

DESENVOLVIMENTO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO BRASIL

PUBLICADO NA REVISTA

“O SETOR ELÉTRICO”

www.osetoreletrico.com.br

Capítulo I – As Origens da Iluminação Pública no Brasil

Capítulo II – Vias Públicas

Capítulo III – Componentes de Iluminação Pública – parte 1

Capítulo IV – Componentes de Iluminação Pública – parte 2

Capítulo V – Avaliação da Conformidade em Iluminação Pública

Capítulo VI – Projeto em Iluminação Pública

Capítulo VII – Projetos de Eficiência Energética em I P (software)

Capítulo VIII – Avaliação de Projetos de Eficiência Energética em I P

Capítulo IX – Sistemas de Gestão de I P

Capítulo X – Estudo de Caso

Engenheiro Eletricista Luciano Haas Rosito

Capítulo 1

As origens da iluminação pública no Brasil

Por Luciano Haas Rosito*

Fundamental para a vida moderna, a iluminação pública é também uma peça importante para o combate ao crime e para o desenvolvimento das cidades. O tema será foco de dez artigos a serem publicados neste fascículo. A série de artigos deve envolver os seguintes tópicos e suas vertentes:

- 1 – Origem da iluminação pública
- 2 – Vias públicas
- 3 – Componentes da iluminação pública (Parte 1)
- 4 – Componentes da iluminação pública (Parte 2)
- 5 – Avaliação da conformidade em iluminação pública
- 6 – Projeto em iluminação pública
- 7 – Softwares
- 8 – Projetos de eficiência energética
- 9 – Sistemas de gestão da iluminação pública
- 10 – Estudo de caso

Os temas mencionados serão esmiuçados e deverão incorporar outros assuntos, como regulamentação e normalização, tarifas, disposição de lâmpadas, luminárias e outros equipamentos, métodos de projetos e cálculos, entre outras matérias. Vale lembrar que o cronograma anterior pode sofrer alterações pelo autor.

Origens

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. Nos povos antigos, já havia indícios de uso da iluminação artificial por meio da utilização de óleo. Séculos mais tarde, o óleo de baleia passou a ser empregado em diversos países.

A iluminação pública tem como provável origem a Inglaterra no ano de 1415, quando comerciantes solicitaram alguma providência para combater o crime.

As lâmpadas a gás então passaram a ser utilizadas em larga escala durante o século XIX e início do século XX, quando foram substituídas pelas lâmpadas elétricas.

No Brasil, os primórdios da iluminação pública nos remetem ao século XVIII, quando foram instaladas cerca de 100 luminárias a óleo de azeite pelos postes da cidade do Rio de Janeiro, em 1794. Em Porto Alegre, há registro fotográfico dos acendedores de lampiões no início do século XX.



Acendedores de lampião, 1900–1910, Porto Alegre (fotografia, 18 X 24 cm – Acervo Museu Afro Brasil)

Ainda em Porto Alegre, no ano de 1874, com a inauguração da usina do gasômetro, a Praça da Matriz recebeu postes de iluminação pública a gás no entorno do chafariz central.



Então, em 1887, uma usina elétrica começa a operar em Porto Alegre, dando origem ao primeiro serviço municipal de iluminação elétrica. Essa evolução passa a ganhar outras cidades.

Com a utilização da luz elétrica, a iluminação pública começa a viver uma nova era. Da mesma forma, a utilização das lâmpadas de descarga e a melhoria da eficiência dos equipamentos de iluminação propiciaram um salto nos níveis de iluminação.

No início do século XX, intensifica-se a evolução da geração de energia no Brasil, contribuindo para a evolução da iluminação pública. Cidades como o Rio de Janeiro apresentavam uma evolução de dez mil pontos por década na primeira metade do século XX. Este acréscimo ainda foi intensificado a partir dos anos 1960 quando se inicia a utilização em larga escala das lâmpadas de descarga.



Iluminação de destaque em passagem de nível na Avenida III Perimetral (Porto Alegre/RS)



Exemplo de iluminação pública eficiente, aplicada na Avenida III Perimetral, em Porto Alegre (RS)

Dos primórdios das antigas lanternas a óleo até a eminência dos Leds, o desenvolvimento da humanidade se confunde com a evolução da iluminação. A invenção da lâmpada elétrica implicou um grande salto para o mundo da iluminação.

Partindo da incandescente, passando pelas lâmpadas a vapor de mercúrio, a vapor de sódio, a multivapores metálicos, pelas lâmpadas de indução e chegando aos Leds, percebe-se uma transformação radical nos conceitos de iluminação da mesma forma que as transformações da sociedade ditaram mudanças no modo de vida e na organização social.

A iluminação pública tem papel fundamental na melhoria da qualidade de vida da população, na ocupação de espaços públicos

com atividades lícitas à noite, na imagem da cidade, no incremento do comércio e no turismo. É impossível, hoje em dia, imaginar uma cidade de pequeno, médio ou grande porte sem iluminação pública. Aquelas cidades que ainda possuem iluminação inadequada ou ineficiente já têm a consciência dos benefícios que a melhoria do sistema de iluminação pode trazer.

Conceitos

“Iluminação pública é o serviço que tem o objetivo de prover luz ou claridade artificial aos logradouros públicos no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais, incluindo locais que demandem iluminação permanente no período diurno”.

Tal definição é bastante simplificada pela importância que assumiu a iluminação pública nos dias de hoje. “Prover luz” pode ser entendido como iluminar adequadamente e criteriosamente cada logradouro público de acordo com sua especificidade de ocupação, trânsito e importância; uma iluminação que atenda às normas técnicas vigentes e, além disso, dê sensação de segurança e conforto aos usuários do local.

Departamentos de Iluminação Pública

A partir da metade do século XX, com o crescimento das cidades, o aumento das instalações de iluminação pública e da necessidade de gerenciamento e manutenção intensificou a criação de departamentos e divisões de iluminação pública, que eram geridos pelas prefeituras ou por setores dentro das concessionárias de energia elétrica, responsáveis pela organização do setor, implantação de técnicas e aplicação das tecnologias disponíveis. Desde 1988, a Constituição Brasileira define a iluminação pública como serviço público de interesse local, sendo responsabilidade do município gerir ou delegar a terceiros a gestão desse sistema.

Atualmente, sabe-se que a iluminação pública não deve ser tratada separadamente da instalação dos equipamentos, da compra do material, da manutenção do sistema e que não se resume apenas em troca de lâmpadas e cadastramento dos pontos instalados. É fundamental que haja a gestão integrada do sistema, que leve em conta a utilização de um sistema de gestão informatizado e que se empregue um modelo de gerenciamento com critérios de qualidade (este ponto será tratado com mais detalhes nos próximos capítulos).

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.

Independentemente do modelo adotado, a responsabilidade pela iluminação é do município e deve ser tratada de forma técnica, profissional e sistematizada, pois os recursos utilizados

têm origem nos impostos e nas contribuições que são pagos por toda a população. Em última análise, 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.

Luz e visão: tipos de luz

- Luz solar – Radiação em todo espectro eletromagnético com pico de intensidade em torno de 500 nm.
- Luz artificial – Produzida pelo homem, por exemplo, por meio da utilização da energia elétrica e de dispositivos como lâmpadas com diferentes tecnologias.
- Luz visível – Situada na faixa de 380 nm a 780 nm, a luz visível atua diretamente na visão de acordo com a curva de sensibilidade do olho humano.

Para que ocorra a visão, é necessário que a luz transmita ao cérebro as informações recebidas com os comprimentos dentro da faixa visível do olho humano. A visão é diretamente dependente da luz e dos contrastes.

Dualidade onda partícula

É comum associar a luz a uma onda eletromagnética, a uma radiação visível, entretanto, existe um comportamento dual da luz, que, em determinadas situações comporta-se como radiação e em determinadas situações como partícula. Se não houvesse o comportamento de partícula não seria possível explicar o efeito fotoelétrico que justifica o princípio de funcionamento de diversos dispositivos.

Os dois aspectos da luz (onda e partícula) dão a ela a propriedade de uma natureza dual, ou seja, a dualidade onda-partícula. Este efeito é explicado pela física quântica.

Regulamentação

DNAEE

O Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) foi o órgão regulador e fiscalizador dos serviços de energia elétrica até a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). As Portarias do DNAEE 158/1989 e 466/1997, que regulamentavam o fornecimento de energia elétrica para iluminação pública, ficaram vigentes até a publicação da resolução 456 da Aneel, que trouxe diversas modificações.

Resolução 456

Aspectos mais comuns, como a definição do ponto de entrega, até a quantidade de horas cobradas diariamente estão descritos nesta resolução. A iluminação pública está enquadrada no subgrupo B4 desta resolução. Confira, a seguir, alguns tópicos da resolução 456 que devem ser observados quanto a iluminação pública:

Contratos e tarifas (B4a e B4b)

A tarifação de iluminação pública, bem como tudo que diz

respeito ao contrato de fornecimento de energia elétrica para iluminação pública, pode ser encontrada na resolução 456/2000 da Aneel – que, atualmente, encontra-se em fase final de revisão.

Ponto de entrega

- conexão da rede de distribuição da concessionária com as instalações elétricas de iluminação pública, quando estas pertencerem ao Poder Público;
- bulbo da lâmpada, quando as instalações destinadas à iluminação pública pertencerem à concessionária.



Tarifas de iluminação pública

Aplicação

“Fornecimento para iluminação de ruas, praças, avenidas, túneis, passagens subterrâneas, jardins, vias, estradas, passarelas, abrigos de usuários de transportes coletivos e outros logradouros de domínio público, de uso comum e livre acesso, de responsabilidade de pessoa jurídica de direito público ou por esta delegada mediante concessão ou autorização, incluído o fornecimento destinado à iluminação de monumentos, fachadas, fontes luminosas e obras de arte de valor histórico, cultural ou ambiental, localizadas em áreas públicas e definidas por meio de legislação específica, excluído o fornecimento de energia elétrica que tenha por objetivo qualquer forma de propaganda ou publicidade.”

O conhecimento deste conceito é fundamental para o correto projeto, enquadramento tarifário e responsabilidade sobre o sistema.

Contrato

Diz a resolução que deverá ser firmado contrato tendo por objeto ajustar as condições de prestação do serviço, e que, além das cláusulas referidas no artigo 23, deve também disciplinar as seguintes condições:

I – propriedade das instalações, forma e condições para prestação dos serviços de operação e manutenção, procedimentos para alteração de carga e cadastro, procedimentos para revisão dos consumos de energia elétrica ativa vinculados à utilização de equipamentos automáticos de controle de carga, tarifas e impostos aplicáveis; condições de faturamento, incluindo critérios para contemplar falhas no funcionamento do sistema; condições de faturamento das perdas referidas, condições e procedimentos para o uso de postes e da rede de distribuição; datas de leitura dos medidores, quando houver, de apresentação e de vencimento das faturas.

Há contratos padrão, elaborados por associações, consultores, entre outros, que devem ser cuidadosamente analisados para que haja um equilíbrio entre as partes e sejam obedecidos os requisitos estabelecidos na resolução.

Medição

A concessionária não é obrigada a instalar equipamentos de medição quando o fornecimento for destinado para iluminação pública, semáforos ou assemelhados. Entretanto, no caso de fornecimento destinado para iluminação pública, efetuado a partir de circuito exclusivo, a concessionária deverá instalar os respectivos equipamentos de medição sempre que julgar necessário ou quando solicitados pelo consumidor. Poucas prefeituras se valem deste artigo da resolução e, certamente, a sua aplicação tomaria mais justo e real o valor cobrado pela energia.

Faturamento

“Para fins de faturamento de energia elétrica destinada à iluminação pública ou de vias internas de condomínios fechados, será de 360 o número de horas a ser considerado como tempo de consumo mensal, ressalvado o caso de logradouros públicos que necessitem de iluminação permanente, em que o tempo será de 24 horas por dia do período de fornecimento”.

Ainda há um ponto que gera muitas dúvidas e controvérsias que diz respeito à quantidade de horas a ser tarifada na iluminação pública. Diz a resolução que “a concessionária deverá ajustar com o consumidor o número de horas mensais para fins de faturamento quando, por meio de estudos realizados pelas partes, for constatado um número de horas diferente do estabelecido neste artigo”. Mas qual o número correto de horas a ser tarifado a cada dia? Temos influência de diversos fatores como arborização, qualidade do relé fotoelétrico, podendo variar o nível de acionamento ao longo do tempo, características climáticas, entre outros. Busca-se a forma mais justa de cobrança e o acionamento correto da iluminação somente quando é necessária.

Prega a resolução que “o cálculo da energia consumida pelos equipamentos auxiliares de iluminação pública deverá ser fixado com base em critérios das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em dados do fabricante dos equipamentos ou em ensaios realizados em laboratórios credenciados, devendo as condições pactuadas constarem do contrato”, ou seja, o responsável pela iluminação pública que utilizar equipamentos mais eficientes, com perdas elétricas menores, terá seu custo com energia elétrica tanto menor quanto for sua eficiência e preocupação com a redução das perdas.

A resolução estabelece que “caso sejam instalados equipamentos automáticos de controle de carga, que reduzam o consumo de energia elétrica do sistema de iluminação pública, a concessionária deverá proceder a revisão da estimativa de consumo e considerar a redução proporcionada por tais equipamentos”. Esta é uma grande oportunidade da aplicação de equipamentos de redução de consumo de energia em determinados horários de redução de fluxo de veículos e pedestres e pouco utilizada no Brasil devido a problemas com a manutenção da sensação de segurança da população.

Outras especificidades

“A responsabilidade pelos serviços de elaboração de projeto, implantação, expansão, operação e manutenção das instalações de iluminação pública é de pessoa jurídica de direito público ou por esta delegada mediante concessão ou autorização, podendo a concessionária prestar esses serviços mediante celebração de contrato específico para tal fim, ficando o consumidor responsável pelas despesas”.

“Parágrafo único. Quando o sistema de iluminação pública for de propriedade da concessionária, esta será responsável pela execução e custeio dos respectivos serviços de operação e manutenção”.

A diferença entre o valor das tarifas B4a e B4b fica em torno de 9%, ou seja, com essa diferença percentual, a concessionária deve alocar recursos para prestação de serviços de iluminação pública às prefeituras. De acordo com o Art. 115, “nos casos em que o Poder Público necessite acessar o sistema elétrico de distribuição, para a realização de serviços de operação e manutenção das instalações de iluminação pública, deverão ser observados os procedimentos de rede da concessionária local”.

Mais uma vez, é necessária a troca de informações e o estabelecimento de uma boa relação entre a concessionária e a prefeitura por meio de seus representantes. A elaboração e a validação de um manual de procedimentos para instalação e manutenção da iluminação pública pode ser o instrumento a

ser utilizado e seguido pela prefeitura ou empresas que para ela prestem serviços.

Resolução Aneel 505

Esta resolução estabelece as disposições relativas à conformidade dos níveis de tensão de energia elétrica em regime permanente. É aplicável a aspectos dos níveis de tensão mínimos e máximos admissíveis e deve ser levada em conta para projeto e especificação de materiais de iluminação pública.

São ainda estabelecidos nesta resolução a classificação da tensão de atendimento, os indicadores individuais de tensão, os registros de medições, os prazos para regularização dos níveis de tensão, entre outros aspectos.

A confiabilidade do sistema de iluminação está diretamente ligada às condições de fornecimento de energia elétrica e aos corretos níveis de tensão. A qualidade da energia elétrica fornecida e a interferência que os equipamentos de iluminação pública podem ocasionar estão, cada vez mais, sendo discutidos e as normas e os regulamentos devem levar esses pontos em consideração.

** LUCIANO HAAS ROSITO é engenheiro eletricista, coordenador do Centro de Excelência em Iluminação Pública da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (CEIP-PUC/RS) e da área de iluminação dos Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica, Calibração e Ensaio (Labelo/PUC-RS).*

Capítulo II

Vias públicas

Por Luciano Haas Rosito*

A NBR 5101 – Iluminação Pública é a norma brasileira utilizada para determinar os parâmetros mínimos a serem considerados em um projeto de iluminação pública e na sua verificação em campo após a instalação. Esta norma tem por base documentos da IESNA (Illuminating Engineering Society), normas americanas e teve a sua última atualização em 1992 quando ainda predominava a tecnologia das lâmpadas a vapor de mercúrio.

Neste período houve a difusão da lâmpada a vapor de sódio, a melhoria dos índices dessa lâmpada, a criação do programa RELUZ – que vem modificando e tornando eficiente grande parte das cidades do Brasil – e a evolução da normalização em outros países. Com a atual NBR 5101, ficamos parados 16 anos no que diz respeito ao nível de desenvolvimento de projetos de iluminação pública, utilizando uma norma que está em processo de revisão há pelo menos dez anos sem chegar a sua efetiva publicação. Atualmente, desde setembro de 2008, com a mais recente reativação das comissões de estudo, entre elas a CE 03.034.04 que trata desta norma, temos novamente a oportunidade de revisar e publicar uma norma atualizada de acordo o Código de Trânsito Brasileiro, com conceitos técnicos utilizando os critérios de luminância, conceitos de qualidade na iluminação que evitem o ofuscamento e a poluição luminosa e sejam relevantes para a melhoria da iluminação com eficiência e segurança no trânsito de veículos e pedestres.

