



CONSERVAÇÃO DE ENERGIA EM SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Henrique César Sampaio*, Cesar Augusto Botura**, José Lourenço Junior***

RESUMO

A utilização da energia elétrica para iluminação vem sendo um assunto bastante discutido atualmente, seja através de novas tecnologias que estão surgindo, pela busca de uma maior eficiência, diminuição do desperdício ou uso racional. São discutidas maneiras para melhoria dos locais quanto ao índice de luminosidade nas fases de projeto e execução. Tecnologias alternativas são pautadas em análises técnicas de acordo com a adequação e aplicação ao uso de forma a prover um ambiente bem iluminado com baixo consumo de energia elétrica.

ABSTRACT

The use of electricity for lighting is being currently discussed quite a subject, either through new technologies that are emerging, the quest for greater efficiency, reduced waste and rational use. Ways to improve the workplace and luminosity presented in the projects steps and its implementation are discussed. Technologies must be chosen guided by technical analysis according to the illumination factors necessary for the environment studied.

* Doutor em Engenharia Mecânica (Energia) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2007). Atualmente é engenheiro de segurança do trabalho, professor dos cursos de engenharia do Centro Universitário Salesiano de São Paulo

** Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1994), mestre em Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Tecnologista Pl. do Centro Técnico Aeroespacial, Professor Doutor do Centro Universitário Salesiano São Paulo

*** Doutor em Engenharia pela UNESP - Universidade Estadual Paulista. Mestre em Administração de Empresas pela Universidade de Taubaté (2002). Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade de Taubaté (1983). Professor do Centro Universitário Salesiano de São Paulo e Coordenador dos Cursos de Engenharias. Vice-Diretor da regional Taubaté do CIESP - Centro das Indústrias do Estado de São Paulo

1 - Introdução

A iluminação no Brasil apresenta números bastante expressivos em termos de consumo de energia elétrica. Cerca de 17% da eletricidade utilizada no país está associada à produção de luz (KOZLOFF et al. 2000), onde somente a iluminação pública é responsável por absorver cerca de 3,5% de toda energia elétrica consumida, que em 2012 foi de 498,4 TWh, segundo o BEM – Balanço Energético Nacional (EPE, 2013). Dessa forma, tais números não poderiam deixar de ser considerados quando se leva em consideração um consumo mais racional e eficiente da energia voltada à iluminação, principalmente por estar presente em todos os setores do país, desde os mais rentáveis até os de menor expressão. Portanto a utilização da energia elétrica destinada à iluminação representa uma fração de grande valia em âmbito nacional.

De acordo com o levantamento realizado junto às distribuidoras de energia elétrica pelo PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, existem 15 milhões de pontos de iluminação pública instalados no país, onde a distribuição é mostrada segundo a Figura 1.1.

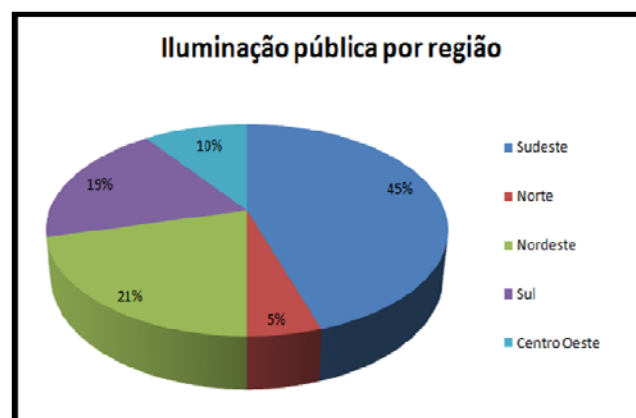


Figura 1.1 Iluminação pública no Brasil por região

Fonte: PROCEL, 2012

De acordo com a ELETROBRAS a iluminação pública é essencial à qualidade de vida nos centros urbanos e fundamental à cidadania, permitindo que os habitantes

desfrutem, plenamente, de tudo que as cidades e repartições possam fornecer interna ou externamente ao longo das horas do dia. Além disso, a iluminação, pública ou privada, está diretamente ligada à segurança no tráfego de pessoas e veículos, também previne a criminalidade, embeleza as áreas urbanas, destaca e valoriza monumentos, prédios e paisagens, orienta percursos e aproveitamento melhor das áreas de lazer.

Então para que todas as regiões do país, juntamente com as suas mais variadas atividades (comerciais, industriais e humanas) possam desfrutar de uma iluminação de qualidade são imprescindíveis investimentos em estudos de eficiência energética e incentivos ao uso racional da energia elétrica destinada à iluminação.

