de energia, os órgãos governamentais, via leis federais, tem estabelecido padrões mínimos de eficiência energética. Em conjunto com esses padrões mínimos existem os requisitos de desempenho e segurança que são criados em função do estado do conhecimento da comunidade científica nacional e internacional sobre esses produtos. Para que as medições realizadas a fim de atender aos requisitos mínimos de eficiência energética, segurança e desempenho possam ter

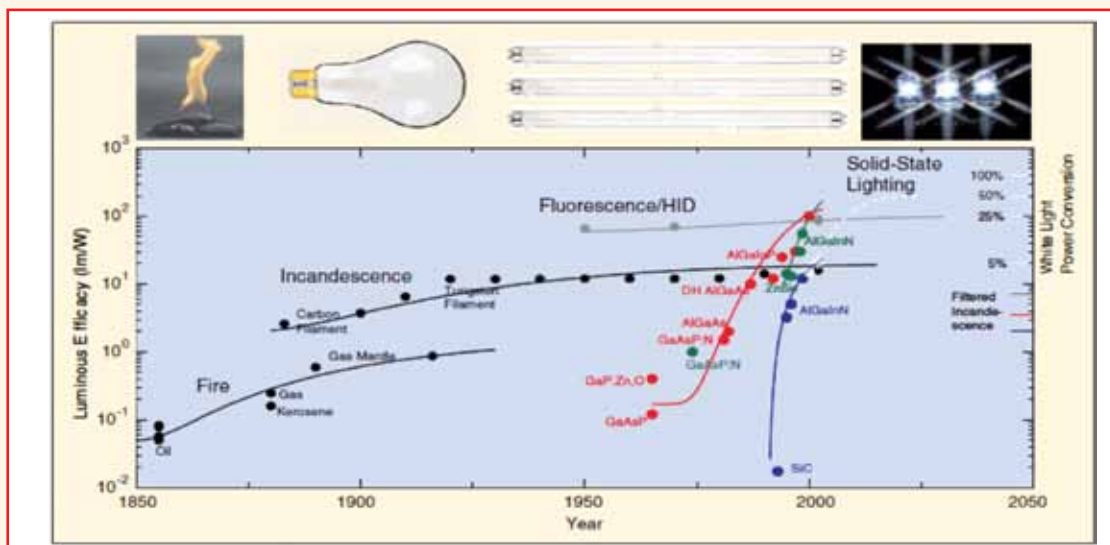


Figura 1 – 200 anos de evolução da eficiência luminosa das tecnologias de iluminação.

credibilidade e rastreabilidade a padrões nacionais de medidas existe uma rede de laboratórios acreditados pelos órgãos nacionais de metrologia.

A Iluminação de estado sólido

Atualmente, existe uma grande demanda por ensaios laboratoriais em dispositivos de iluminação que utilizam a tecnologia de estado sólido, devido à entrada de uma grande quantidade desses produtos no mercado. Essa tecnologia utiliza basicamente os diodos emissores de luz (Leds) como fonte de luz artificial para gerar os efeitos fotométricos necessários para a substituição da fonte de luz convencional (lâmpadas incandescentes, lâmpadas fluorescentes compactas e lâmpadas a vapor de sódio e/ou vapor metálico).

Esses Leds, quando utilizados como fonte de luz artificial, dependem de um projeto criterioso para que a sua aplicação em iluminação seja realizada de forma eficaz. Esse projeto apresenta alguns parâmetros que não eram relevantes no passado, considerando-se os conceitos tradicionais em iluminação. Os parâmetros que devem ter especial atenção por parte dos projetistas de sistemas de iluminação de estado sólido são: ângulo de emissão de luz, tecnologia de fabricação, índice de reprodução de cor, temperatura da junção, tensão direta, corrente, temperatura de cor, fluxo luminoso, tempo de estabilização e vida útil dos Leds. Esses parâmetros são interdependentes e devem ser gerenciados de forma

a se obter o melhor projeto possível, dentro das especificações necessárias para o produto que se deseja obter.

Os refletores das luminárias não são mais os pontos de referência, sob o ponto de vista ótico, para o direcionamento correto e eficaz da luz emitida pela luminária. As lentes óticas passaram a ter um papel relevante no direcionamento do feixe de luz. Os projetistas devem ter um bom conhecimento de ótica e de cálculos térmicos, assim como sobre o dimensionamento dos parâmetros elétricos dos Leds para que o produto final tenha o desempenho elétrico e fotométrico desejados.