Classificação de vias

De acordo com a norma, as vias são classificadas como arteriais, coletoras, especiais, de ligação, locais, normais principais, rurais, secundárias e urbanas. Esta classificação tem origem nas práticas recomendadas pela IESNA por meio da RP-8 – Roadway Lighting. Pelo código de trânsito, as vias são classificadas como:

I. Vias urbanas

- a) via de trânsito rápido
- b) via arterial
- c) via coletora
- d) via local

II. Vias rurais

- a) rodovias
- b) estradas

Ainda, o Código de Trânsito Brasileiro estabelece a velocidade máxima permitida para cada tipo de via, de acordo com as características técnicas e condições de trânsito:

I. Nas vias urbanas:

- a) oitenta quilômetros por hora, nas vias de trânsito rápido;
- b) sessenta quilômetros por hora, nas vias arteriais;
- c) quarenta quilômetros por hora, nas vias coletoras;
- d) trinta quilômetros por hora, nas vias locais.

II. Nas vias rurais:

- a) nas rodovias:
 - 1) cento e dez quilômetros por hora para automóveis e camionetas;
 - 2) noventa quilômetros por hora, para ônibus e microônibus;
 - 3) oitenta quilômetros por hora, para os demais veículos;
- b) nas estradas, sessenta quilômetros por hora.

Com essas características de vias do atual código nacional de trânsito, é possível readequar a Norma NBR 5101 à classificação vigente e estabelecer os critérios de qualidade mínimos de iluminação para garantir a segurança no trânsito.

Alternativas de disposição das luminárias

A disposição unilateral é normalmente utilizada em grande parte das instalações devido à condição dos postes da concessionária. Para projetos novos, que prevêem a instalação de postes próprios para IP, esse tipo de configuração é recomendado para larguras de vias menor ou igual à altura de instalação das luminárias. O tipo de braço utilizado, bem como o ângulo de saída do braço, deve ser cuidadosamente estudado, não sendo recomendada a utilização de braços com ângulo de saída superior a 10° .



A disposição bilateral alternada é indicada quando a largura da pista for superior a 1,0 vez a altura de instalação das luminárias e inferior a 1,6 vez. Com esta configuração, consegue-se um espaçamento e distribuição com quantidade menor de postes. Não é comum encontrar esse tipo de instalação e há que se ter cuidado redobrado com a distribuição fotométrica da luminária no que diz respeito à classificação lateral (tipos I, II, III e IV) ou teremos zonas de sombra no centro do vão. Da mesma forma, o ângulo do braço não deve ser utilizado como forma de compensar deficiências ou características fotométricas da luminária, pois terá influência direta na mudança da classificação da luminária, iluminância e uniformidade no trecho.



A disposição bilateral frente a frente é indicada quando a largura da pista for superior a 1,6 vez a altura de instalação das luminárias. Com maior utilização na vias, é encontrada em viadutos, pistas rápidas etc. O ponto crítico desta instalação é o lado do passeio no centro do vão entre os postes, normalmente quando é utilizado ângulo de 10° ou superior na saída dos braços. Também é bastante comum encontramos o efeito “zebrado” neste tipo de instalação, devido a distribuição fotométrica inadequada da luminária.



Disposição bilateral frente a frente – Utilização dos postes da concessionária

A disposição em canteiro central (poste único) é empregada quando a largura da pista é maior do que 1,6 vez a altura de instalação das luminárias e a largura do canteiro central não

ultrapassa seis metros. Este tipo de configuração é amplamente utilizado em diversas avenidas. Tem como vantagens a maior flexibilidade na escolha da altura de instalação, pois neste espaço normalmente não há obstáculos, somente a interferência de árvores. Normalmente são utilizados núcleos para topo de poste, que poderão ter diferentes tipos de pretensão e formatos, devendo ser avaliado o mais adequado de acordo com o tipo de via.



Disposição em canteiro central – Utilização dos postes próprios e exclusivos para iluminação pública

A disposição em canteiro central (postes distribuídos) é utilizada quando o canteiro central tem largura superior a seis metros. De pouca a média utilização no Brasil devido à configuração das vias é uma alternativa mais

para a maior utilização de postes, mas necessária para garantia da correta iluminação da pista e não do canteiro central. A distribuição fotométrica mais adequada para esse tipo de configuração é a que direcione a luz “para frente”, pois, caso contrário, corre-se o risco de ter uma melhor iluminação no canteiro central, devido à contribuição dos postes dos dois lados, do que ao longo da via, onde realmente deseja-se iluminar.



Canteiro central com postes distribuídos

Outras alternativas

Iluminação diferenciada – Em certos locais e trechos específicos, é possível criar novos tipos de postes, formatos de braços de sustentação ou de arranjos em topo de poste. A inclusão destes elementos diferenciados na iluminação pública é fator importante para a caracterização de um tipo de

via bem como da sua utilização. Na foto a seguir, podemos observar uma luminária instalada a uma altura de dez metros voltada para a via, utilizando uma lâmpada a vapor de sódio de alta pressão e outra luminária voltada para a pista de caminhada e área verde, instalada a uma altura de 8 metros, utilizando uma lâmpada a vapor metálico para a valorização das cores e o reconhecimento das pessoas que circulam pelo local à noite.



Iluminação diferenciada – uso de poste específico para a aplicação

Iluminação utilizando a fachada de prédios – Bastante comum em áreas centrais de cidades européias, é a alternativa utilizada em que não é possível a instalação de postes destinados a iluminação pública. Há que se levar em conta a luz indesejada que invadirá o interior das residências. Fato que pode ser minimizado de acordo com a distribuição fotométrica da luminária.

Iluminação ornamental e decorativa

Utilizada a iluminação ornamental e decorativa como forma de criação de ambientes para melhoria das condições de áreas das cidades, tornando-as mais agradáveis durante o dia e a noite. Muito se tem pesquisado sobre a aplicação de luminárias com iluminação direta ou indireta que não cause desconforto visual aos motoristas, mas principalmente aos pedestres que circulam pelos centros urbanos, praças e calçadões das cidades.

A iluminação decorativa tem principalmente a função de criar o ambiente de convivência e circulação das pessoas, da identificação facial e reconhecimento de pessoas. Estas fontes de luz noturnas também têm a função de elementos do espaço urbano durante o dia, ocupando um espaço altamente disputado fisicamente e visualmente neste período diurno.

Além da iluminação decorativa tradicional com fontes de luz com variações dos modelos antigos tipo colonial, ou em forma de cone invertido, “chapéus” das mais diversas formas, há uma tendência de miniaturização dessas fontes de luz, integrando-se ao ambiente em que estão inseridas.

A sensibilidade e o conhecimento técnico do projetista determinam a forma e a funcionalidade de cada cenário a ser iluminado, que, além de uma fonte de luz adequada e eficiente, com baixa poluição luminosa, deverá compor com os demais elementos um espaço seguro à noite e agradável durante o dia.



Iluminação decorativa utilizada em via pública



Iluminação de praças, parques e áreas verdes

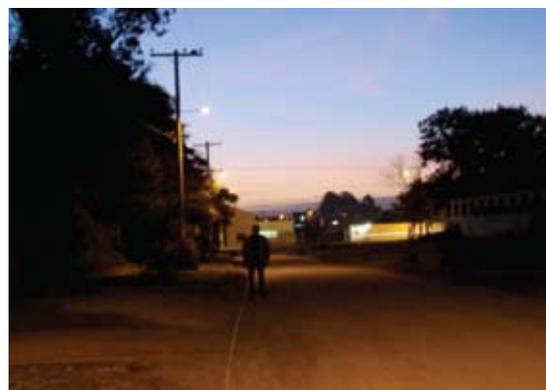


Praça à noite com iluminação ornamental

Contrastes negativo e positivo

Para áreas de pedestres, tão importante quanto a iluminância medida no piso – considerada o plano de trabalho em iluminação pública – deve ser avaliada a questão do reconhecimento facial das pessoas.

Para a segurança e possível reação a determinadas situações, é preciso um sistema de iluminação que permita o reconhecimento facial. Em vias com maior volume de tráfego de veículos e pedestres, essa questão deve estar presente na mente dos projetistas, a fim de dar condições aos motoristas a identificar adequadamente os pedestres bem como prever a reação a determinadas situações.



Exemplo de contraste negativo – Não é possível a identificação de pessoas e reconhecimento facial

Poluição luminosa

Assim como a poluição industrial, a poluição sonora, a poluição visual, entre outros tipos, a poluição luminosa tornou-se um problema principalmente em grandes cidades. A poluição luminosa pode ser definida como qualquer efeito adverso causado ao meio ambiente e aos seres humanos pela luz artificial excessiva ou mal direcionada.

A instalação de luminárias inadequadas, a elaboração de projetos que não levam em conta a quantidade de luz jogada ao hemisfério superior, o aumento da potência e da quantidade de lâmpadas para iluminação de um espaço que não necessitaria de uma quantidade elevada de luz, entre outros fatores, acabam agravando este problema.

A partir da melhoria da eficiência dos equipamentos de iluminação pública, a problemática da poluição luminosa tornou-se outro ponto de possíveis melhoras nos projetos de equipamento, principalmente luminárias eficientes não somente no aproveitamento da luz, mas na distribuição da iluminação onde realmente é desejada.

Conclusões

É preciso que, além das disposições e das configurações de iluminação pública citadas anteriormente, o projetista esteja disposto a ousar novas alternativas economicamente viáveis e eficientes. A iluminação em dois níveis, os diferentes formatos e disposições de luminárias em núcleos de topo de poste, braços com formatos diferente dos convencionais com ganho na área a ser iluminada são exemplos de que a iluminação pública pode ser diferenciada e há margem para a criatividade.

O grande desafio ao projetista de iluminação pública é adequar o projeto luminotécnico às instalações de postes existentes e as distribuições fotométricas das luminárias disponíveis no mercado. Utilizando um vão médio de 40 metros entre postes, muitas vezes, com a altura de montagem limitada pela arborização ou mesmo pela ocupação do poste, o rendimento e a classificação luminotécnica devem ser cuidadosamente avaliados, não devendo os fatores negativos encarados como barreiras intransponíveis para atingir os níveis de iluminação desejados e adequados para oferecer segurança no trânsito de veículos e circulação de pedestres.

* **LUCIANO HAAS ROSITO** é engenheiro electricista, coordenador do Centro de Excelência em Iluminação Pública da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (CEIP-PUC/RS) e da área de iluminação dos Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica, Calibração e Ensaios (Labelo/PUC-RS).

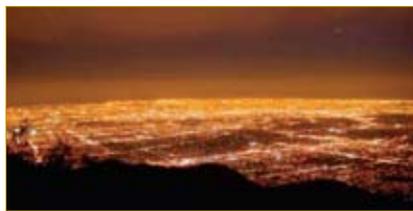


Foto : Marcos Colombo / PUCRS

Poluição luminosa em grandes cidades – inconveniente aos observatórios astronômicos



Conceito antigo – poluição luminosa



Capítulo III

Componentes da iluminação pública

Por Luciano Haas Rosito*

Cerca de 80% do custo inicial total de um projeto de eficiência energética, em que os equipamentos instalados são substituídos por outros mais eficientes, refere-se à compra dos materiais. Anualmente, as prefeituras e as concessionárias investem quantias expressivas na aquisição de materiais para implantação de novos pontos ou reposição devido a avarias, queima ou até vandalismo.

Estima-se, entretanto, que, ao longo da vida de uma instalação de iluminação pública, o valor dos materiais represente somente 15% do valor total dos gastos. O restante vem da soma do consumo de energia elétrica e de manutenções no sistema. É preciso ter presente esta equação do quanto pode representar um material menos eficiente ao longo de sua vida e o que isto representará em valores. O valor de implantação de um projeto deve ser visto somente como o custo inicial e os bons investimentos em materiais com maior tecnologia agregada podem ter taxas de retorno bastante atraentes. Neste capítulo, abordaremos as características das lâmpadas e luminárias utilizadas na iluminação pública.

Luminárias públicas

As luminárias, inicialmente concebidas para abrigar a lâmpada das intempéries e evitar o direcionamento da luz para o céu, tornaram-se um dos mais importantes elementos do sistema de iluminação pública eficiente.

Conceito obsoleto



- Luminária fechada, corpo-refletor com equipamento incorporado ou aberta com equipamento externo;
- Padronização de acordo com dimensões;
- Rendimento luminotécnico (entre 40% e 55%);
- Vidro boro-silicato causando dispersão da luz gerando poluição luminosa;
- Rápida depreciação;
- Luminária aberta sem proteção;
- Em desacordo com as normas atuais.

Conceito eficiente



- Padronização de acordo com a segurança, eficiência e durabilidade;
- Luminária fechada, corpo em liga de alumínio;
- Refletor em alumínio de alta pureza e equipamento auxiliar incorporado;
- Rendimento luminotécnico médio (entre 75% e 80%);
- Distribuição fotométrica eficiente;
- Vidro plano/curvo/poli curvo temperado ou policarbonato anti-vandalismo;
- Vedação (grau de proteção IP 65 ou superior);
- Resistência mecânica;
- Resistência à intempérie;
- Segurança elétrica;
- Conformidade com a ABNT NBR IEC 60598 e ABNT NBR 15129.

De simples proteção à lâmpada a elemento fundamental do sistema de iluminação pública, as luminárias vêm em um processo de evolução,

principalmente nos últimos dez anos no Brasil. A publicação da ABNT NBR 15129, em 2004, foi decisiva tanto para a melhoria deste produto como para a aplicação de materiais de melhor qualidade nos projetos de eficiência energética em iluminação pública.

Atualmente, esta norma está em processo de revisão, devendo estabelecer novos critérios técnicos para a construção das luminárias e incorporar as tecnologias existentes atualmente, sendo assim um ótimo instrumento para a garantia da qualidade, segurança e eficiência do produto. Além disso, estamos na fase de elaboração de um regulamento de avaliação da conformidade para luminárias utilizadas em iluminação pública para o programa de etiquetagem. Em breve deveremos ter luminárias com o selo Procel/Inmetro.

Principais características construtivas das luminárias

Marcação – Informações mínimas que devem estar marcadas nas luminárias e em qual situação deve estar visível. Exemplos: potência, tensão, frequência nominal, tipo de lâmpada, grau de proteção, data de fabricação, etc.

Resistência a poeira e a umidade (grau de proteção) – Vedação das partes da luminária contra o ingresso de objetos sólidos/poeira (primeiro numeral característico) e água (segundo numeral característico). Atualmente, tem como requisito grau de proteção mínimo IP 55 para o conjunto ótico e IP 33 para o compartimento de equipamentos auxiliares, ou seja, não se permite mais a utilização de luminárias abertas ou com baixo grau de proteção. Na revisão da

NBR 15129, estão sendo sugeridas mudanças para que estes índices aumentem para IP 65 e IP 44. A manutenção do grau de proteção ao longo do tempo de utilização da luminária é um dos fatores que irá garantir eficiência e durabilidade dos equipamentos.



**Câmara de poeira
para ensaio de IP**

**Arco oscilante para
ensaio de IP (água)**

Proteção contra choque elétrico – As partes vivas das luminárias não devem ser acessíveis em seu uso normal. Os ensaios são realizados considerando um “dedo padrão” para verificação da segurança e um circuito com um gabarito de testes.

Porta-lâmpadas – Devem atender na íntegra a NBR IEC 60238, sendo testadas suas características mecânicas, elétricas e de segurança.

Resistência a vibração – A luminária, após o ensaio de vibração em que são simuladas as vibrações ocorridas em campo, não deve apresentar nenhum afrouxamento de componente que possa comprometer a segurança.

Resistência mecânica – As luminárias devem possuir resistência

mecânica adequada e serem construídas de modo a suportar o manuseio severo que é esperado ocorrer em uso normal. Luminárias públicas são submetidas a ensaios de impactos.

Durabilidade – A luminária deve suportar um ciclo de chaveamento durante um período determinado com uma sobre tensão e uma temperatura 10 °C acima do máximo declarado, sem tornar-se insegura ou apresentar falha prematura.

Ensaio térmico – Nenhuma parte da luminária, incluindo a lâmpada, pode atingir uma temperatura que possa comprometer a segurança. São avaliadas as temperaturas em diversos pontos da luminária a fim de garantir esta condição. Este ensaio deve ser realizado em local apropriado em compartimento específico à prova de correntes de ar.

Há ainda outros ensaios, como passagens de fios, resistência a força do vento, fragmentação de vidro, etc.

Eficiência e características fotométricas

Além da importância dada à construção, requisitos de segurança, características elétricas, etc., também devem ser cuidadosamente avaliadas a eficiência e a distribuição luminosa da luminária. A qualidade da iluminação pública está diretamente ligada a estes itens. Muitas destas características fotométricas estão estabelecidas na NBR 5101 – Iluminação Pública, que atualmente encontra-se em processo de revisão.



Rendimento

Descrito como o percentual de luz que a luminária direciona para o ambiente em relação à luz gerada pela lâmpada. Vale ressaltar que, na iluminação pública, o rendimento efetivo considera somente a luz direcionada para o hemisfério inferior. Luminárias públicas atualmente consideradas eficientes têm rendimentos entre 75% e 85%.