Os reflexos desses investimentos são visíveis na economia da região, não apenas em relação à conta de energia, mas, também, favorece o turismo, o comércio, a cultura e o lazer noturno, contribuindo, assim, para o desenvolvimento social e econômico da população.

Segundo Schulz (2010), apenas a iluminação pública corresponde à cerca 4,5% da demanda nacional, e, como foi apresentado anteriormente, 3,5% do consumo total de energia elétrica do país. O equivalente um consumo de 9,7 milhões de MWh/ano, ou uma demanda de 2,2 GW.

Já no setor industrial a iluminação corresponde a um consumo de energia de aproximadamente 2% da produção nacional, segundo Mamede Filho (2007), que equivale à produção de energia elétrica da hidrelétrica de Sobradinho instalada no rio São Francisco, de capacidade (potência instalada) de 1.050 MW.

Os ambientes industriais devem apresentar iluminação adequada e suficiente para a execução das mais variadas atividades desenvolvidas pela empresa com o objetivo de promover o melhor rendimento possível nos processos. Também deve ser específica para cada local e operação realizada, e o detalhamento minucioso da atividade exercida em um posto de trabalho específico indicará a iluminação ideal.

No campo industrial iluminação significa produtividade e uma iluminação própria e eficiente mantém as pessoas atentas e focadas em suas atividades, melhora os resultados e a execução de cada tarefa.

Portanto, a iluminação num dado local deve ser baseada em análises criteriosas, em normas técnicas e em métodos próprios de estudo de iluminação, como será visto a diante.



2 - Políticas Atuais de Conservação de Energia em Iluminação

Muitas empresas aumentaram a eficiência energética da iluminação, através das várias tecnologias de iluminação eficientes que foram introduzidas no Brasil na última década.(LINS; SILVA, 1996) A propagação das lâmpadas fluorescentes compactas foi motivada pela crise de energia elétrica, abrangendo os setores industriais, comerciais e residenciais.

A aceitação das lâmpadas de sódio (alta pressão) está crescendo regularmente para a iluminação industrial, de ruas e ambientes abertos. As lâmpadas LED LFC's (Lâmpada Fluorescente Compacta) são usadas especialmente em hotéis, restaurantes, bancos e outros tipos de edifícios, inclusive industriais que oferecem um período de retorno de menos de um ano, devido ao número elevado de horas de operação.

Dado o grande potencial de economia e as tarifas de eletricidade, a adoção de iluminação eficiente pode compensar muito em termos de custo para os consumidores comerciais, industriais e do setor público.

Instalações de lâmpadas fluorescentes compactas, reatores eletrônicos e/ou refletores espelhados normalmente têm um período de retorno simples de menos de dois anos (POOLE; GELLER, 1997).

Hoje em dia, lâmpadas LED e ainda as fluorescentes compactas e reatores eletrônicos são opções comuns para elevar a eficiência dos sistemas, além de serem freqüentemente utilizados também controladores de presença, tanto em instalações novas quanto nas reformas das já existentes.

Apesar do uso de componentes de alta eficiência e de controladores ter apresentado progressos substanciais, ainda há espaço para novos aperfeiçoamentos.

A primeira geração de projetos de iluminação geralmente preocupava-se com a economia de energia, mas não contemplava totalmente questões relativas à qualidade da iluminação, tais como níveis de iluminância e uniformidade. Em vista disso, deve-se incrementar simultaneamente a eficiência energética e a qualidade da iluminação.

As exigências quanto à qualidade se intensificaram no final da década passada, quando se tornou claro que a redução de produtividade do trabalho estava relacionada com os baixos níveis de iluminação dos ambientes, sendo este fato, às vezes, mais importantes do que a eventual economia de energia obtida.



Nos últimos anos, significativas inovações em iluminação e tecnologias ajudaram a promover enormes mudanças na indústria de iluminação comercial.

Muitos componentes de alta eficiência energética desenvolvidos nesse período estão hoje começando a ser empregados em larga escala. A Figura 2.1 apresenta os tipos de lâmpadas mais utilizados com sua respectiva eficiência luminosa.