A Figura 2 mostra os raios de luz sendo direcionados dentro da luminária que foi projetada com Leds. Esses raios compõem a curva fotométrica simulada anteriormente à fabricação do produto final.

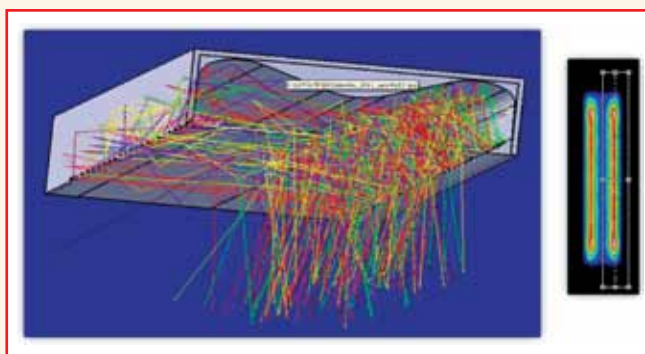


Figura 2 – Raios de luz gerados pelos Leds – simulação ótica.

O resultado desse projeto é, em geral, um produto que economiza energia elétrica e tem um desempenho fotométrico igual ou superior ao que é conseguido quando utilizado com fontes de luz tradicionais.

Quando esses produtos são avaliados em laboratório existem outros conceitos tradicionais em fotometria, que foram sendo alterados, pois fisicamente os novos projetos não possuem as mesmas características dos produtos convencionais. As luminárias convencionais possuem lâmpadas que podem ser retiradas para que seja determinado o fluxo luminoso em esfera integradora e calculado o rendimento luminoso desses produtos. As Figuras 3 e 4 mostram as montagens realizadas com lâmpadas de tecnologia convencional.



Figura 3 – Lâmpada a vapor de sódio.



Figura 4 – Conjunto lâmpada-luminária.

Devido ao fato de as luminárias com tecnologia de estado sólido utilizarem, em geral, iluminação direta e a fonte de luz ser integrada ao corpo dessas luminárias, os cálculos tradicionais, considerando separadamente as lâmpadas e o conjunto lâmpada-luminária, não são mais utilizados da mesma forma.

No caso das luminárias com tecnologia de estado sólido, na maioria dos casos, a fonte de luz (Led) não pode ser desmontada

e retirada da luminária para a realização do mesmo cálculo. Considerando as luminárias convencionais e as luminárias com tecnologia de estado sólido, surge o conceito de fotometria absoluta, que é utilizado quando o resultado fotométrico é apresentado em candelas. A Figura 5 mostra uma luminária com tecnologia de estado sólido em que a fonte de luz está integrada ao corpo da luminária.

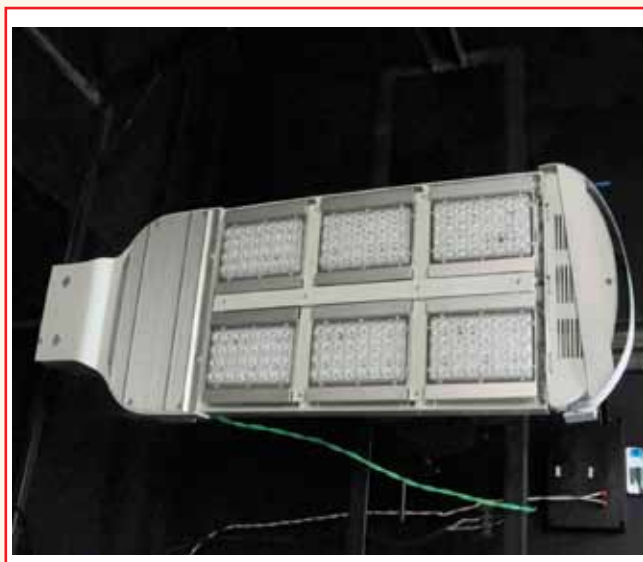


Figura 5 – Luminária com tecnologia de estado sólido.

As curvas fotométricas que antigamente eram fornecidas em candelas por mil lumens, atualmente, são fornecidas em candelas fazendo os usuários dessas curvas terem maior dificuldade em comparar os resultados das luminárias com tecnologia de estado sólido com as luminárias convencionais.