Distribuição luminosa

Não basta somente um bom rendimento luminotécnico para uma luminária se a distribuição luminosa não é adequada para a aplicação desejada. A NBR 5101 estabelece as classificações das distribuições de intensidades luminosas de luminárias em relação às vias. São elas:

Distribuições longitudinais: curta, média e longa.

Distribuições laterais: tipo I, tipo II, tipo III e tipo IV.

Controle de distribuição acima do ângulo de intensidade máxima: limitada, sem ilimitada, não-limitada.

Outros conceitos de alcance, dispersão e controle são estabelecidos por publicações da CIE (Comissão Internacional de Iluminação).

Luminárias decorativas

As luminárias decorativas também devem seguir os mesmos preceitos estabelecidos nas normas técnicas citadas.

Conceito obsoleto

- Baixo rendimento no hemisfério inferior
- Poluição luminosa
- Sem compartimento
- Baixa durabilidade
- Perda do grau de proteção



Conceito eficiente

- Alto rendimento
- Diminuição da poluição luminosa
- Compartimento para equipamento auxiliar
- Alta durabilidade
- IP mantido ao longo da vida



Quando se fala de lâmpadas, temos uma infinidade de modelos e tecnologias de construção. As lâmpadas de descarga, em geral utilizadas em iluminação pública, geram luz por meio de um tubo com um gás ou vapor ionizado. Neste momento, não serão apresentados todos os tipos de lâmpadas e fontes de luz, mas sim os tipos normalmente utilizados ou que já estiveram presentes na iluminação pública, desde as menos eficientes até as mais eficientes:

Lâmpadas mistas

Lâmpada incandescente e mercúrio. Atualmente em **desuso**, essas lâmpadas possuem um filamento, um tubo de descarga, funcionando diretamente ligadas à rede sem necessidade da utilização de um reator. Neste tipo de lâmpada, o filamento desempenha a função do reator, limitando a corrente da lâmpada e, ao mesmo tempo, emitindo luz. Devido às suas características construtivas, está disponível apenas na tensão de 220 V. Em função de sua baixa eficiência (menor que 28 lm/W), não se torna viável quando comparada às demais lâmpadas de descarga. Possuem vida mediana em torno de 8.000 horas. Recomenda-se a substituição das lâmpadas mistas utilizadas em iluminação pública por lâmpadas a vapor de sódio. É possível a substituição de uma lâmpada mista de 500 W por uma lâmpada a vapor de sódio de 150 W.

Lâmpadas a vapor de mercúrio

Também considerada pouco eficiente, vem sendo gradativamente substituída pelas lâmpadas a vapor de sódio, vapor metálico ou outras fontes mais eficientes. Como em toda lâmpada de descarga, a luz é produzida pela descarga elétrica provocada por um gás, composto de mercúrio, argônio e outros gases. Seu funcionamento depende de um reator e apresenta

eficiência de até 55 lm/W. A luz produzida por essa lâmpada é branca, com um índice de reprodução de cores na faixa dos 55%. Foi amplamente utilizada para a iluminação de ruas e praças, pois valoriza suas características: o verde do gramado e das árvores.

Possui alta depreciação ao longo da vida, muitas vezes, permanecendo acesa emitindo um fluxo luminoso extremamente baixo comparado ao fluxo inicial. Normalmente utilizada em luminárias abertas ou fechadas que foram instaladas nas décadas de 1960, 1970 e 1980. Essas lâmpadas oferecem vida mediana em torno de 15.000 horas e eficiência entre 45 lm/W e 55 lm/W.

Lâmpadas a vapor de sódio a alta de pressão

Esta é a lâmpada considerada mais eficiente nos dias de hoje e vem sendo empregada em substituição às lâmpadas mistas e a vapor de mercúrio. A lâmpada a vapor de sódio emite uma luz amarelada e possui eficiência de até 140 lm/W (considerando apenas a eficiência da lâmpada, sem a perda do reator), com um índice de reprodução de cor na faixa dos 20%. Sua vida mediana oscila entre 16.000 a 32.000 horas, dependendo da potência e da tecnologia da lâmpada, o que a torna bastante adequada, principalmente, para iluminação pública e externa. Própria para iluminação de vias públicas, túneis, fachadas e estacionamentos.

Como sua cor tende muito para o amarelo, costuma deixar a vegetação com uma cor muito distorcida, dando a aparência de queimado. Para seu funcionamento, além do reator, é necessária a utilização de um ignitor que tem o objetivo de dar a partida na lâmpada. Devido à característica dos gases no interior do tubo de descarga, torna-se necessária uma elevada tensão, de até 4.500 V, para sua partida. O ignitor gera estes pulsos de alta tensão, devendo limitá-los somente no momento da partida, ficando inativo o resto do tempo.

Nota: Existem alguns tipos de lâmpadas chamadas de lâmpadas a vapor sódio que não necessitam de ignitor e utilizam os mesmos reatores das lâmpadas a vapor de mercúrio alta pressão, mas com eficiência e durabilidade menores. Esse tipo de lâmpada híbrida não deve ser confundido com a lâmpada a vapor de sódio que tem um melhor rendimento.

Lâmpadas a vapor metálico

Assim como as demais lâmpadas de descarga a alta pressão, a luz é produzida a partir da descarga elétrica em uma atmosfera contendo uma combinação de iodetos metálicos, produzindo uma luz extremamente branca e brilhante, com eficiência de até 100 lm/W.

Esta lâmpada reuniu algumas vantagens da lâmpada a vapor de sódio com outras da lâmpada a vapor de mercúrio, ganhando, ainda, a melhor reprodução de cor. Pode ser adequada para a iluminação tanto de uma praça quanto de uma loja.

Nos últimos anos, vem sendo muito difundida sua utilização em iluminação pública, visto que sua reprodução de cores é bastante superior à oferecida pela lâmpada a vapor de sódio, além da luz branca. Estudos indicam que em baixos níveis de iluminação como os utilizados em iluminação pública, o olho humano é mais sensível ao espectro dessa lâmpada. Sendo assim sua eficiência poderia superar a eficiência da lâmpada a vapor de sódio.

Assim como na lâmpada a vapor de sódio, é necessária uma elevada tensão para a partida da lâmpada, de até 4.500 V, sendo o ignitor o equipamento eletrônico responsável pela geração destes pulsos de alta tensão. Dentro dessa família de lâmpadas existem alguns modelos específicos que não necessitam do ignitor, pois dentro da própria lâmpada existe um dispositivo próprio para gerar estes pulsos. Possuem uma vida mediana em torno de 15.000 horas.

Podemos dividi-las basicamente em duas famílias, a saber:

Lâmpadas a vapor de metálico de alta potência

Indicadas para iluminação de grandes áreas, com níveis de iluminação elevados e, principalmente, em que a qualidade de luz é fundamental. Potências de 250 W a 2.000 W, com base E-40 ou bilateral, temperatura de cor de 4.000 K a 6.000 K, índice de reprodução de cores de até 90% e bulbo elipsoidal, tubular ou compacto. Utilizadas para iluminação de estádios de futebol, ginásios, quadras, piscinas, monumentos, fachadas, aeroportos, locais próprios para filmagens, sambódromos, eventos e outros.

Lâmpadas a vapor metálico de baixa potência

Em versão de tamanho reduzido, são encontradas em potências de 35 W, 70 W e 150 W. Nas versões tubulares, com base bilateral, são alternativas de substituição das halógenas na iluminação de fachadas e iluminação decorativa. Estão também disponíveis nas versões bipino e com refletor com potência de 35 W, 70 W e 150 W, indicadas para iluminação de destaque. Possuem pequenas dimensões, excelente reprodução de cores e longa vida útil. Nas versões com base E-27 são uma boa alternativa para utilização em luminárias públicas e projetores.

Lâmpadas de indução magnética

Nesta lâmpada, a descarga ocorre sem a utilização de eletrodos, por meio de um campo magnético gerado externamente. Por este motivo, a lâmpada de indução tem maior durabilidade. Utilizada em túneis e outros locais de difícil acesso e custo de manutenção elevado.

Características:

- Durabilidade: 60.000 horas
- Alto fluxo luminoso
- Eficiência luminosa

- Diversas tonalidades de cores
- Número de acendimentos não interfere na vida da lâmpada

LED

Há pelo menos seis anos escutamos falar no Brasil que os Leds são o futuro da iluminação. A dúvida é se realmente o Led aplicado em iluminação pública é somente uma promessa ou, de fato, é uma solução economicamente viável, com eficiência e durabilidade realmente compatíveis com o esperado.

Não há dúvidas sobre as diversas vantagens na utilização desta tecnologia para iluminação de objetos, iluminação de destaque, iluminação de fachadas, efeitos de luz, etc. Entretanto, para atingir níveis de iluminação pública compatíveis aos obtidos com as lâmpadas a vapor de sódio e vapor metálico, e, principalmente, alcançar o nível de uniformidade de iluminância e luminância utilizando os postes existentes nas ruas é extremamente complicado.

Atualmente, o Led possui eficiência em torno de 100 lm/W (somente para o Led) e uma vida mediana de 50.000 horas. Já tem sido realizadas instalações de equipamentos a Led em locais de uso de pedestres, iluminação decorativa em passagens, com bons resultados. Podemos dizer que estamos em uma fase de assimilação, experimentação e maturação desta tecnologia. Espera-se que, em breve, os sistemas de iluminação pública a Led sejam testados e validados como uma alternativa eficiente

e economicamente viável para a substituição da iluminação convencional.

Outros aspectos a serem considerados

1) Vida útil | Vida média | Vida mediana

Há uma diferença conceitual quando se fala em vida de lâmpadas e é importante saber do que realmente está sendo expresso em cada definição:

Vida útil: é o tempo, em horas, que a lâmpada leva para atingir uma quantidade de luz de 70% de seu valor inicial, devido à depreciação do fluxo e às queimas ocorridas no período. Em outras palavras, significa uma redução de 30% na quantidade de luz inicial.

Vida média: é a média aritmética do tempo de duração de cada lâmpada ensaiada.

Vida mediana: é o tempo em horas em que 50% das lâmpadas ensaiadas permanecem acesas.

Cabe ao usuário avaliar qual dos conceitos é mais eficaz para o tipo de aplicação das lâmpadas. Em iluminação pública, costuma-se utilizar o conceito de vida mediana, pois a manutenção está associada ao número de queimas. Uma manutenção preventiva pode ser realizada, substituindo todas as lâmpadas quando estas se aproximam de seu limite de vida mediana. No entanto, o conceito de vida útil leva em consideração a depreciação do fluxo luminoso, essencial para

um bom projeto de iluminação pública ao longo do tempo.

2) Temperatura de cor

A temperatura de cor expressa a aparência de cor da luz em Kelvin (K). Quanto mais branca a luz, maior sua temperatura de cor, ou seja, uma luz de 6.000 K é uma luz branca, enquanto uma luz com 3.000 K, temperatura de cor baixa, é uma luz “amarelada” ou luz quente.

3) IRC – Índice de Reprodução de Cor

É a correspondência entre a cor real de um objeto iluminado pela luz do sol e a cor do objeto iluminado por uma fonte de luz artificial. Quanto maior o IRC, mais próximo da cor real está o objeto, sendo ideal um IRC de 100. As lâmpadas a vapor de sódio têm baixo IRC, em torno de 20, ao passo que as lâmpadas a vapor metálico apresentam IRC entre 80 e 90, podendo chegar a alguns casos próximo de 100.

4) Medição de fluxo luminoso de lâmpadas

Para medição do fluxo luminoso de lâmpadas pode ser utilizada uma esfera integradora de Ulbricht. Nesta esfera oca – que tem seu interior na cor branca fosca e uma refletância conhecida – o fluxo luminoso da fonte integradora é medido por um fotômetro – a lâmpada é posicionada e suspensa por uma haste metálica.



Esfera integradora para medição do fluxo luminoso de lâmpadas

Normalização

Os materiais aplicados em iluminação pública, em sua maioria, dispõem de normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as quais são, muitas vezes, baseadas em normas internacionais, como é o caso da norma de lâmpadas a vapor de sódio. Estas normas seguem uma estrutura padrão. Vejamos, a seguir, o exemplo da norma de lâmpadas a vapor de sódio e suas características.

ABNT NBR – IEC 60662/1997 – Lâmpadas a vapor de sódio a alta pressão

1 – Objetivo: Especificar as características das lâmpadas, relativas à segurança e à intercambiabilidade. Questões relativas a eficiência não estão descritas nesta norma, mas em regulamentos como o do selo Procel/Inmetro.

2- Generalidades: Descreve as faixas de tensão e temperatura aplicáveis.

3 – Definições: São definidos os termos utilizados no restante da norma como potência nominal, corrente de calibração, etc.

4 – Marcação da lâmpada: Descreve as informações que devem estar expressas na lâmpada.

5 – Dimensões: As dimensões estão descritas nas folhas características para cada tipo e potência de lâmpada. A dimensão padronizada é fundamental para o projeto do refletor da luminária.

6 – Bases: São definidas na IEC 61-1. Em muitos casos, é necessária a consulta de outra norma específica para uma determinada parte do produto, como é o caso das bases.

7 – Características elétricas da lâmpada: ensaio de acendimento, ensaio de aquecimento, sazonalidade, características elétricas, ensaio de tensão de extinção. Descreve os ensaios aplicáveis às lâmpadas e suas características elétricas de funcionamento.

8 – Informações para o projeto do reator: tensão de circuito aberto, características do pulso de acendimento, corrente de aquecimento, fator de crista da corrente, limites de operação. Para o bom funcionamento da lâmpada, os reatores devem ser projetados de acordo com a folha característica de cada lâmpada, obedecendo aos limites estabelecidos.

9 – Informações para o projeto da luminária: acréscimo de tensão nos terminais, temperatura do invólucro, temperatura máxima da base, além de outras informações relativas às características da lâmpada, que vão influenciar no projeto da luminária, a qual deve ter um volume adequado e materiais resistentes a altas temperaturas da lâmpada.

10 – Máximas dimensões de contorno da lâmpada: estabelece, em caráter orientativo aos projetistas das luminárias, as dimensões máximas de contorno da lâmpada.

* **LUCIANO HAAS ROSITO** é engenheiro eletricista, coordenador do Centro de Excelência em Iluminação Pública da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (CEIP-PUC/RS) e da área de iluminação dos Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica, Calibração e Ensaios (Labelo/PUC-RS).

Capítulo IV

Componentes para iluminação pública parte II

Por Luciano Haas Rosito*

No capítulo anterior, abordamos os aspectos relativos às luminárias e lâmpadas utilizadas em iluminação pública. Neste capítulo, os componentes estudados serão reatores, relés fotoelétricos e demais dispositivos que fazem parte do ponto de iluminação.

Estes componentes são fundamentais para o bom funcionamento do sistema de iluminação pública. Sua qualificação e utilização de equipamentos etiquetados ou certificados, implica uma redução da taxa de falhas, uma diminuição do consumo devido à redução de perdas elétricas, entre outros.

Reatores

Tipos de reatores e suas características

O reator é definido como o componente que tem a função de limitar a corrente elétrica a ser fornecida para a lâmpada. Hoje, mais que isso, é um ponto chave para a iluminação eficiente e para garantir a vida útil das lâmpadas. Um reator bem projetado e com uma durabilidade alta diminui o índice de manutenções do sistema como um todo. Além disso, pode-se garantir um melhor custo-benefício utilizando um reator com perdas reduzidas. Esse menor índice de perdas pode ser deduzido da fatura de energia elétrica do município.

Contamos no Brasil com o Programa de Etiquetagem do Procel/Inmetro, do qual os reatores para lâmpadas a vapor de sódio, amplamente utilizados em iluminação pública, fazem parte. É um diferencial positivo adquirir um reator com o selo, pois possui uma garantia de cinco anos, perdas reduzidas e um preço compatível com os demais reatores de mercado devido à sua ampla utilização.

Já existem reatores eletrônicos para utilização com lâmpadas a vapor de sódio e multivapores metálicos, que também apresentam baixas perdas e garantem a estabilidade das características das lâmpadas. Entretanto, pelo seu alto custo ainda não estão sendo utilizados em larga escala



Ensaio elétrico realizado em reatores

A seguir veremos cada tipo de reator para lâmpada de descarga de acordo com a tecnologia utilizada:

Reatores para lâmpadas a vapor de mercúrio

Amplamente utilizados até a década de 1990 com as lâmpadas a vapor de mercúrio, atualmente estão perdendo mercado devido à substituição das lâmpadas de mercúrio pelas lâmpadas a vapor de sódio e a vapor metálico. São adquiridos em geral para reposição. Na maior parte das vezes são utilizados externamente, com ou sem uma tomada para o relé fotoelétrico incorporada no reator. Utiliza um capacitor para correção do fator de potência. Com rendimento que varia de 88% a 95% dependendo da potência de lâmpada instalada.



Reatores externo e interno para iluminação pública

Reatores para lâmpadas a vapor de sódio

Bastante empregados em suas versões interna, integrada e externa, o reator para lâmpadas a vapor de sódio tem se tornado o principal reator utilizado no Brasil. Com o mesmo princípio de funcionamento dos demais reatores para lâmpadas de descarga, o reator para lâmpadas a vapor de sódio utiliza um ignitor para a partida da lâmpada e capacitor para correção do fator de potência.