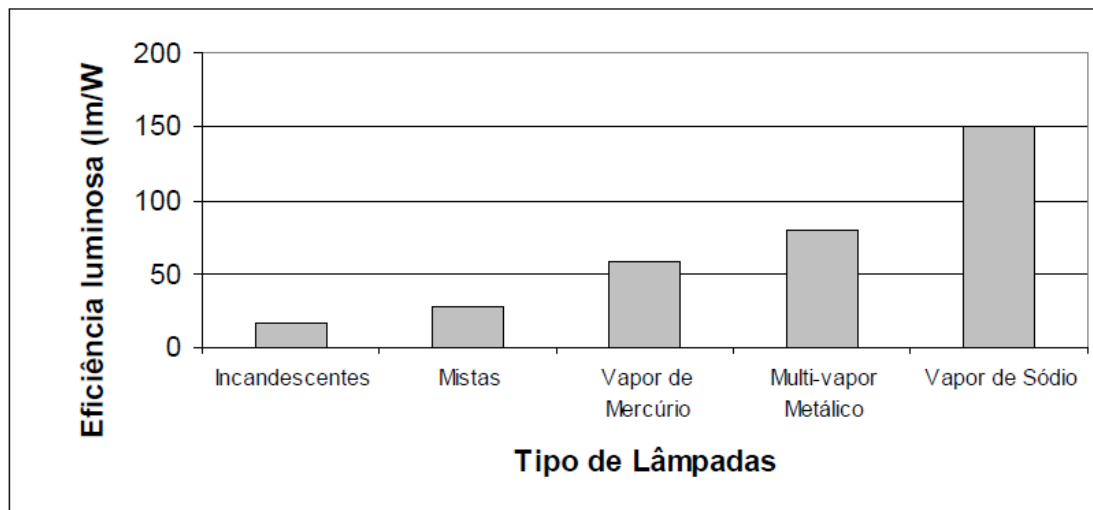


Figura 2.1: Eficiência Luminosa das Lâmpadas Utilizadas em Iluminação Pública

Fonte: Froes da Silva (2006)

Luminárias e controles foram aperfeiçoados para produzir sistemas energeticamente eficientes e capazes de atender uma série de novas exigências da iluminação comercial, no que se refere a sua qualidade.

A metodologia para análise do sistema de iluminação consiste em avaliar a qualidade de luz que determinado ambiente necessita, levando em consideração o tipo de atividade que nele se desenvolve, além do estudo do tipo de lâmpada e luminária mais adequadas ao ambiente.

Um sistema de iluminação energeticamente eficiente traz benefícios econômicos sem comprometer a qualidade de vida e trabalho do usuário. A qualidade de um ambiente iluminado consiste em entender as diversas necessidades do ser humano.

A qualidade da iluminação, portanto, não é diretamente mensurável e, sim, é uma questão que interage ambiente iluminado e a pessoa que está no ambiente.

Existe uma boa qualidade de iluminação quando o sistema de iluminação:

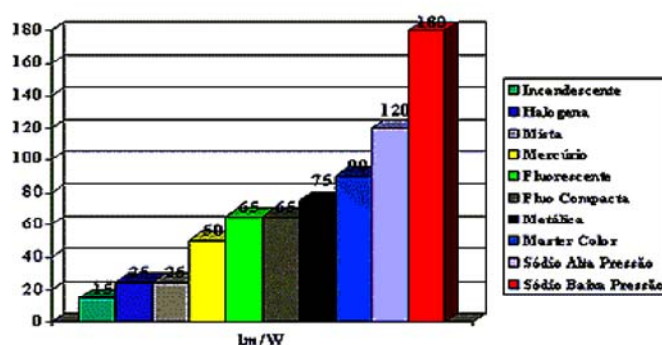
- cria boas condições de visão;
- permite o desempenho de tarefas ou comportamentos adequados;
- favorece a comunicação e a interação adequadas;
- contribui para estados de espírito apropriados;
- proporciona boas condições para a saúde e evita efeitos prejudiciais às pessoas;
- contribui para a apreciação estética do ambiente.

3 - Utilização de produtos com tecnologias mais eficientes em iluminação

A utilização de produtos mais eficientes de conservação de energia elétrica em iluminação implica fundamentalmente na substituição de lâmpadas mista e vapor de mercúrio por lâmpadas de menor potência e maior eficiência luminosa, como por exemplo as lâmpadas fluorescentes compactas (LFC), as de vapor de sódio e atualmente com tecnologia LED.

Com o panorama atual da crise energética brasileira, acentuou-se o incentivo a utilização de lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) em residências, estabelecimentos comerciais e administrativos. Dentro desse item, destacam-se também a utilização de reatores eletrônicos e luminárias reflexivas.

O gráfico da Figura 3.1 mostra a eficiência de vários tipos de lâmpadas.