A Figura 6 demonstra a curva de distribuição de intensidades luminosas de uma luminária de tecnologia convencional. Já a Figura 7 demonstra a curva de distribuição de intensidades luminosas de uma luminária com tecnologia de estado sólido.

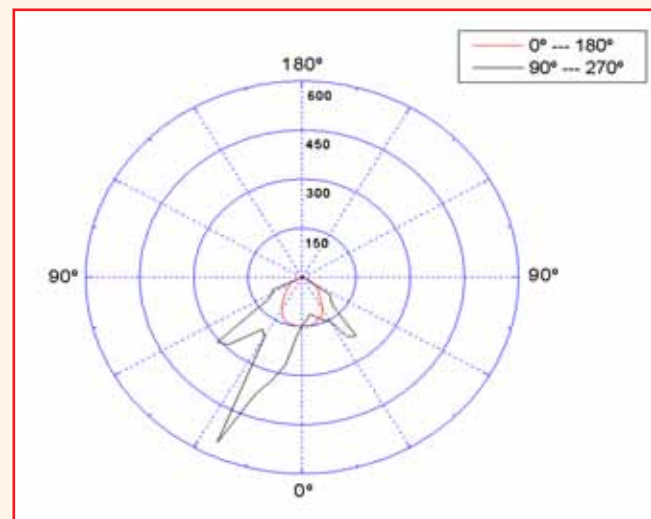


Figura 6 – Curva de distribuição de intensidades luminosas. Luminária convencional – valores em cd/klm.

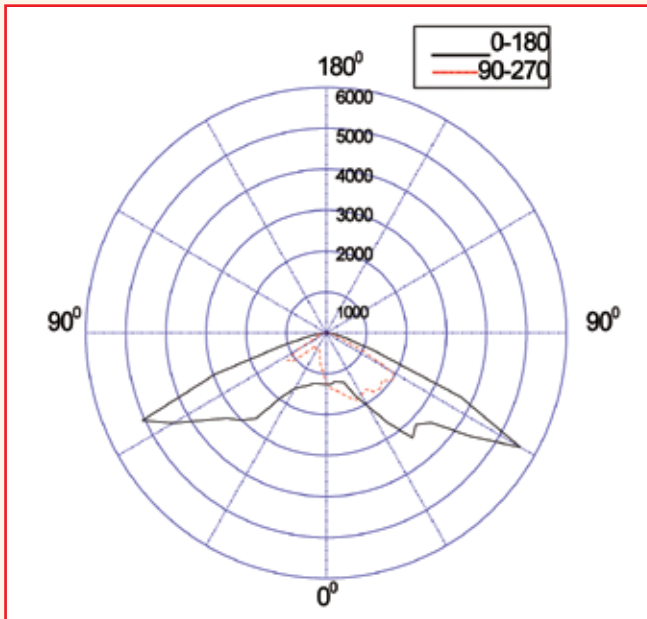


Figura 7 – Curva de distribuição de intensidades luminosas. Luminária com tecnologia de estado sólido – valores em candelas.

A resposta espectral angular do feixe de luz das luminárias também é um parâmetro extremamente relevante, pois algumas luminárias emitem luz frontal com temperatura de cor de espectro mais azulado e nas bordas emitem feixe de luz com temperatura de cor de espectro mais amarelado. A não uniformidade da cor de alguns Leds faz a visão humana enxergar manchas nas superfícies

de objetos coloridos, quando iluminados por esses tipos de Leds. Esses detalhes são mostrados nas Figuras 8 e 9 e no Gráfico 1.



Figura 8 – Visão lateral do Led branco (pontos amarelos aparentes).



Figura 9 – Visão Frontal Led branco (pontos azuis preponderantes).

SUBESTAÇÕES DE ENERGIA AFAP

ENERGIA CONTROLADA PARA SEU CRESCIMENTO CONTINUAR SEM LIMITES.

Dos estudos de viabilidade à entrega das chaves, a AFAP garante o melhor resultado na execução de projetos de subestações em alta e extra-alta tensão. Com projetos completos, desenvolvidos de acordo com o Protocolo IEC 61850 e certificados pela norma ISO 9001:2008, a AFAP garante a qualidade de seu empreendimento e tem pós-venda ágil e atencioso comprovado por clientes em todo o país. Aumente sua eficiência energética e não tenha medo de crescer.

Fale conosco e conheça nossas soluções para subestações de energia.