Reator externo - Utilizado quando é feita a substituição do conjunto vapor de mercúrio pelo conjunto a vapor de sódio sem a troca da luminária ou ainda quando a luminária para lâmpada a vapor de sódio não possui o compartimento para o reator interno. Possui um caneco de aço pintado ou galvanizado, e o núcleo de reator é envolto em uma resina.

Reator subterrâneo - Projetado para uso em instalações subterrâneas, em que não há compartimento para o reator na luminária e local seguro para abrigo do reator interno ou externo. Ainda utilizado em praças, parques, em luminárias do tipo ornamentais, decorativas e do tipo "combustores".

Reator interno - Segundo a norma, é projetado para utilização em local abrigado, fora da luminária. Normalmente é denominado como uso interno/integrado. Consideravelmente mais barato que o reator externo.

Reator integrado - Projetado para utilização no interior das luminárias. Amplamente utilizado em luminárias fechadas com

compartimento, pode ter seu núcleo envolto em resina ou não, sendo a segunda opção mais utilizada nos últimos anos, com a evolução dos projetos de luminárias e o desenvolvimento de um kit removível de reator, ignitor e capacitor. Este kit removível, entre outras vantagens, diminui o tempo de substituição do reator durante as manutenções, pois possui um conector de engate rápido, similar aos utilizados nos equipamentos automotivos e de informática.



Reator interno integrado (kit removível)

Reatores para lâmpadas a vapor metálico

Bastante semelhantes aos reatores para lâmpadas a vapor de sódio, os reatores para lâmpadas a vapor metálico devem ser construídos de acordo com a ABNT NBR 14305. Há que se ter muito cuidado com o tipo de reator para lâmpadas a vapor

metálico e com o tipo de lâmpada que será utilizada. Há uma grande variedade de lâmpadas a vapor metálico de diferentes fabricantes, com diferentes requisitos de corrente de lâmpada e outras características elétricas específicas. A associação errada de lâmpada e reator irá diminuir a vida da lâmpada e, em alguns casos, implicará o seu não acendimento.

Reatores internos e externos - é preciso ter alguns cuidados com a instalação de um reator externo, como:

- Posição;
- Conexão;
- Tensão de rede;
- Distância do reator até a lâmpada;
- Compatibilidade do reator com a lâmpada;
- Tipo de cabo a ser utilizado.

Outros cuidados com a instalação de um reator interno:

- Local abrigado (grau de proteção da luminária);
- Temperatura máxima do reator compatível com a temperatura do compartimento;
- Conexão;
- Tensão de rede;
- Distância do reator até a lâmpada;
- Compatibilidade do reator com a lâmpada;
- Trajeto da fiação dentro da luminária;
- Tipo de cabo a ser utilizado.



Utilização incorreta de um reator externo

Normalização

A seguir veremos os itens representativos da ABNT NBR 13593/2003 – Reator e ignitor para lâmpada a vapor de sódio a alta pressão. Esta norma atualmente está em processo de revisão, devendo introduzir novos conceitos para esse tipo de reator, visando maior durabilidade dos capacitores utilizados nos reatores, uma padronização na forma de medições de características elétricas, a redução das perdas elétricas visando à redução do consumo de energia, entre outros. Confira algumas informações importantes sobre a norma:

1 - Objetivo: Fixa os requisitos mínimos para os reatores para

lâmpadas a vapor de sódio a alta pressão, assegurando o correto desempenho das lâmpadas e os métodos de ensaios.

2 - Referências normativas: São citadas nove normas entre elas de lâmpadas a vapor de sódio, condutores, relé fotoelétrico, etc. para utilização em conjunto com esta norma.

3 - Definições: São definidos os termos utilizados no restante da norma como: tipos de reatores, corrente, tensão perdas, etc.

4 - Instrumentos de medição: São descritos os instrumentos a serem utilizados nas medições bem como sua classe de exatidão e demais características técnicas.

5 - Requisitos gerais: Descreve detalhadamente a execução dos ensaios, identificação, invólucro, fixação dos reatores e ligações.

6 - Requisitos específicos:

6.1 - Características elétricas de funcionamento: potência e corrente sob tensão nominal, corrente de curto-circuito, fator de potência, corrente e potência de alimentação, verificação da potência fornecida à lâmpada, perda e rendimento dos reatores;

6.2 - Elevação de temperatura;

6.3 - Resistência de isolamento;

6.4 - Tensão aplicada ao dielétrico;

6.5 - Proteção contra agentes externos – grau de proteção IP 33 para reatores externos;

6.6 - Ensaio de durabilidade térmica do enrolamento: teste para representar a vida do reator em 10 anos. Teste de vida acelerada;

6.7 - Ensaio de resistência à umidade;

6.8 - Sistema de acendimento da lâmpada.

7 - Inspeção: São descritos os ensaios de tipo, ensaios de rotina e de recebimento.

8 - Aceitação e rejeição: Estabelece os critérios de aprovação dos reatores, remetendo à tabela 7, na qual se encontram os procedimentos para amostragem e critérios de aprovação de acordo com as quantidades estabelecidas.

9 - Lâmpadas de ensaio: Descreve as características técnicas de uma lâmpada a vapor de sódio para ser considerada como uma lâmpada de ensaio.

10 - Reatores de referência: Descreve a identificação, características construtivas e de funcionamento dos reatores de referência a serem utilizados nos ensaios.

11 - Figuras orientativas: Estabelece as dimensões adequadas dos diferentes tipos de reatores.

Anexo A: Estabelece requisitos para os ignitores, como: identificação, invólucro, ligações, requisitos específicos, ensaios de durabilidade, requisitos e condições de aceitação, ensaios de elevação de temperatura e características de pulso.

Capacitores

O objetivo da utilização dos capacitores nos reatores utilizados em iluminação pública é a correção do fator de

potência. O fator de potência estabelecido como mínimo é de 0,92.

A questão colocada em pauta nos fóruns de criação de regulamentos e revisão de normas é a durabilidade desse componente. Na maioria das vezes, eram utilizados capacitores próprios para utilização com motores com uma expectativa de vida de 1.000 horas ou 3.000 horas. As normas internacionais de capacitores para iluminação estabelecem uma expectativa de vida de dez anos, ou seja, a mesma expectativa de vida do reator como um todo.

Caso o capacitor venha a falhar ao longo da vida, o reator passa a ter fator de potência natural, tendo um consumo de energia reativa.

As normas internacionais que regem os capacitores são a IEC 61048 e a IEC 61049. O Regulamento de Avaliação da Conformidade (RAC) para reatores para lâmpadas a vapor de sódio a alta pressão estabelece o atendimento dessas normas para que os reatores obtenham o selo Procel/Inmetro.



Porta-lâmpadas

Apesar de termos uma norma brasileira oriunda de uma norma internacional, a NBR IEC 60238, percebe-se no mercado um desconhecimento em relação aos requisitos destas normas. Mesmo sendo um produto com um valor menor que os demais, a utilização de um porta-lâmpadas de qualidade inferior pode resultar em diversos problemas desde o aumento do número de intervenções no sistema até o comprometimento da segurança elétrica da luminária.

São avaliados neste produto itens como torque, corrente, tensão, classificação, marcações, dimensões, proteção contra choque elétrico, construção, resistência à umidade, resistência

de isolamento, resistência mecânica, resistência ao calor, resistência à corrosão, entre outros. Também são definidos os métodos de ensaio.

Relés fotoelétricos

Aspectos construtivos e de operação

Tido sempre como o grande vilão do sistema de iluminação pública, principalmente no que diz respeito ao alto índice de manutenção, taxa de falhas e baixa confiabilidade, o relé fotoelétrico vem sofrendo um processo de evolução nos últimos anos.

É popularmente conhecido como “relé” ou “fotocélula”. Na verdade, ele desempenha as funções de um fotocontrolador, ou seja, um dispositivo que controla o acendimento e desligamento da lâmpada de acordo com o nível de luz presente no ambiente. Como o ambiente em que funciona em iluminação pública normalmente é ao ar livre, a lâmpada somente deve ser acionada quando houver a necessidade de iluminação artificial no final do dia e deve ser imediatamente apagada ao amanhecer quando já houver luz natural o suficiente para garantir o trânsito seguro de veículos e pedestres.

Muito utilizado no Brasil devido às características dos sistemas de iluminação pública das cidades, em que o comando é feito individualmente. É um produto adquirido em grandes quantidades por concessionárias e prefeituras que realizam a gestão do sistema, não somente por sua larga utilização, mas proporcionalmente à quantidade de pontos instalados. Tal fato revela o alto índice de substituição do produto em um curto espaço de tempo.



Diferentes modelos de relés fotoelétricos disponíveis no mercado

Para garantia da qualidade dos relés fotoelétricos, são realizados diversos ensaios definidos na ABNT NBR 5123/98, entre eles, ensaio de operação, ensaio de limites de funcionamento variando a temperatura de -5 °C a 50 °C, ensaio de impulso de tensão simulando descargas atmosféricas, ensaio de durabilidade verificando 5.000 operações do relé – o que, na prática, significaria o funcionamento em torno de 13 anos –, resistência a corrosão por meio de ensaio de névoa salina, grau de proteção, resistência a radiação ultravioleta para verificar a degradação da tampa do relé sob efeito da luz solar, entre outros.



Ensaio de operação em relé fotoelétrico



Falha no relé fotoelétrico deixa a lâmpada ligada durante o dia

Infelizmente, ainda é comum vermos nas cidades diversas lâmpadas acesas durante o dia, consumindo energia elétrica no horário em que deveriam estar apagadas. Operando em horário não apropriado ainda desgastam a lâmpada, reator e demais componentes em horário em que geralmente a temperatura de operação é maior.

Já existem relés fotoelétricos chamados de “modo de falha desligado”, os quais, caso ocorra uma falha, mantêm a lâmpada desligada. Considerando o combate ao desperdício de energia elétrica, seria o melhor relé fotoelétrico a ser utilizado, entretanto, ainda há os que preferem o relé fotoelétrico com o “modo de falha ligado” por questões de segurança pública, visto que a falta de iluminação pode ocasionar este tipo de problema.

Importante também é observar a tomada, popularmente chamada de base, em que o relé encontra-se instalado. A tomada pode estar integrada na própria luminária ou estar integrada ao reator externo e somente a tomada externa fixada ao poste.

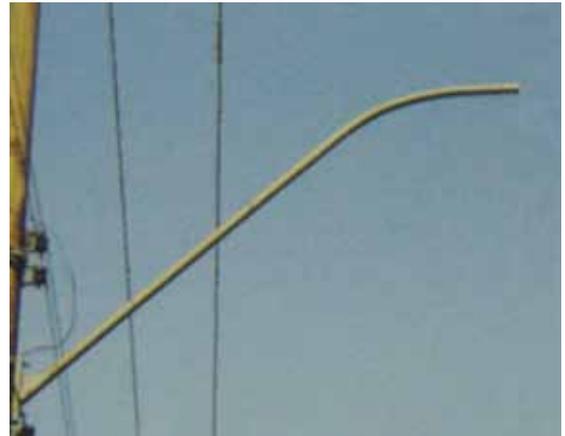
Espera-se que, até o próximo ano, com a atualização na ABNT NBR 5123, seja criado um programa para avaliação do relé fotoelétrico, tanto no que diz respeito à sua durabilidade, quanto aos níveis de acionamento que interferem diretamente no consumo de iluminação pública e até no consumo próprio do relé.

Braços

Com o objetivo de dar sustentação da luminária, os braços

de iluminação pública corretamente projetados desempenham importante papel na qualidade da iluminação pública. A seguir, veremos alguns aspectos a considerar na utilização dos braços:

- Avanço do braço na via: imprescindível para o correto projeto luminotécnico, o avanço do braço também deve levar em conta.
- Resistência mecânica: para a resistência mecânica do braço, além do peso da luminária, deve ser considerada a área de exposição ao vento, entre outros.
- Ângulo de saída: interfere diretamente na poluição luminosa e ofuscamento. Para um correto aproveitamento da fotometria da luminária, o ideal são braços com ângulo final não superior a 10°.
- Diâmetro e espessura do tubo: correto diâmetro do tubo para um projeto eficiente com racionalização na utilização de materiais, considerando o peso e as dimensões da luminária a ser utilizada.
- Espessura da camada de galvanização: fundamental para a durabilidade esperada de mais de 20 anos.



Ângulo correto



Ângulo incorreto

* **LUCIANO HAAS ROSITO** é engenheiro eletricista, coordenador do Centro de Excelência em Iluminação Pública da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (CEIP-PUC/RS) e da área de iluminação dos Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica, Calibração e Ensaio (Labelo/PUC-RS).

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br

Capítulo V

Avaliação da conformidade em iluminação pública

Por Luciano Haas Rosito*

Existem várias formas de avaliação da conformidade, aplicados aos mais diversos produtos e serviços existentes. Neste capítulo, focaremos a questão da avaliação da conformidade aplicada aos produtos utilizados em iluminação pública.

Por definição, avaliação da conformidade é “um processo sistematizado, com regras pré-estabelecidas, devidamente acompanhado e avaliado, de forma a propiciar adequado grau de confiança de que um produto, processo ou serviço, ou ainda um profissional, atende a requisitos pré-estabelecidos em normas ou regulamentos”.

As formas de avaliação da conformidade existentes são:

- certificação de produto
- etiquetagem
- declaração do fornecedor
- inspeção
- ensaio

O objetivo da avaliação da conformidade é atender às preocupações sociais, estabelecendo com o consumidor uma relação de confiança de que o produto, processo ou serviço está em conformidade com requisitos especificados.

Avaliação da conformidade e o mercado de iluminação pública

No tocante à iluminação pública, ainda existem poucos produtos certificados. Felizmente alguns produtos já estão em processo de etiquetagem voluntária, devendo, em curto espaço de tempo, transformar-se em etiquetagem compulsória. Mas o usual ainda é a realização de alguns ensaios descritos em norma que são realizados quando solicitados pelo órgão público que compra o material.

A preocupação com a avaliação da conformidade

de produtos de iluminação pública poderia e deveria ser bem maior, visto o volume de aquisições que são feitas anualmente para atendimento aos municípios do Brasil, as distribuidoras de energia e empresas especializadas que adquirem estes materiais para a prestação deste serviço.

JUSTIFICATIVAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMAS DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE:

- Propiciar a concorrência justa – Somente produtos equivalentes avaliados sob a mesma norma terão condições de concorrer em condição de igualdade. É o que estabelece a lei 8.666/1993.
- Estimular a melhoria contínua – A avaliação da conformidade propicia um retorno eficiente na melhoria dos processos e no desenvolvimento de novas soluções;
- Informar e proteger o consumidor – Do lado do consumo, temos as informações claras aumentando a confiança no momento da compra, gerando a sensação de segurança;
- Facilitar o comércio exterior – Com a avaliação da conformidade em organismos internacionalmente acreditados, o fabricante tem em mãos os documentos necessários para a exportação;
- Proteção do mercado interno – Setores em que não há avaliação da conformidade ficam vulneráveis a produtos de diversas origens, também sem a comprovação de sua qualidade e segurança;
- Agregar valor – Fundamental para a sustentabilidade de negócio ao longo do tempo, hoje a avaliação da conformidade ainda pode ser considerada como um diferencial. Entretanto, antes de pensarmos em diferencial perante a concorrência é preciso ter em mente que o atendimento aos requisitos normativos é o que coloca o produto de acordo com a lei, sendo assim condição básica e necessária.

Avaliação da conformidade: aspectos econômicos

Dependendo de quem realiza a avaliação e tem a responsabilidade de evidenciar a conformidade, a atividade é classificada como:

- Avaliação de primeira parte: é feita pelo fabricante ou fornecedor.
- Avaliação de segunda parte: é feita pelo comprador.
- Avaliação de terceira parte: é feita por uma organização previamente acreditada, com independência em relação ao fornecedor e ao cliente, não tendo interesse na comercialização do produto.

Avaliação da conformidade: aplicação

Ela pode ser compulsória (determinada pelo Inmetro) ou voluntária:

- Voluntária – quando parte de uma decisão do fabricante ou fornecedor.
- Compulsória – quando o órgão regulamentador do produto ou processo entende que pode oferecer riscos à saúde e segurança do consumidor ou ao meio ambiente ou, ainda quando o desempenho do produto, caso seja inadequado, pode trazer prejuízos econômicos à sociedade.

Avaliação compulsória

Destinada à defesa do consumidor, no que diz respeito:

- À proteção da vida (segurança)

- À proteção da saúde
- À preservação do meio ambiente.

Os programas de avaliação da conformidade compulsórios têm como documento de referência um regulamento técnico, enquanto os voluntários são baseados em uma norma.

Mecanismos de avaliação da conformidade

A avaliação da conformidade engloba vários mecanismos que são utilizados para verificar a conformidade em relação a normas e regulamentos. São cinco os principais mecanismos de avaliação da conformidade praticados:

- Certificação;
- Declaração do fornecedor;
- Inspeção;
- Etiquetagem;
- Ensaio.

A seguir veremos detalhadamente cada um deles:

Certificação

A certificação de produtos, processos ou serviços, sistemas de gestão e pessoal é, por definição, realizada por terceira parte, isto é, por organização independente, credenciada para executar uma ou mais destas modalidades de avaliação da conformidade.