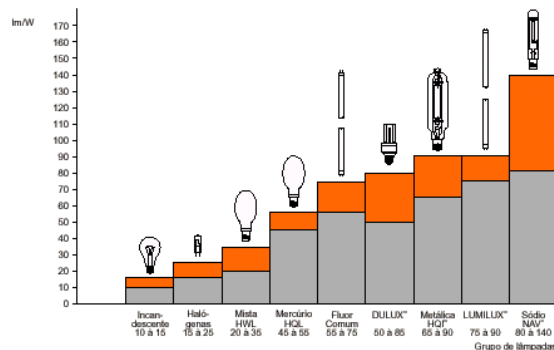


Eficiência Energética: Símbolo: η_w (ou K, conforme IES). Unidade: lm/W (lúmen/watt)

Figura 3.1: Eficiência energética das lâmpadas

As lâmpadas se diferenciam entre si não só pelos diferentes fluxos luminosos que elas irradiam, mas também pelas diferentes potências que consomem. Para poder compará-las, é necessário que se saiba quantos lúmens são gerados por *watt* absorvido.

A essa grandeza dá-se o nome de Eficiência Energética (antigo “Rendimento Luminoso”) (OSRAM, 2013), mostrado na Figura 3.2.



Fonte: OSRAM/2001

Figura 3.2: Eficiência energética (lm/W)

4 - Substituição do sistema de iluminação por tecnologias mais eficientes

Atualmente o termo *retrofitting* é bastante utilizado, que implica na utilização dos conceitos de conservação de energia em sistema de iluminação, através de utilização de equipamentos com tecnologias mais eficientes, de modo a melhorar a eficiência energética de um sistema. Assim sendo, uma correta análise das alternativas e da avaliação dos investimentos se torna necessária para a execução do *retrofitting*.

Sabe-se que várias considerações devem ser feitas para que se consiga determinar com o menor erro possível o valor presente e/ou o tempo de retorno do investimento em análise.

Dentre estas estimativas, citam-se a vida útil de lâmpadas e reatores, implicando em um maior ou menor custo de manutenção no período considerado; o período de funcionamento do sistema em análise, implicando num aumento ou diminuição do custo de energia elétrica alternativa.

Outros fatores também podem ser relevantes, tais como a variação do custo da energia (demanda e consumo na ponta e fora de ponta), variação no preço das lâmpadas e reatores a serem substituídos e seus respectivos custos de troca.

Em muitas ocasiões, realizar um *retrofitting* em sistemas de iluminação é importante do ponto de vista da conservação de energia e também para a melhoria da qualidade do ambiente no qual o sistema participa.



5 – Considerações finais

Como primeiro passo para definir a conveniência da realização de um *retrofitting*, visando dotar a instituição de um sistema de iluminação elétrica mais eficiente sob o ponto de vista de consumo de energia e qualidade de iluminação, faz-se necessário conhecer detalhadamente a composição e o desempenho atual do sistema de iluminação existente.

Para isto deve ser realizada uma auditoria do sistema, que constitui no levantamento nas plantas existentes e diretamente nos locais Instituição, dos diversos equipamentos de iluminação utilizados e suas características elétricas e luminotécnicas.

Deve-se verificar toda a parte de iluminação incluindo potência da lâmpada, quantificação das lâmpadas, fator de demanda e utilização, cálculo de consumo e demanda respectiva, e finalmente o valor atribuído à energia total gasta no mês pelo respectivo setor.

A partir do levantamento é possível uma melhoria através da substituição total ou parcial dos equipamentos atuais utilizados por outros mais eficientes.

Referências Bibliográficas

EPE, **Balanco Energético Nacional**. 2013. Acesso em: 10 out. 2013. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2013_Web.pdf>

FRÓES DA SILVA, LOURENÇO LUSTOSA **Iluminação Pública no Brasil: Aspectos Energéticos e Institucionais**. 2006. Acesso em: 9 nov. 2013. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/Ilfroes.pdf>>

KOZLOFF, K.; COWART, R.; JANNUZZI, G. DE M.; MIELNIK, O. , 2001 – *Energia: Recomendações para uma Estratégia Nacional de Combate ao Desperdício* – USAID, Campinas, 193p.

LINS, M.P.E. e A.C.M. SILVA; Conditional Demand Analysis for Estimating Regional Variation in Appliance Specific Electricity Consumption for Brazilian Household Sector. In Proceedings of the 1996 European-Latin American Forum on Energy Research, 1996.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

POOLE, D.C. e GELLER, H.; The Emerging ESCO Industry in Brazil Washington, D.C.: American Council for an Energy-Efficient Economy- ACEEE, 1997.

OSRAM do Brasil; Manual Luminotécnico Prático, <http://osram.com.br>, 2013.

PROCEL/Elektrobras, 2012. Acesso em 02/11/2013 Disponível em
<http://www.elektrobras.com/elb/procel/main.asp>

SCHULZ, W. **Iluminação Pública**. 2011. Acesso em: 2 nov. 2013. Disponível em:
<<http://creajrpr.files.wordpress.com/2010/11/iluminac3a7c3a3o-pc3bablica.pdf>>