PAINÉIS ESPECIAIS



PRODUTOS SERIADOS



CONSTRUÇÕES E
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS



SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

E-mail:
vendas@afap.com.br

Fone:
+55 (11) 3464.5650

+WWW.AFAP.COM.BR



ENERGIA CONTROLADA POR INOVAÇÕES

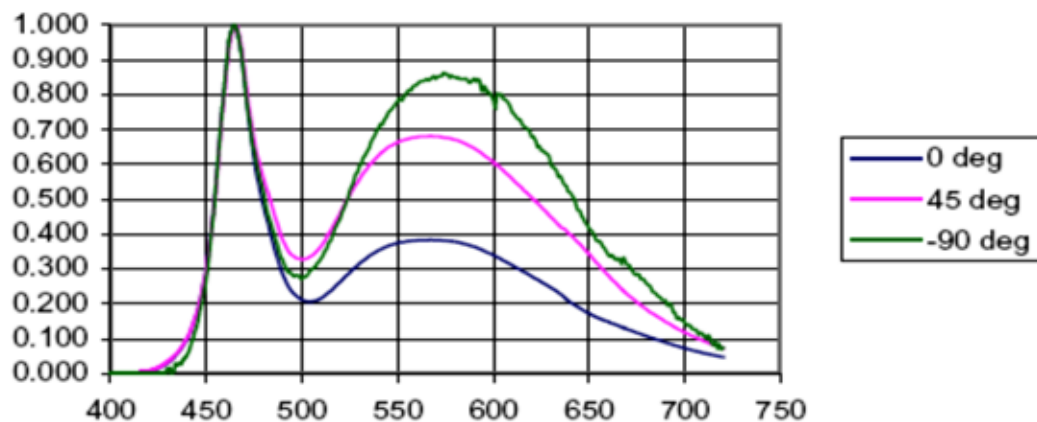


Gráfico I - Aparência de cor angular - Luminária a Led

Outro fator extremamente importante para um bom projeto de iluminação com tecnologia de estado sólido é o comportamento psicofísico dos usuários desse tipo de iluminação. Alguns usuários relatam desconforto visual como uma iluminação mais fria, ou seja, com temperatura de cor acima de 5.000 K, outros relatam desconforto visual como uma iluminação mais quente, ou seja, com temperatura de cor entre 2.700 K a 3.000 K.

Alguns conceitos, como o Índice de Reprodução de Cor (IRC) de uma fonte de luz com tecnologia de estado sólido, estão sendo revisados e brevemente será publicada uma recomendação internacional sobre esse tema como forma de adaptar esse índice à resposta obtida pelo olho humano para esse tipo de fonte de luz. O conceito de índice de reprodução de cor utilizado amplamente em fontes de luzes convencionais está sendo questionado devido à reprodução da cor vermelha intensa quando iluminada por Leds.

Os conceitos de classificação fotométrica de luminárias de uso externo estão sendo alterados com a finalidade de simplificar a análise desses produtos. Dentre esses conceitos destaca-se o índice "BUG", que tende a se tornar uma informação para ser validada por laboratórios de ensaio e poderá ser utilizado por programas de etiquetagem em luminárias, com a finalidade de caracterizá-las quanto à eficiência e ao desempenho. Todos esses novos conceitos estão fazendo uma verdadeira revolução no entendimento da iluminação e alterando a forma como os profissionais ligados a esse setor passaram a atuar.

Rastreabilidade de medições

As medições fotométricas e elétricas são realizadas pelos laboratórios acreditados pelo Inmetro com a finalidade de avaliar o desempenho e a segurança de produtos e processos. Os laboratórios possuem reconhecimento internacional. Existem duas redes de laboratórios distintas atuando no Brasil: a Rede Brasileira de Calibração (RBC) e a Rede Brasileira de Ensaios (RBLE), na qual faz parte a Seção Técnica de Fotometria do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP). Essas medições

podem aprovar ou reprovar produtos e processos que estejam acima ou abaixo de determinados valores que constam em normas ou regulamentos nacionais ou internacionais.

As medições são realizadas com base em valores verdadeiros convencionais nos quais as grandezas elétricas e fotométricas envolvidas fazem parte do Sistema Internacional de Medidas (S.I.). Os instrumentos que realizam essas medições devem ter seus certificados de calibração com rastreabilidade a padrões nacionais de medida. Essa rastreabilidade garante que o mesmo produto ou processo, ao ser ensaiado em qualquer parte do mundo por um laboratório com reconhecimento internacional, tenha resultado similar.