O processo de certificação no Brasil é operacionalizado por meio de Organismos para Certificação de Produtos (OCPs) que são

credenciados pelo Inmetro. O processo de certificação envolve ações como:

- Seleção da norma ou regulamento – Documento pelo qual será avaliada a conformidade do produto;
- Coleta de amostras – Realizada pela organização independente diretamente da linha de produção do fabricante;
- Realização de ensaios – Via organismo de terceira parte com acreditação para realização dos ensaios;
- Realização de inspeções – Por meio de um organismo independente verificando os processos utilizados para a fabricação dos produtos, entre outros;
- Realização de auditorias no sistema da qualidade do fornecedor – Com o objetivo de renovar periodicamente a certificação;
- Avaliação e acompanhamento dos produtos no mercado – Realizados para verificação da continuidade do processo ao longo do tempo.

MODELOS DE CERTIFICAÇÃO

Descrevemos a seguir oito modelos estabelecidos pelo Comitê de Avaliação de Conformidade da ISO:

Modelo 1 – Ensaio de tipo – O mais simples e limitado. Realizada uma só vez sem o acompanhamento da produção. O resultado é restrito unicamente à amostra ensaiada.

Modelo 2 – Ensaio de tipo seguido de verificação por meio de ensaio de amostras retiradas no comércio. São levadas em conta as

condições em que o comprador recebe o produto.

Modelo 3 – Ensaio de tipo seguido de verificação via ensaio em amostras retiradas no fabricante. Neste modelo são verificadas as condições de produção do fabricante podendo gerar ações preventivas quando há identificação de não conformidades.

Modelo 4 – Ensaio de tipo seguido de verificação por meio de ensaio em amostras retiradas no comércio e no fabricante. São combinadas as ações dos modelos 2 e 3.

Modelo 5 – Ensaio de tipo, avaliação e aprovação do sistema de qualidade do fabricante, acompanhamento por meio de auditorias no fabricante e ensaio em amostras retiradas no comércio e no fabricante. Este é o modelo mais utilizado no Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade. É o sistema que dá credibilidade e avalia de forma completa os sistemas de produção em série e em grande quantidade.

Modelo 6 – Avaliação e aprovação do sistema de qualidade do fabricante. Avalia a capacidade de fabricação de um produto conforme uma especificação determinada. Não é adequado para a certificação do produto, pois assegura normalmente que o produto é feito da mesma forma, mas não necessariamente com a segurança e a qualidade adequada. No Brasil, normalmente este tipo de certificação é realizada pela avaliação de sistemas da qualidade por meio das normas da série NBR ISO 9000.

Modelo 7 – Ensaio de lote. Utilizado para a importação de produtos com exigência de certificação compulsória. A aprovação é feita em

cada um dos lotes.

Modelo 8 – Ensaio 100%. É o modelo utilizado quando envolve riscos elevados. Cada item é submetido a ensaios para verificação de sua conformidade.

Certificação na iluminação pública

A certificação de produtos de iluminação pública é necessária na medida em que envolve riscos com a segurança tanto com relação ao operador quanto aos usuários. Infelizmente, no mercado de iluminação pública, a cobrança é baixa e são raros os produtos com certificação. Este fato pode, de alguma forma, ser explicado pela falta de atualização de algumas normas, mas principalmente pela falta de exigências, tanto dos órgãos regulamentadores quanto dos compradores destes produtos. Enquanto não houver cobrança, a tendência é permanecermos com muitos problemas que poderiam ser evitados com a conformidade avaliada e certificada.

Um outro problema nesse sentido temos com relação às diferentes especificações de cada concessionária e prefeitura, que obrigam os fabricantes a desenvolverem soluções particulares para cada uma delas, aumentando os custos de produção por diferenças que poderiam ser eliminadas com produtos certificados conforme a mesma norma. Ou seja, o argumento hoje utilizado, de que a certificação é cara, cai por terra quando somam-se os custos de desenvolvimento e dos ensaios específicos para cada comprador.

Muitas vezes, erroneamente é exigido o modelo 6 de certificação para o cumprimento do sistema de qualidade do fabricante e não exigidos os requisitos de construção do produto por meio da sua norma específica. Atualmente, não temos nenhum produto da área de iluminação pública incluído pelo Inmetro no processo de certificação compulsória. A certificação é o mecanismo mais completo e que deveria ser adotado para os produtos desta área.

DECLARAÇÃO DO FORNECEDOR

O fabricante declara, em documento próprio, que ele atende a uma determinada norma, especificação ou regulamento. Este mecanismo não é muito aceito e tem vários problemas.

INSPEÇÃO

Este mecanismo é uma forma de controle da qualidade do produto acabado, pois ele pressupõe a amostragem em um determinado lote. Após a amostragem são realizados alguns ensaios para se comprovar que o produto atende às especificações acordadas. Este é um dos mecanismos adotados em conjunto com as prefeituras.

ETIQUETAGEM

Com os ensaios, são conhecidos os parâmetros técnicos relativos ao produto, especialmente no que diz respeito ao seu desempenho e eficiência energética. Também são avaliados requisitos de segurança.



- Os resultados referentes ao consumo e/ou eficiência energética dos produtos chegam até o consumidor por uma etiqueta, a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, cujo principal objetivo é informar exatamente o consumo de energia e/ou a eficiência energética do produto.
- A informação contida na etiqueta é fornecida pelos fabricantes e verificada periodicamente por meio de ensaios de controle e de acompanhamento da produção, em laboratórios credenciados e/ou com o acompanhamento de técnicos do Inmetro.
- Este é o mecanismo que se optou para a área de iluminação pública. Atualmente, apenas as lâmpadas a vapor de sódio e os reatores para estas lâmpadas fazem parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), com etiquetagem voluntária. Em breve deve ser lançado o programa para luminárias públicas e em seguida o relé fotoelétrico também deve ser contemplado com um regulamento. Este mecanismo faz os fabricantes declararem que um determinado produto atende a uma norma e qual é o índice de eficiência energética estabelecido em um regulamento, enviando uma amostra para ser ensaiada em laboratório acreditado pelo Inmetro. Este processo é repetido a cada ano no sentido de verificar se o produto continua atendendo aos requisitos iniciais. Os produtos de iluminação geral e iluminação pública são gerenciados por um grupo de trabalho chamado de GT-LUZ sob a coordenação do Procel/Inmetro.

ENSAIO

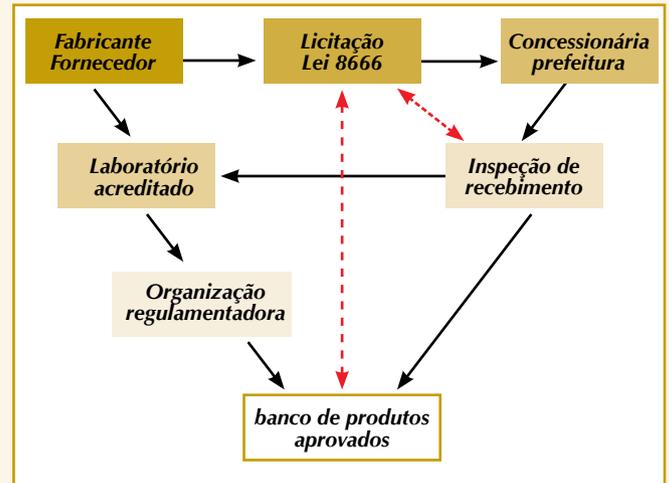
O ensaio é o método que consiste na determinação de uma ou mais características de um produto por meio de uma amostra enviada pelo fabricante ou por amostras coletadas aleatoriamente em um processo de inspeção, de acordo com um procedimento especificado. Normalmente, o procedimento está descrito nas normas técnicas e nos regulamentos. Esta é a modalidade de avaliação da conformidade mais frequentemente utilizada porque normalmente está associada a outros mecanismos, em particular, à inspeção e à certificação.

É um processo mais restrito, pois não visualiza a capacidade do processo produtivo da empresa em reproduzir em toda linha de produção o que foi feito com a amostra enviada. Neste mecanismo utilizado para avaliação da conformidade, apresentado a seguir, é utilizado para a aprovação produtos que irão para o Banco de Produtos Aprovados e que servirão de comparação com as amostras retiradas durante o processo de inspeção de recebimento.



Metodologia para avaliação da conformidade em produtos de iluminação pública

Como o setor de iluminação pública tem uma importância muito grande para a sociedade e em função dos pesados recursos que foram destinados a esta área por meio do Programa Reluz, da Eletrobrás, ficou evidente a carência de uma base mais tecnológica para a avaliação dos produtos que eram instalados. Essa necessidade, entretanto, não era fundamentada com dados de campo reunidos de uma forma científica. Com o apoio dos agentes envolvidos então, desenvolveu-se e aplicou-se uma metodologia para a avaliação da conformidade dos produtos da área de iluminação pública.



Metodologia para avaliação da conformidade em produtos de iluminação pública

O diagrama descreve a metodologia para avaliação da conformidade em produtos de iluminação pública.

O fornecedor inicialmente submete seus produtos à avaliação de um laboratório acreditado. Os materiais são ensaiados de acordo com as normas técnicas, regulamentos e especificações técnicas. Os resultados são enviados ao fabricante e à organização regulamentadora (Inmetro/Procel, Centros de Pesquisa, OCPs) e caso estejam em conformidade são cadastrados em um banco de produtos aprovados e publicados para que possam ser utilizados na qualificação prévia das licitações.

Para que este mecanismo funcione, é essencial o comprometimento dos compradores que, neste caso, são, em sua maioria, concessionárias de energia elétrica e prefeituras. Sempre que os materiais são adquiridos, é solicitado o ensaio de tipo, algum modelo de certificação ou produtos etiquetados. Desta forma, sabe-se exatamente o que está sendo solicitado e o que deve ser entregue.

No momento da entrega é necessário que se faça uma inspeção de recebimento para avaliar a conformidade dos produtos. O resultado da inspeção de recebimento realimentará o banco de dados de produtos aprovados que, no caso de conformidade, o produto será mantido e, no caso de não conformidade, ele será suspenso do banco de dados podendo, inclusive, ser excluído no caso de uma não-conformidade grave.

Principais motivadores para a busca da qualificação

- Legislação própria do produto (certificação compulsória). A certificação compulsória impulsiona o processo de qualificação dos produtos mais significativos em relação à segurança, ao consumo, etc.
- Poder de compra do estado ou grandes empresas (requisitos de compra – licitações). À medida que os compradores fizerem uso de seu poder de compra a favor da qualificação técnica, produtos de qualidade não serão exceção, mas regra.
- Ação dos organismos de defesa do consumidor. Tais organismos, assim como a imprensa, pela divulgação de fatos relacionados a baixa qualidade de produtos, que colocam em risco a integridade física ou lesam de alguma forma o consumidor, mobilizam as autoridades a intensificar as ações no sentido de certificar um maior número de produtos.
- Redução na quantidade de reclamações e devolução de produtos. O conhecimento do produto pela realização de ensaios previstos na certificação, além do teste de campo leva a ações no sentido de melhorias para redução de vantagem competitiva em relação aos concorrentes sem marca de conformidade.
- Consumidor em processo de despertar. Este processo começou há poucos anos com a aplicação prática do código de defesa do consumidor, com a apresentação na mídia de produtos de baixa qualidade e os testes pelos quais deveriam passar, com a mídia impressa especializada avaliando produtos e serviços oferecidos, indicando a melhor compra, entre outros.
- Dormir tranquilo. Até hoje não se tem notícias de alguma empresa que tenha, após a certificação de um produto, voltado atrás e desistido de produzir dentro das normas.

Alguns mitos

• “Atender a norma é caro e difícil”

Argumento utilizado para justificar os produtos que não atendem às normas. Desde o custo da norma nacional ou internacional, a dificuldade de acesso que hoje vem sendo vencida pela comercialização das normas na internet até a falta de equipe qualificada para o desenvolvimento dos produtos, o que dificulta o atendimento das normas.

• “Para quê isto serve?”

A cultura da normalização e da avaliação da conformidade ainda é muito restrita no Brasil. Quando se fala em certificação, etiquetagem e outros mecanismos de avaliação da conformidade,

percebe-se a confusão que é feita na mistura dos conceitos. Não estão claros para os envolvidos no processo os benefícios reais obtidos.

• “Não posso incluir este custo no meu preço”

Em busca da constante redução de custos e aumento de ganhos, deixa-se de lado a avaliação da conformidade.

• “Ninguém me cobra isto. Até hoje não precisei”

A baixa cobrança do mercado, a cultura do menor preço sem levar em conta o atendimento às normas e a falta de fiscalização dos editais para aquisição de materiais que contém descrição mínima para os produtos alimentam uma indústria de materiais de baixa qualidade, incluindo materiais usados que são reaproveitados e entregues como materiais novos.

• “Isto é coisa apenas para país desenvolvido”

Na verdade, o desenvolvimento dos países passa justamente por questões como esta. Países desenvolvidos só admitem a comercialização de produtos seguros e que tenham sua conformidade de alguma forma avaliada.

Algumas verdades

• O produto foi concebido sem considerar a norma.

Parece mentira, mas é muito mais comum do que se imagina o fabricante desenvolver o projeto de um produto sem ter conhecimento da existência de normas técnicas aplicáveis que devem ser respeitadas na fabricação e no fornecimento.

• Acesso restrito às normas técnicas existentes (ABNT e IEC).

O custo das normas sempre foi motivo de controvérsias. Muitos julgam o custo como um dos fatores que impedem a difusão e a democratização do conhecimento. Conhecimento este disponibilizado por meio de profissionais reconhecidos que se dispõem a reunir-se periodicamente para a elaboração de normas técnicas.

• Poucas empresas têm departamentos de engenharia preocupados espontaneamente com a questão da conformidade com as normas.

• Baixíssima cobrança do mercado.

Na inexistência de processos de certificação ou etiquetagem, a cobrança de mercado depende exclusivamente de iniciativas isoladas.

• Atuação limitada dos órgãos de fiscalização e falta de definição dos papéis dos órgãos.

Muitas vezes o comprador se sente desamparado diante das dificuldades impostas, desde processo de compra, a fiscalização do material ofertado, a fiscalização do material entregue, até a cobrança da garantia contra defeitos de fabricação. Quando são produzidos

equipamentos de iluminação pública em desconformidade com as normas, tais como luminárias abertas, não há a fiscalização adequada para responsabilização desde o profissional que assina pelo projeto do produto por parte do fabricante, até o profissional que especifica este produto fora de norma e é adquirido pelos municípios.

• Concorrência desleal

Infelizmente, ainda existem órgãos que comprar somente pelo menor preço e não pela proposta mais vantajosa como prescreve o art. 3 da lei 8.666/1993. Quando solicitam produtos por uma especificação técnica detalhada, ainda estão sujeitos as ações de empresas e distribuidores que ofertam material de menor qualidade que não atende as normas, pela presunção de não haver fiscalização na entrega do material. Isso favorece a concorrência desleal, visto que os produtos ofertados não têm as mesmas características técnicas, favorecendo o produto de melhor qualidade que terá o menor preço.

• Necessidade em muitos casos de desenvolver um produto novo (quebra de paradigma).

Normalização

Atualmente, estão em processo de revisão diversas normas de iluminação pública:

ABNT NBR 5101:1992 – Iluminação Pública

ABNT NBR 60598 – 1:1999 – Luminárias – Requisitos gerais

ABNT NBR 15129:2004 – Luminárias para iluminação pública

ABNT NBR 5123: 1998 – Relé fotelétrico e tomadas

ABNT NBR 60598-2-5 – Projetores para iluminação pública (criação da norma)

ABNT NBR 60598-2-13 – Projetores para uso embutido

A participação neste processo é livre e voluntária, cabendo aos interessados entrar em contato com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que encaminhará o assunto ao coordenador da comissão que trata da revisão da norma. As reuniões ocorrem normalmente a cada 30 ou 45 dias, dependendo do andamento dos trabalhos, e existe uma série de regras adotadas para definição da representatividade, número de participações em reuniões para direito a voto, grupo que representa (produtor, consumidor ou neutro), etc.

** LUCIANO HAAS ROSITO é engenheiro eletricista, coordenador do Centro de Excelência em Iluminação Pública da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (CEIP-PUC/RS) e da área de iluminação dos Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica, Calibração e Ensaio (Labelo/PUC-RS).*

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br

Capítulo VI

Projeto em iluminação pública

Por Luciano Haas Rosito*

Nos capítulos anteriores detalhamos os aspectos construtivos e o processo de avaliação de conformidade dos materiais utilizados em Iluminação Pública (IP). Chega o momento da avaliação dos projetos onde serão utilizados estes materiais.

De pouco adianta utilizar equipamentos eficientes e duráveis se o projeto não está adequado e se a manutenção não for feita de maneira correta no sentido de preservar as características iniciais do projeto.

Os novos projetos, utilizando os conceitos modernos de eficiência energética que hoje vem sendo implantados, têm como base a desatualização técnica dos sistemas implantados há muitos anos e os erros cometidos na concepção dos projetos antigos que se utilizaram de técnicas inadequadas, equipamentos menos eficientes, muitas vezes sem levar em conta normas técnicas.

Por esses motivos, o projeto de iluminação pública deve ser cuidadosamente avaliado para que precisemos fazê-lo somente uma vez e da melhor maneira possível. É mais fácil fazer certo na primeira vez do que realizar um projeto e em curto espaço de tempo ter que “eficientizá-lo”. Precisamos cada vez mais pensar na economia de recursos utilizando materiais eficientes e duráveis ao longo do tempo de sua utilização, evitando assim o desperdício de recursos.

Projetos eficientes de iluminação pública

Estamos neste momento em uma fase de transição da atual norma ABNT NBR 5101, atualizada pela última vez em 1992, e a nova NBR 5101, que está em fase de elaboração por uma comissão de estudos. Dessa forma, serão abordados os requisitos da norma em vigor sem deixar de lado as modificações e os conceitos que deverão ser introduzidos na revisão da norma,

com o objetivo de deixá-la com padrões utilizados internacionalmente.

Além da norma brasileira, é comum as concessionárias e as prefeituras estabelecerem um manual de padronização para projetos de iluminação pública. Nestes manuais estão definidos os critérios de projeto e as condições específicas, levando em conta as características regionais, a padronização própria de materiais, entre outros aspectos.

Outras publicações da IESNA, CIE e outros organismos são bastante úteis na elaboração de projetos, visto que em muitas aplicações específicas ainda não temos normatização nacional para utilizarmos como critério de projeto.

Classificação do tipo de via

Os tipos de vias estabelecidas na ABNT NBR 5101 são:

- ARTERIAIS

Vias exclusivas para tráfego motorizado, que se caracterizam por grande volume e pouco acesso de tráfego, várias pistas, cruzamentos em dois planos, escoamento contínuo, elevada velocidade de operação e estacionamento proibido na pista. Geralmente, não existe ofuscamento pelo tráfego oposto nem construções ao longo da via. O sistema arterial serve mais especificamente a grandes geradores de tráfego e viagens de longas distâncias, mas, ocasionalmente, pode servir de tráfego local.

- COLETORAS

Vias exclusivas para tráfego motorizado, que se caracterizam por um volume de tráfego inferior e por um acesso de tráfego superior àqueles das vias arteriais.

- LOCAIS

Vias que permitem acesso às propriedades rurais, com grande acesso e pequeno volume de tráfego.

- **VIAS DE LIGAÇÃO**

Responsáveis pela ligação entre centros urbanos e suburbanos, porém não pertencentes à classe das vias rurais. Geralmente, só têm importância para tráfego local.

- **VIAS URBANAS**

Aquelas caracterizadas pela existência de construções às suas margens, pela presença de tráfego motorizado e por pedestres em maior ou menor escala.

- **VIAS PRINCIPAIS**

Avenidas e ruas asfaltadas ou calçadas, com predominância de construções comerciais, assim como trânsito de pedestres e de veículos.

- **VIAS NORMAIS**

Avenidas e ruas asfaltadas ou calçadas, com predominância de construções residenciais, trânsito de veículos (não tão intenso) e trânsito de pedestres.

- **VIAS SECUNDÁRIAS**

Avenidas e ruas com ou sem calçamento, com construções; o trânsito de veículos e pedestres não é intenso.

- **RURAIS**

Vias mais conhecidas como estradas de rodagem, que nem sempre apresentam, exclusivamente, tráfego motorizado.

- **VIAS IRREGULARES**

Passagens criadas pelos moradores, de largura, piso, declive e arruamento variáveis, que dão acesso a pedestres e, em raros

casos, a veículos, com traçado irregular, na maioria dos casos, determinado pelos usuários do local ou pelas próprias construções.

- **VIAS ESPECIAIS**

Acessos e/ou vias exclusivas para pedestres.

Classificação do volume de tráfego em vias públicas

A NBR 5101 estabelece também a classificação de volume de tráfego de veículos e pedestres no período de uma hora:

- Leve (L) – de 150 a 500 carros por hora
- Médio (M) – de 501 a 1200 carros por hora
- Intenso (I) – acima de 1200

Em ambos os sentidos, em pista única entre 18h e 21h

Tráfego de pedestres:

- Sem (S) – Vias de classe A1
- Leve (L) – Vias residenciais médias
- Médio (M) – Vias comerciais secundárias
- Intenso (I) – Vias comerciais principais

A tendência atual é de harmonizar os tipos de classificação de via com as estabelecidas no Código de Trânsito Brasileiro. Já é possível a familiarização com os tipos de vias estabelecidas no Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 9503/07):

I - vias urbanas:

- a) via de trânsito rápido;
- b) via arterial;
- c) via coletora;
- d) via local.

II - vias rurais:

- a) rodovias;
- b) estradas.

O código também estabelece a velocidade máxima para a via, que será indicada por meio de sinalização. Entretanto, o órgão ou entidade de trânsito responsável pela via poderá estabelecer velocidades superiores ou inferiores às descritas a seguir. Isto significa que o projeto de iluminação deverá levar em conta estas velocidades:

I - nas vias urbanas:

- a) 80 km/h nas vias de trânsito rápido;
- b) 60 km/h nas vias arteriais;
- c) 40 km/h nas vias coletoras;
- d) 30 km/h nas vias locais.

II - nas vias rurais:

- a) nas rodovias:
 - 1) 110 km/h para automóveis e camionetas;
 - 2) 90 km/h para ônibus e microônibus;
 - 3) 80 km/h para os demais veículos.
- b) nas estradas, 60 km/h.

A correta classificação do tipo de via é o primeiro passo para o projeto correto. De acordo com o tipo de via adotaremos a configuração mais adequada de disposição dos postes (quando possível, pois em muitos casos há postes existentes) e demais critérios de projeto a seguir. Cada cidade tem suas particularidades em relação ao tipo de via, à sua distribuição no espaço e à configuração da malha viária. Além disso, o projeto deve considerar aspectos históricos e culturais do local a ser iluminado.

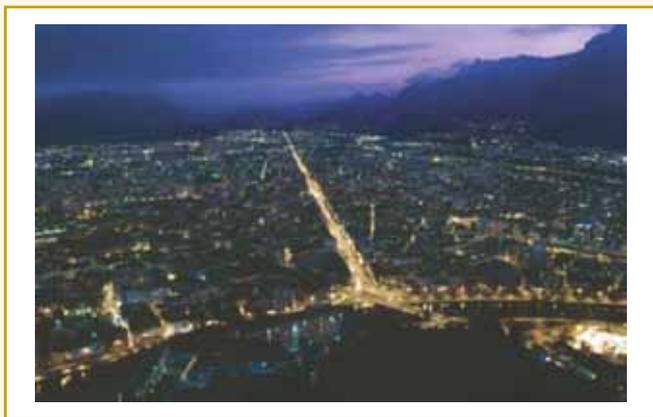


Foto noturna com área da cidade com diferentes tipos de vias.

Uma das consequências naturais da avaliação correta e classificação de vias de uma cidade é a aquisição de uma base de informações para o desenvolvimento de um plano diretor de iluminação pública. Neste plano estarão claramente definidos os tipos de vias, associados ao tipo de iluminação, tipo de lâmpada a ser utilizada, potência de lâmpada e demais características, padronizando o sistema.

Outro ponto importante que está sendo considerado na revisão da NBR 5101 – Iluminação Pública é a definição de índices mínimos para a iluminância de vias e áreas para tráfego de pedestres. Tendo em vista que o objetivo da iluminação pública, entre outros, é proporcionar segurança ao tráfego de veículos e pedestres, além de auxiliar na segurança pessoal e na proteção policial, é necessária a inclusão destes critérios para os novos projetos de iluminação pública. Estas vias e áreas estão classificadas de acordo com sua utilização e volume de tráfego de pedestres, em que são estabelecidas a iluminância média mínima e uniformidade mínima requerida.

Critérios de Luminância

Como critério de projeto, deverão ser avaliados os índices de luminância média e uniformidade de luminância. Como este conceito vem sendo introduzido no Brasil somente nos últimos anos e ainda não se tem uma cultura luminotécnica apropriada e difundida para este tema, ainda são poucos que possuem conhecimento e experiência em projeto, verificação e medição de luminâncias no país. Entretanto, espera-se que, com a difusão da norma por meio de sua atualização tecnológica, os projetistas também se atualizem, assim como os laboratórios devem equipar-se com instrumentos apropriados para medição de luminâncias, além dos fabricantes que muitas vezes disponibilizam softwares de projeto luminotécnico com este critério.

NÍVEIS LUMINOTÉCNICOS – ILUMINÂNCIA E UNIFORMIDADE

ILUMINÂNCIA MÉDIA MÍNIMA (HORIZONTAL)

A iluminância média mínima é obtida pelo cálculo da média aritmética das medidas de iluminância em cada ponto da malha fotométrica (no plano horizontal no nível do piso). Conforme a NBR 5101, esta medição é feita com lâmpadas já sazoadas e em luminárias novas.

ILUMINÂNCIA MÁXIMA E ILUMINÂNCIA MÍNIMA

São, respectivamente, o maior e o menor valor de iluminância encontrados na medição fotométrica. A norma atual ainda estabelece que o menor valor encontrado deva ser superior a 1,0 lux.

FATOR DE UNIFORMIDADE DA ILUMINÂNCIA (U)

Razão entre a iluminância mínima e a iluminância média em um plano especificado:

$$U = \frac{E_{\text{mín.}}}{E_{\text{méd.}}}$$

Em que:

Emín. = *iluminância mínima*

Eméd. = *iluminância média*

Vale lembrar que a medição fotométrica deve ser realizada com instrumentos apropriados, com boa classe de exatidão e devidamente calibrados. Determinados instrumentos de baixa qualidade, em faixas de medição inferiores, podem apresentar valores com uma variação em torno de 20%, distorcendo completamente o resultado.

Os índices mínimos de iluminância e uniformidade estão estabelecidos em tabelas de acordo com o volume de tráfego de veículos e pedestres. Estas tabelas estão detalhadamente descritas na NBR 5101. Com isto podemos passar para o passo seguinte.

ESCOLHA PRELIMINAR DO TIPO DE LÂMPADA E LUMINÁRIAS

Para obtenção dos índices mínimos, podemos estimar tipo e potência de lâmpada necessária, bem como a classificação fotométrica das luminárias. A lâmpada a vapor de sódio, considerada, atualmente, a mais eficiente em termos de relação lúmens por watt, normalmente é a primeira opção para a iluminação de vias utilizadas para o tráfego motorizado. As lâmpadas a vapor metálico também são uma opção quando estamos tratando de projeto de iluminação pública integrado a outros ambientes, como centros urbanos, áreas de iluminação diferenciada, áreas comerciais, áreas com grande arborização, etc. Vale lembrar que a fotometria da luminária é completamente alterada quando utilizada uma lâmpada a vapor metálico com tubo de quartzo, comparando com a mesma potência de lâmpada a vapor de sódio. É necessária a análise da fotometria da luminária com cada tipo de lâmpada.

CLASSIFICAÇÕES FOTOMÉTRICAS

A distribuição fotométrica adequada é fundamental para a qualidade da iluminação pública. O objetivo desta distribuição é trazer conforto e boa visibilidade aos motoristas e pedestres, para que possam ter suas necessidades visuais atendidas. As classificações descritas a seguir são mais facilmente compreendidas com o auxílio de diagramas contidos na norma.

Como existem consideráveis variações na largura das vias, alturas de montagem, espaçamento entre postes, ângulos de saída dos braços, avanço dos braços, etc., pode existir um grande número de distribuições longitudinais e laterais ideais, devendo ser este ponto criteriosamente avaliado no projeto como um todo.

As classificações fotométricas conforme a NBR 5101 são as seguintes:

Classificação longitudinal

- Curta
- Média
- Longa

Para uma melhor compreensão podemos associar as luminárias com distribuição curta àquelas que concentram a iluminação embaixo do poste e as com distribuição longa àquelas que distribuem a iluminação até o meio do vão dos postes.

Classificação lateral

- Tipo I
- Tipo II
- Tipo III
- Tipo IV

Podemos associar também as luminárias com distribuição tipo I àquele tipo que direciona a iluminação para a parte “atrás do poste”, os tipos II e III àquele que direciona a iluminação entre meios-fios e o tipo IV àquele que direciona a luz para o lado oposto da via.

CONTROLE

O objetivo da avaliação do controle da distribuição da intensidade luminosa é evitar o desperdício de iluminação para ângulos fora dos padrões e para o hemisfério superior direcionando a luz para o céu. Com isto, evita-se a proliferação da chamada poluição luminosa.

Distribuição totalmente limitada – quando a intensidade luminosa acima de 90° é nula e a intensidade luminosa acima de 80° não excede 10% dos lúmens nominais da fonte luminosa empregada.

Distribuição limitada – quando a intensidade luminosa acima de 90° não excede 2,5%, e a intensidade luminosa acima de 80° não excede 10% dos lúmens nominais da fonte luminosa empregada.

Distribuição semilimitada – quando a intensidade luminosa acima de 90° não excede 5%, e a intensidade luminosa acima de 80° não excede 20% dos lúmens nominais da fonte luminosa empregada.

Distribuição não-limitada – quando não há limitação de intensidade luminosa na zona acima da máxima intensidade luminosa.

Observação: O controle com “distribuição totalmente limitada” está sendo introduzido na revisão da norma atual.

DISPOSIÇÃO DE POSTES E LUMINÁRIAS

Conforme já exposto no Capítulo 2, os tipos mais comuns de disposição são:

- Unilateral
- Bilateral alternado
- Bilateral frente a frente
- Canteiro central

OUTRAS CONFIGURAÇÕES ESPECIAIS

ALTURA DA INSTALAÇÃO

A altura de instalação muitas vezes está limitada pelos postes da concessionária que já estão instalados e com a rede de baixa tensão. Podemos ter certa variação na altura de acordo com a definição do tipo de braço de sustentação. Quando temos a liberdade de projeto com a instalação de postes novos, sejam eles de concreto, sejam de aço, podemos variar a altura de instalação de acordo com a melhor classificação a ser obtida.

Recomenda-se que a altura de montagem seja igual ou superior à largura da via e calçada de pedestres. Outro fator que deve ser considerado para a determinação da altura de instalação é a disponibilidade dos equipamentos adequados para manutenção nesta altura. Alturas superiores a 10 metros podem impossibilitar a manutenção com cestos convencionais.

ESPAÇAMENTO DE POSTES

Da mesma forma que a altura de instalação, o espaçamento dos postes quando eles já se encontram instalados pela concessionária de energia, pode ser inadequado para o projeto de iluminação pública. Frequentemente, encontramos grandes espaçamentos irregulares.

É recomendado que o espaçamento dos postes seja, no máximo,

três vezes o valor da altura de instalação das luminárias. Nos casos em que o espaçamento já estiver definido, é necessário o ajuste da altura pela utilização de braços adequados e posicionamento do braço no poste.

AVANÇO DO BRAÇO

O avanço do braço em relação à via também deve ser cuidadosamente estudado, de acordo com a classificação da luminária e o ângulo de saída. Muitas vezes pode ser encarado também como elemento estético.

ÂNGULO DE SAÍDA DO CONJUNTO DE ILUMINAÇÃO

Com a melhoria das fotometrias das luminárias e a utilização de luminárias com vidro plano, curvo e policurvo, não há necessidade de ângulos de saída superiores a 10°, mesmo levando em conta o peso da luminária e dos equipamentos. Um ângulo de saída superior poderá acarretar no direcionamento da luz para a fachada de uma casa ou prédio, quintal ou jardim, causando o efeito da poluição luminosa.

LARGURA DA PISTA

Conforme já abordado no Capítulo 2, de acordo com a largura da pista, é recomendado o tipo de configuração de projeto de iluminação pública.

TIPO DE REVESTIMENTO DA PISTA

Este critério praticamente não é utilizado no Brasil, pois é parte do critério de luminância. Utilizando este critério e levando em conta o tipo de revestimento do piso no que diz respeito à cor e refletividade, estamos avaliando a qualidade da iluminação, os contrastes e a sensação de visibilidade que terá o usuário da via.

POLUIÇÃO LUMÍNICA

Para minimizar este problema que vem afetando substancialmente as cidades, é recomendável que, no projeto, sejam especificadas luminárias com distribuição totalmente limitada ou, pelo menos, distribuição limitada. Além disso, no projeto devem ser consideradas as residências e as áreas adjacentes, assim como o tipo de reflexão do piso citado anteriormente.

ENTORNO

Também é dada pouca importância ao entorno no projeto de iluminação pública, além de, infelizmente, ainda não termos no Brasil legislação quanto à poluição luminosa e ao ofuscamento por outras fontes, como painéis comerciais iluminados, iluminação de fachadas e outros tipos que podem prejudicar a visibilidade nas vias.

FATOR DE OPERAÇÃO (Fo)

É a razão entre o fluxo luminoso do conjunto com o reator convencional e o conjunto com o reator de referência nas mesmas condições de tensão de rede e temperatura ambiente.

AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE IP

Para a avaliação de projetos de iluminação pública, além dos aspectos citados anteriormente, a seguir estão descritos outros requisitos de grande importância:

ADEQUAÇÃO ÀS NORMAS TÉCNICAS

Na prática, vemos que nem sempre os materiais descritos nos projetos estão de acordo com as normas técnicas e, muitas vezes, mesmo com a descrição correta no projeto, o material instalado não está de acordo com as normas e as especificações de projeto. Além do material, o cálculo luminotécnico em conformidade com a NBR 5101 deve sempre estar presente.