As grandezas fotométricas – como fluxo luminoso, intensidade luminosa, iluminância, temperatura de cor, coordenadas de cromaticidade e luminância – e as grandezas elétricas – como tensão, corrente, potência e distorção harmônica – são as mais utilizadas em ensaios de produtos de iluminação.

O Inmetro mantém padrões com rastreabilidade a padrões nacionais de medida e podem realizar calibrações dos instrumentos utilizados em ensaios em dispositivos de iluminação com a finalidade de conceder a Etiqueta Nacional de Eficiência Energética (ENEE) ou o Selo Procel/Inmetro para uma determinada relação de produtos.

Os resultados gerados pelos laboratórios acreditados pelo Inmetro são verificados periodicamente, por meio de ensaios de proficiência por comparação interlaboratorial, nas grandezas de interesse, com a finalidade de reduzir continuamente os desvios relativos das medições realizados pelos laboratórios no Brasil.

Atualmente, existe no Brasil um programa de certificação compulsória para reatores eletrônicos para lâmpadas fluorescentes tubulares e um Programa Brasileiro de Etiquetagem Compulsório para vários produtos de iluminação, como lâmpadas fluorescentes compactas, incandescentes, lâmpadas a vapor de sódio a alta pressão e reator eletromagnético para lâmpada a vapor de sódio a alta pressão.

A cadeia produtiva do setor de iluminação, por meio dos laboratórios dos fabricantes e importadores, pode calibrar seus instrumentos e comparar as medições realizadas com os laboratórios acreditados pelo Inmetro.

Considerando que essas comparações estão sendo feitas regularmente, desde 2001, os resultados obtidos demonstram que o Programa Brasileiro de Etiquetagem e o Programa de Certificação Compulsória atingiram um grau de maturidade importante, que colabora para a melhoria da qualidade dos produtos de iluminação disponíveis para os consumidores brasileiros.

Conclusão

O presente trabalho abordou aspectos importantes sobre a entrada no mercado brasileiro de dispositivos de iluminação utilizando tecnologia de estado sólido (Leds) e as principais mudanças de conceitos em medições fotométricas, diante das novas tecnologias, assim como demonstrou as inter-relações entre a cadeia produtiva da área de iluminação e os laboratórios, devido à necessidade de rastreabilidade das medições a padrões nacionais.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem e o Programa de Certificação Compulsória atingiram um grau de maturidade importante, que colabora para a melhoria da qualidade dos produtos de iluminação disponíveis para os consumidores brasileiros, além de proporcionar uma diminuição significativa no consumo de energia elétrica nos setores comercial, residencial e industrial no Brasil.

Referências

- Sá Júnior, E. M. *Estudo de Estruturas de Reatores Eletrônicos para Leds de Iluminação*. Florianópolis, 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- Lewin, Ian. *Absolute Photometry has relative benefits for LED and SSL performance evaluation*.
- Lei No 10.295, de 17 de outubro de 2001.
- www.inmetro.gov.br/credenciamento/laboratoriosacreditados.asp. Consulta realizada em 30/05/2010.
- ENERGY STAR. *Program Requirements for Solid State Lighting Luminaires – Eligibility Criteria – Version 1.0. Draft: 12/20/06*
- Handling of absolute photometry data in EULUMDAT files, 14/08/2009.*
- The BUG System—A New Way To Control Stray Light from Outdoor Luminaires – Volume 2: Issue 1: 2009.*

***JOSÉ GIL OLIVEIRA é engenheiro eletrônico, mestre em Ciências da Energia e doutorando pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. É responsável técnico pelos Laboratórios da Seção Técnica de Fotometria-IEE/USP e professor da Escola Técnica Senai “Anchieta” nas áreas de eletrônica de potência, eletrônica industrial, controladores lógicos programáveis e microprocessadores. É o responsável técnico por programas de comparação interlaboratorial na área de Etiquetagem do Inmetro na área de iluminação. É membro de diversas comissões de estudo na ABNT, em especial das comissões permanentes da ABNT: CB-16 – Comissão de Estudos de Sinalização Semafórica para elaboração de projeto de norma sobre sinalização semafórica para lâmpada incandescente e Leds.**

**Continua na próxima edição
Confira todos os artigos deste fascículo em
www.oseletrico.com.br**

Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br