ADEQUAÇÃO DOS MATERIAIS AO LONGO DE SUA UTILIZAÇÃO

Ao longo da vida útil da instalação de iluminação pública, não é raro ver a degradação dos componentes comprometendo o sistema. Problemas como envelhecimento precoce, infiltração de água ou poeira nas luminárias, queima precoce das lâmpadas, falha nos reatores, entre outros, infelizmente ainda são bastante comuns. A solução é o projeto completo,

incluindo a verificação dos níveis após a instalação e o emprego apenas de materiais previamente homologados.

CONFIABILIDADE DO SISTEMA

É realizada após a execução do projeto, com o acompanhamento do tempo de falha de cada componente. Este processo normalmente é realizado pela utilização de um sistema de gestão de iluminação pública informatizado. Este tema será tratado detalhadamente nas próximas edições.

DISPONIBILIDADE DE RECURSOS DO MUNICÍPIO/CONCESSIONÁRIA PARA MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DO PROJETO

Muitas vezes os projetos são realizados sem considerar a padronização de materiais utilizados ou com configurações que dificultam a manutenção. Não é rara a instalação de sistemas de iluminação pública com alturas incompatíveis com a altura atingida pelos veículos que a prefeitura/concessionária dispõe para a realização da manutenção.

EXIGÊNCIA DE UM GUIA PARA MANUTENÇÃO DO PROJETO

Neste guia deverão estar as especificações detalhadas dos materiais utilizados no projeto de IP para que possam ser adquiridos em futuras manutenções. É comum vermos lâmpadas com temperaturas de cor diferentes devido à compra inadequada após a implantação do projeto. Preferencialmente, o projeto deve ser amplamente discutido com os setores envolvidos no município ou concessionária para avaliação destas questões técnicas.

PROJETOS E CÁLCULOS COM SOFTWARES DE ILUMINAÇÃO

Nos dias de hoje, podemos contar com o auxílio de softwares específicos para projetos de iluminação pública. Para o projetista, esta facilidade, ao mesmo tempo, torna-se uma importante aliada para a agilidade na elaboração do projeto, deve dar a segurança de um cálculo preciso e resultados expressos em diversas formas possíveis. Entretanto, acima de tudo, o projetista deve ter o sólido conhecimento das grandezas, das unidades, dos conceitos fotométricos e de parâmetros técnicos que devem ser considerados, entre eles, refletância de pisos, tipos de ofuscamento, luminância e iluminância.

* **LUCIANO HAAS ROSITO** é engenheiro eletricista, coordenador do Centro de Excelência em Iluminação Pública da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (CEIP-PUC/RS) e da área de iluminação dos Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica, Calibração e Ensaios (Labelo/PUC-RS).

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br

Capítulo VII

Projetos de eficiência energética em iluminação pública

Por Luciano Haas Rosito*

Neste capítulo abordaremos os projetos de eficiência energética aplicados aos sistemas de iluminação pública, procurando abranger todos os aspectos possíveis que estão envolvidos, desde o estudo de viabilidade até a sua execução.

Durante muito tempo, a eficiência energética não era prioridade e não havia uma preocupação com a racionalização de recursos, sejam eles energéticos ou materiais. Era perceptível a utilização de equipamentos com grande volume e quantidade de material, que nem sempre eram eficientes. Nos últimos dez anos, houve um salto na tecnologia disponível a ser aplicada na iluminação pública. Em muitos aspectos, este salto também foi motivado pelo “apagão” de 2001, que despertou a consciência de que investimentos em eficiência energética têm seu retorno garantido ao longo do tempo.

Neste cenário surgem os programas de eficiência energética aplicados à iluminação pública. No período de 2000 a 2005, foram realizados investimentos da ordem de R\$ 375 milhões pelas distribuidoras de energia elétrica por meio do Programa de Eficiência Energética da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), no qual as distribuidoras aplicam 0,5% de sua receita operacional em projetos de eficiência energética. Entretanto, este recurso esteve disponível para o segmento de Iluminação Pública (IP) somente até o ano de 2005.

Histórico dos programas de eficiência energética e seu estágio atual

Criado em 1985, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) é executado pela Eletrobrás, utilizando recursos próprios da Reserva Global de Reversão (RGR) e recursos de entidades internacionais. Desde 1995 temos a atuação do Procel financiando projetos para a melhoria da iluminação pública e redução do consumo, por meio da substituição das lâmpadas.

O programa Reluz, criado em 2000, teve origem nos programas de eficiência energética do Procel e, ao longo dos anos, foi sendo aprimorado, tendo hoje atingido um estágio de importância e reconhecimento consolidado nacionalmente, tanto pelos municípios e concessionárias quanto pelas empresas e profissionais da área.

Os projetos são implantados pelas concessionárias de energia elétrica com a participação das prefeituras que também tem papel fundamental em todas as etapas. Infelizmente não são todas as concessionárias e prefeituras que conhecem profundamente o programa e utilizam estes recursos em prol da eficiência energética por motivos diversos que fogem da questão central e dos objetivos do programa. Com isso, há ainda um enorme potencial de pontos que podem ser eficientizados e que atualmente são uma fonte de desperdício de energia elétrica.

Estima-se que, atualmente, o Brasil tenha em torno de 14,7 milhões de pontos de iluminação pública e, até o primeiro semestre de 2009, o programa Reluz foi responsável pela implementação de mais de 2,2 milhões de pontos de iluminação pública, gerando uma economia de energia da ordem de 782.000 MWh/ano, com investimentos de quase R\$ 450 milhões. Além da importância destes resultados, o programa, como consequência das ações de eficiência, tem atingido as áreas mais necessitadas das cidades que normalmente não recebem a devida atenção. Sendo assim, estes projetos têm a responsabilidade de melhorar as condições de vida justamente daqueles que mais precisam de uma melhor iluminação.

Benefícios

Os principais objetivos de tornar eficientes os sistemas de iluminação pública são a diminuição do consumo de energia elétrica com o aumento do nível de iluminação, melhorando as condições de vida da população e tornando a cidade mais segura.

Além dos benefícios ao país, postergando os investimentos em geração de energia elétrica, há uma gama de benefícios diretos e indiretos para as prefeituras e concessionárias conforme elencados a seguir:

Benefícios diretos para as prefeituras

- o Redução do consumo de energia elétrica;
- o Redução da fatura de energia elétrica;
- o Utilização de equipamentos eficientes de maior vida útil;
- o Menor índice de manutenção;
- o Introdução dos conceitos de eficiência energética;
- o Melhoria da iluminação da cidade;
- o Aumento da satisfação da população.

Benefícios diretos para as concessionárias

- o Oportunidade de atualização de cadastro;
- o Oportunidade de tornar o município adimplente;
- o Utilização de relés fotoelétricos mais eficientes ligando a lâmpada mais tarde e desligando mais cedo.

Benefícios indiretos

- o Redução das compras de equipamentos de IP;
- o Diminuição dos estoques de material;
- o Qualificação técnica dos envolvidos com a IP;
- o Melhoria da qualidade da manutenção.

Equipamentos utilizados

Inicialmente os programas de eficiência eram baseados somente na troca da lâmpada ineficiente como as incandescentes, mistas ou a vapor de mercúrio pelas lâmpadas a vapor de sódio. Como consequência, os reatores também deveriam ser substituídos. Entretanto, percebeu-se a necessidade da troca dos demais equipamentos, seja para o aumento da eficiência ou da confiabilidade do sistema. A seguir, temos uma análise dos benefícios da substituição dos demais equipamentos além da lâmpada e do reator:

LÂMPADAS – A alta eficiência das lâmpadas a vapor de sódio e a excelente reprodução das lâmpadas a vapor metálico são fundamentais para a modernização dos sistemas de IP. Ganhos energéticos de mais de 50% com aumento do fluxo luminoso são obtidos na substituição das lâmpadas ineficientes pelas de alta eficiência. A vida mediana superior das lâmpadas a vapor de sódio mais modernas também ajudam a reduzir o tempo médio de retorno dos projetos.

REATORES – A substituição do reator não deve ser somente para o acendimento da lâmpada nova com diferente tecnologia da que estava anteriormente instalada. A substituição do reator é a oportunidade de melhorar ainda mais a eficiência com um equipamento de perdas elétricas reduzidas e alto fator de potência. A perda do reator deve ser especificada a menor possível, obtendo-se ganhos energéticos que pagam o valor do equipamento ao longo do tempo. Além disso, a durabilidade do novo reator é fator importante para a diminuição do índice de manutenções.

LUMINÁRIAS – A substituição da luminária ineficiente por uma luminária eficiente pode dar um ganho em torno de 25% a 35%, somente pelo aumento do rendimento. Além disso, a melhoria da qualidade da iluminação conseguida pela distribuição fotométrica adequada de uma luminária eficiente deve ser levada em conta na substituição. A oportunidade da troca de uma luminária aberta por uma luminária fechada, que diminui o índice de manutenções, a utilização de equipamentos incorporados à luminária de alta durabilidade e a facilidade da manutenção dos equipamentos novos são outros benefícios que podem ser relacionados a esse tipo de intervenção.

RELÉS FOTOELÉTRICOS – A substituição dos relés fotoelétricos por outros novos de melhor qualidade é um dos grandes benefícios dos programas de eficiência energética e, na maior parte das vezes, não é quantificado. Os relés fotoelétricos com tecnologia antiga, quando desgastados, tendem a manter a lâmpada acesa durante mais tempo que quando novos. Os relés fotoelétricos com novas tecnologias têm a preocupação de somente acionar a lâmpada quando há necessidade e desligá-la assim que o dia amanhecer. Outro fator importante é a tecnologia que, mesmo na falha do relé, tende a manter a lâmpada apagada e não acesa, evitando o desperdício de energia com lâmpadas acesas durante o dia. A concessionária de energia é a maior beneficiada nestes casos citados.

BRAÇOS – A troca do braço de sustentação das luminárias executada juntamente com a troca dos demais equipamentos deve-se à utilização de luminárias eficientes que necessitam de um braço muitas vezes de maior bitola e espessura do que os atuais. Esta também é a oportunidade de correção de distorções ocorridas anteriormente na instalação dos equipamentos antigos com braços inadequados para os tipos de vias. Além disso, deve-se considerar o aspecto de segurança com braços robustos, duráveis e design moderno, visando valorizar visualmente a cidade mesmo quando a iluminação pública não está atuando.

CONEXÕES – Um dos grandes problemas de falhas nas redes de iluminação pública são as conexões. Com a execução dos projetos de eficiência energética, todas as conexões podem ser substituídas ou revisadas, gerando uma economia significativa devido à redução da quantidade de manutenções.

RECADASTRAMENTO – Juntamente com a execução do projeto é realizado o cadastramento dos pontos de iluminação pública. O planejamento prévio deste cadastramento e a implantação de um sistema de gestão de iluminação pública é uma excelente solução para obter mais um benefício após a eficientização. As equipes que vão a campo realizar as trocas têm a obrigação de registrar todos os equipamentos novos que são implantados no ponto com o detalhamento de suas características, como tipo de equipamento, potência, fabricante, lote de fabricação, etc. Isto dará a rastreabilidade para realizar a gestão eficiente da IP após o projeto. Muitas prefeituras e concessionárias também optam pelo georreferenciamento dos pontos e, nesta oportunidade, pode ser realizado este levantamento.

Substituições de lâmpadas em projetos de eficiência energética em IP

Os projetos de melhoria, visando ao aumento da eficiência energética, são os mais difundidos e mais solicitados para a implantação. Com o objetivo de manter ou aumentar o fluxo luminoso existente no sistema de IP, com a menor potência possível, além de facilitar o entendimento e padronizar as substituições, foi criada uma tabela com sugestões de substituição para a lâmpada existente e a respectiva alternativa de lâmpada eficiente, conforme observado a seguir:

Para facilitar o entendimento e criar uma padronização nas substituições, foi criada uma tabela com o tipo de lâmpada existente e a alternativa de lâmpada eficiente, conforme a seguir:

Lâmpada Existente	Alternativa de Lâmpada Eficiente
2 x Fluorescentes de 40W	VSAP 70W
Fluorescente 110W	VSAP 70W
Halógena 400W	VSAP 150W
Halógena 500W	VSAP 150W
Halógena 1000W	VSAP 250W
Halógena 1500W	VSAP 400W
Incandescente 100W a 300W	VSAP 70W
Incandescente 500W	VSAP 100W
Incandescente 1000W	VSAP 150W
Mista 160W	VSAP 70W
Mista 250W	VSAP 70W
Mista 500W	VSAP 150W
VM 80W	VSAP 70W
VM 125W	VSAP 100W
VM 250W	VSAP 150W
VM 400W	VSAP 250W
VM 700W	VSAP 400W
VSAP 350W (intercambiável)	VSAP 400W

Outras substituições são possíveis desde que haja ganhos na redução da potência e conseqüente redução do consumo de energia elétrica, bem como atendimento aos índices mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 5101 – Iluminação Pública.

Como realizar projetos de eficiência energética em IP e as formas de financiamento

Os municípios com interesse em realizar os projetos de eficiência energética em iluminação pública têm a possibilidade de realizar a troca com recursos próprios ou por linhas de financiamento em que a mais utilizada e conhecida é o programa Reluz da Eletrobrás.

Para obter o financiamento por meio deste programa, os municípios deverão dirigir-se diretamente à concessionária de energia elétrica, quando então iniciam os contatos, negociação e, por fim, a apresentação da solicitação do financiamento à Eletrobrás. Os recursos são obtidos pela linha de crédito de Reserva Global de Reversão (RGR), conforme orientações do Manual de Instruções do Programa Reluz.

O financiamento da Eletrobrás será de até 75% do valor total do projeto. Os 25% restantes deverão constituir a contrapartida das prefeituras ou concessionárias.

Tipos de projetos eficientes em IP e suas etapas

Projetos de melhoria

O primeiro passo é a realização de um pré-diagnóstico do sistema atual com a estimativa do número de pontos e seu detalhamento. Para isso, o ideal é que se tenha um cadastro de pontos atualizado. Então é feita a avaliação inicial da viabilidade do projeto e sua relação benefício/custo.

O diagnóstico do sistema atual, caso não exista, é feito pelo levantamento de campo dos pontos de IP. O ideal é que seja feito um estudo caso a caso de cada tipo de via para a aplicação da nova iluminação visando adequação à NBR 5101 – Iluminação Pública, correção de iluminação deficiente ou da melhoria dos benefícios, utilizando a lâmpada de menor potência permitida para obtenção de bons resultados. A definição das substituições deve ter por base as tabelas com as alternativas de lâmpadas eficientes.

Juntamente com a concessionária no projeto que será apresentado, contendo informações gerais, como o local da execução responsável pelo projeto, detalhamentos, metas e benefícios esperados para a prefeitura, concessionária e sociedade, etc. Inclui-se no projeto os planejamentos e os prazos para a execução do projeto. É estabelecido o cronograma físico e financeiro.

Devem ser definidas as especificações técnicas detalhadas de materiais que serão utilizados no projeto, caso não haja. Outro ponto fundamental é a utilização de um manual de procedimentos de instalação e manutenção de iluminação pública. Estes padrões serão utilizados antes, durante e após a execução do projeto sendo importante instrumento para a gestão da IP.

Estando o projeto aprovado, inicia-se a fase de elaboração de editais para a aquisição dos materiais, contratação de mão-de-obra (podendo esta ser com o fornecimento de materiais), apoio operacional, etc. É fundamental um edital para aquisição de materiais bastante detalhado, contendo as especificações técnicas e o sistema de controle de qualidade preferencialmente por meio da inspeção de recebimento. A baixa qualidade dos materiais pode comprometer todas as demais etapas do processo. Da mesma forma, a especificação dos serviços de substituição dos pontos deve ser cuidadosamente elaborada a fim de garantir as condições de segurança nos locais de trabalho e a correta instalação dos equipamentos que garantirá a qualidade de iluminação e a baixa manutenção ao longo do tempo.

Na etapa da execução são realizadas as substituições dos equipamentos atuais a vapor de mercúrio ou tecnologias menos eficientes, por lâmpadas mais eficientes a vapor de sódio, vapor metálico e tecnologias mais eficientes. Atualmente, recomenda-se a substituição de todo ponto de iluminação que compreende a lâmpada, luminária, braço, equipamentos auxiliares, como reator, relé fotoelétrico, fiação, etc. Durante a execução é importante a fiscalização dos serviços executados, visando à correta instalação por intermédio do transporte correto dos materiais, montagem, ângulo de instalação adequado, conexões perfeitas, etc.

A fase final do projeto é a avaliação dos resultados e elaboração do

relatório final, contendo detalhadamente todas as etapas executadas, supervisões realizadas, conforme os relatórios parciais e com os objetivos e metas pretendidas e as realmente alcançadas. Neste momento, também deve ser apresentado o cadastro final contendo todos os pontos de iluminação após a execução do projeto.

Projetos de expansão

Conforme já abordado anteriormente no capítulo de projeto, a expansão deve ser feita por meio de um projeto que leva em conta a eficiência dos equipamentos a serem utilizados, pois é menos oneroso realizar o projeto correto e com parâmetros de eficiência no primeiro momento do que refazê-lo posteriormente.

Neste caso, de projetos de expansão, também é possível obter financiamento via Programa Reluz.

Procedimentos e etapas

Primeiro devem ser definidas as áreas prioritárias a serem iluminadas e verificam-se as condições de fornecimento de energia elétrica das áreas selecionadas. Neste tipo de projeto, é possível financiar também a instalação de equipamentos de rede de distribuição de média e baixa tensões necessários para a implantação da iluminação pública. A seguir é elaborado o projeto de expansão incluindo as redes de MT e BT (quando necessário). O passo seguinte é o projeto luminotécnico de acordo com a norma ABNT NBR 5101 – Iluminação pública e a definição e elaboração das especificações técnicas dos materiais. Devem ser apresentadas as tabelas com o sistema a ser instalado e orçamento, assim como os cronogramas físico e financeiro do projeto.

Projetos de iluminação esportiva eficiente

Procedimentos e etapas

Os projetos devem apresentar as informações gerais, objetivos e informações detalhadas com a quantidade de pontos, características dos materiais, tipo de esporte praticado em cada área, iluminância média e uniformidade pretendida, bem como o projeto luminotécnico detalhado e a metodologia de cálculo utilizada. No caso de projetos de iluminação esportiva, deve ser utilizada a NBR 8837. Caso haja necessidade, deve ser elaborado o projeto de expansão incluindo as redes de MT e BT. Devem ser apresentadas as tabelas com o sistema a ser instalado e orçamento, assim como os cronogramas do projeto.

Projetos de iluminação especial

O objetivo destes projetos especiais que envolvem a eficiência energética é a iluminação de destaque, valorizando os monumentos relevantes das cidades. Sítios de importância histórica, cultural, artística, entre outros, criam uma cultura de aproveitamento e valorização dos espaços no período noturno que favorecem o comércio e o turismo das cidades. Para os moradores das cidades, aumenta-se a auto-estima e o sentimento de valorização do local quem que vivem.

Procedimentos e etapas

Da mesma forma que os demais projetos, primeiro, há a definição

das áreas e monumentos a serem iluminados e as condições de fornecimento de energia elétrica. Neste tipo de projeto, muitas vezes não é possível o enquadramento na ABNT NBR 5101 que não define valores mínimos ou recomendáveis. Dessa forma, recorreremos normalmente a publicações da CIE, IESNA ou outros organismos internacionais. Caso haja necessidade, elabora-se o projeto para reforço da rede elétrica. O passo seguinte é a definição e elaboração das especificações técnicas dos materiais.

Projetos de inovação tecnológica

Estes projetos devem levar em conta as novas tecnologias e processos que estão sendo introduzidos na Iluminação Pública. Seguem os mesmo padrões dos projetos apresentados anteriormente com o diferencial da avaliação do impacto da inovação para a eficiência energética e o segmento de IP.

Casos de sucesso

O projeto a seguir foi avaliado antes e depois de sua execução e será tema do próximo capítulo, que tratará da avaliação dos sistemas de iluminação pública. Este projeto demonstra a diferença da qualidade da iluminação pública antes de torná-lo eficiente e após a "eficientização".



Antes, a utilização de lâmpadas a vapor de mercúrio de 80 W em luminárias abertas e após a substituição por lâmpadas a vapor de sódio de 70 W em luminárias fechadas.



A substituição mostrada a seguir evidencia a melhoria não somente da iluminação da via, mas também do passeio para pedestres. Foi executada na cidade de Porto Alegre (RS) como piloto em uma via arborizada.



Antes, a iluminação com lâmpadas a vapor de mercúrio de 250 W em luminárias obsoletas e, após, a substituição por lâmpadas a vapor de sódio de 150 W em luminárias eficientes.



Melhoria na iluminação foi projeto do Programa Reluz, em Goiânia (GO)

Outro exemplo de eficiência que gera excelente resultado na substituição de ponto em alturas elevadas, que utilizam duas lâmpadas a vapor de sódio de 400 W por luminária e podem ser substituídas por uma lâmpada de alto fluxo da mesma potência por luminária. O segredo desta substituição é o alto desempenho da luminária, seja tanto na questão do rendimento quanto na distribuição fotométrica adequada, que não era obtida com o equipamento existente. Com a substituição dos reatores por outros com perdas elétricas menores, também é possível obter ganhos ainda maiores. Além da redução de mais de 50% no consumo de energia elétrica devido à substituição dos equipamentos e da economia gerada pela redução na quantidade de materiais utilizados, há também uma redução nas despesas relacionadas à manutenção do sistema.



Avenida Farrapos, em Porto Alegre (RS): redução de mais de 50% no consumo e melhoria da iluminação.

* LUCIANO HAAS ROSITO é engenheiro eletricista, coordenador do Centro de Excelência em Iluminação Pública da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (CEIP-PUC/RS) e da área de iluminação dos Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica, Calibração e Ensaio (Labelo/PUC-RS).

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br

Capítulo VIII

Avaliação dos projetos de eficiência energética em iluminação pública

Por Luciano Haas Rosito*

Conforme vimos no capítulo anterior, desde a sua criação no ano de 2000, o Reluz, principal programa utilizado hoje no Brasil, vem gradativamente tornando os pontos de iluminação pública do Brasil mais eficientes. Entretanto, nunca havia sido feita uma avaliação de campo dos resultados após certo período para verificar o nível de perenização dos projetos, ou seja, se a economia de energia esperada ao longo do tempo realmente vem se mantendo conforme o esperado no projeto.

Diante deste cenário, foi desenvolvida uma metodologia para avaliar os pontos de iluminação pública atingidos pelos projetos do Reluz, levando em conta a perenização, a adequação dos equipamentos, a adequação às normas técnicas, a gestão dos sistemas, ganhos pós-execução, o impacto de economia de energia e a redução da demanda na ponta. As atividades desenvolvidas foram realizadas por meio de um convênio de cooperação técnica entre a Eletrobrás e a PUC-RS.

Para tanto, esta avaliação foi dividida em três etapas em locais distintos. A primeira foi realizada em sete cidades do Rio Grande do Sul avaliando 200 conjuntos de Iluminação Pública (IP), a segunda em quatro cidades da região sudeste avaliando 50 lâmpadas a vapor de sódio de 70 W em cada cidade e a terceira em duas cidades, que no momento estavam iniciando o projeto Reluz para ser realizado o acompanhamento e a verificação antes e depois das obras do programa.

Este trabalho de pesquisa aplicada vem gerando resultados não somente conclusivos em relação aos projetos já executados, mas fornecendo subsídio para o aprimoramento dos projetos de eficiência energética em iluminação pública, maximizando os seus benefícios.



Figura 1 - Local avaliado no projeto



Figura 2 - Vão de medição

Avaliação da perenização dos projetos executados no Rio Grande do Sul

Metodologia adotada

A metodologia foi baseada na coleta de dados em campo, via medições elétricas e luminotécnicas, realização de ensaios laboratoriais dos equipamentos coletados e entrevistas com pessoas ligadas ao sistema de iluminação pública em cada cidade. Foi

desenvolvido um questionário específico que levava em conta as informações relevantes tanto do projeto executado quanto da gestão da iluminação pública. Após a realização de todas as atividades, foram gerados relatórios contendo os principais resultados, conclusões e recomendações para as cidades que foram alvo da pesquisa.

A primeira cidade que participou deste processo de avaliação serviu como um projeto piloto, sendo um guia para os procedimentos adotados nas demais cidades. Foi possível avaliar o tempo necessário para a execução das tarefas, dificuldades encontradas e soluções.

Histórico

Foram preliminarmente selecionadas sete cidades do Rio Grande do Sul contempladas pelo programa Reluz há mais de três anos e menos de cinco anos. Também foi de interesse avaliar uma cidade em área litorânea.

A distribuição das cidades procurou levar em conta também a quantidade de pontos de IP eficientizados, em cidades de médio e pequeno porte conforme demonstra a tabela a seguir.

**TABELA I – DISTRIBUIÇÃO DE PONTOS DE IP
E POPULAÇÃO DAS CIDADES AVALIADAS**

Cidade	Pontos de IP	População (habitantes)
1	10.459	10.459
2	36.980	36.980
3	4.595	4.595
4	24.012	24.012
5	13.478	13.478
6	8.742	8.742
7	4.917	4.917

Atividades realizadas

As atividades realizadas em campo foram:

- Fotografia e inspeção visual (diurna e noturna);
- Coleta de amostras com substituição;
- Aplicação do questionário de avaliação para o diagnóstico da gestão de IP;
- Medição da iluminância (vãos entre postes).

As atividades realizadas em laboratório foram:

- Ensaio fotométrico (lâmpadas);
- Ensaio elétrico (reatores);
- Ensaio de operação (relé fotoelétrico);
- Inspeção visual e identificação (luminárias, lâmpadas, reatores, relés);
- Levantamento fotométrico (luminárias);
- Análise dos dados (quantitativa e qualitativa).

Resultados

Lâmpadas

- Foram realizados ensaios fotométricos em 200 lâmpadas – Retiradas de campo, em média 30 lâmpadas de cada cidade,

nas condições em que se encontravam, em diferentes potências, utilizadas nos projetos.

- Foram selecionadas as potências proporcionalmente à quantidade aplicada nos projetos de maneira geral, totalizando 118 lâmpadas a vapor de sódio (VS) 70 W, 48 lâmpadas VS-150 W e 34 lâmpadas VS de 250 W.

A Tabela 2 expressa o fluxo médio medido em laboratório de cada potência de lâmpada, comparado com o fluxo padrão.

Potência (W)	Fluxo médio (lm)	Percentual (%)	Fluxo padrão (lm)
70	4.826,8	86,2	5.600
150	13.170,6	94,1	14.000
250	26.534	102	26.000

Foi possível verificar que, em média, mesmo após um período em torno de quatro anos de utilização, as lâmpadas não tiveram uma depreciação significativa em termos da perda do fluxo luminoso. Era esperada uma perda de até 30% no fluxo luminoso. No caso da lâmpada a vapor de sódio de 250 W, o fluxo padrão esperado era inferior à especificação de compra, logo a lâmpada instalada, mesmo depois do período de quatro anos, estava ainda com o fluxo superior ao esperado no início de sua vida.

Entretanto, outro fator interessante foi verificado. As lâmpadas adquiridas após a eficientização, que foram utilizadas em substituição devido a queimas, eram de qualidade inferior às empregadas no projeto. Este fato foi verificado pela medição destas lâmpadas que apresentaram um fluxo inferior. Isto denota um problema de gestão da iluminação pública, que não consegue manter a qualidade nas aquisições para fins de manutenção.

Reatores

Foram avaliados 200 reatores das sete cidades. Grande parte dos reatores apresentou baixo fator de potência. Também foram realizados ensaios elétricos e medidas as perdas e demais características. Confira as cidades que apresentaram problemas graves no fator de potência dos reatores.

Fator de potência abaixo de 0,92:

- Cidade 1 52%
- Cidade 4 60%
- Cidade 6 85%

Este prejuízo é transferido para a concessionária, visto que não é comum a fiscalização e cobrança pelo baixo fator de potência dos reatores utilizados em iluminação pública.

Em relação às perdas elétricas dos reatores, em média os valores se mantêm próximos aos limites estabelecidos nas normas, porém, é possível verificar que se fossem utilizados

reatores com baixas perdas que atendam as perdas preconizadas pelo SELO PROCEL/INMETRO o ganho seria maximizado.

Relé fotoelétrico

Normalmente, quando se levantam pontos chave de problemas em iluminação pública, o relé fotoelétrico está sempre entre os primeiros da lista. Nesta pesquisa, avaliaremos os níveis de atuação do relé fotoelétrico e se ele está de acordo com a ABNT NBR 5123/98. No gráfico a seguir, é possível verificar que há um grande potencial de melhora neste produto. Os dados foram reveladores, já que evidenciaram o quanto é possível economizar energia elétrica colocando os relés dentro dos índices da norma ou ainda mais eficientes. Os 59,1% dos relés que atuam fora dos índices da norma estão ligando a lâmpada antes do necessário os desligando após o clarear do dia. Isto significa desperdício de energia elétrica. Este prejuízo, assim como o baixo fator de potência do reator, é incorporado pela concessionária de energia elétrica, pois o consumo de energia elétrica em iluminação pública, na maior parte dos casos, é cobrado por estimativa.

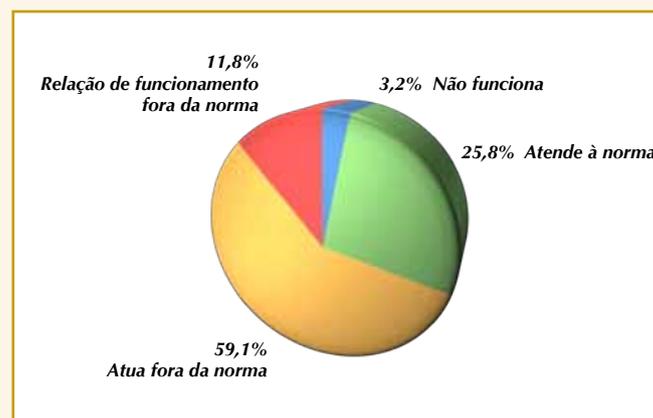


Gráfico 1 – Atuação dos relés fotoelétricos

Diante dessas informações, comprovou-se a necessidade urgente de atuar na melhoria da qualidade dos relés, adequando-os à norma. Mas além de adequar os equipamentos às normas também, verificou-se a importância de termos e normas atualizadas e compatíveis com as tecnologias mais modernas que vem sendo utilizadas. A partir da divulgação deste trabalho, foi possível reativar as comissões de estudo, entre elas a que trata da revisão da NBR 5123/98.

Luminárias

Foram realizadas medições fotométricas no laboratório do Cepel em três luminárias novas, do mesmo tipo e fabricante. Estas amostras correspondem às luminárias que foram instaladas no lugar das originais do Reluz retiradas para a realização dos demais ensaios. Foram executados ensaios no goniofotômetro para levantamento das características e curvas de distribuição luminosa de cada luminária.

Não somente o rendimento da luminária é um dado importante na avaliação, mas a distribuição fotométrica da luminária.

TABELA 3 – MEDIÇÕES FOTOMÉTRICAS EM LUMINÁRIAS NOVAS

	Potência (W)	Fluxo Luminoso da lâmpada (lm)	Fluxo Luminoso total da luminária (lm)	Rendimento (%)	Classificação das luminárias		
					Distância longitudinal	Distância transversal	Distância luminosa
1	70	5262	4.286,84	81,5	média	TIPO II	CUTOFF
2	15	15.923	11.959,74	75,1	curta	TIPO III	CUTOFF
3	250	27.693	19.920	71,9	curta	TIPO III	CUTOFF

↑
RENDIMENTO MÉDIO: 76,2%

Luminária aberta apresenta baixo rendimento e prejudica a vida útil da lâmpada

Infelizmente, em alguns casos, foi possível verificar a má qualidade dos materiais, que se apresentaram deteriorados precocemente, considerando a expectativa em relação aos dados iniciais. No caso das luminárias, isto se deve à utilização de equipamentos de baixo custo inicial, mas sem condições técnicas de utilização. A foto abaixo demonstra esta situação.

**Figura 3 – Luminária deteriorada**

Outro dado relevante na avaliação fotométrica das luminárias usadas foi o baixo rendimento e distribuição fotométrica inadequada de luminárias abertas. Foram encontradas luminárias com rendimento de 44%. Além do baixo rendimento, a distribuição fotométrica compromete os demais parâmetros de qualidade da iluminação pública.

Na tabela abaixo é possível verificar o rendimento médio das luminárias de cada cidade avaliada e perceber a diferença entre as luminárias abertas e fechadas.

TABELA 4 – MEDIÇÕES FOTOMÉTRICAS EM LUMINÁRIAS RETIRADAS DE CAMPO

Cidade	Luminária Retirada	Rendimento médio (%)
1	Fechada (nova)	668,74
2	Aberta (nova ou reutilizada)	55,81
3	Aberta (nova ou reutilizada)	55,59
4	Aberta (nova ou reutilizada)	58,74
5	Fechada (nova)	74
6	Aberta (nova ou reutilizada)	58,15
7	Fechada (nova)	74,06

Uma causa importante relacionada à redução do rendimento das luminárias fechadas é a penetração de água, poeira e insetos. A classificação do grau de proteção (IP) da luminária define o tipo de proteção à penetração destes materiais nela.

O grau de proteção mínimo exigido pela norma ABNT NBR 15129, que vigora desde o ano de 2004, é IP 55 para o compartimento ótico e IP 33 para o compartimento do reator. Na mesma norma é exigida a existência de uma placa com os dados referentes ao fabricante, modelo, data de fabricação, tensão, potência, frequência, tipo de lâmpada e proteção contra choque elétrico. Somente as luminárias de duas cidades possuem a placa de identificação com os dados exigidos e, portanto, atenderam à norma. Outros aspectos em relação à adequação das luminárias as normas também foram avaliados.

Conclusões, recomendações e oportunidades de melhoria

Nas sete cidades, foi possível comprovar o ganho energético nas substituições. Todas as cidades avaliadas tiveram aumento do nível de iluminação e redução do consumo de energia elétrica efetiva. Entretanto, ficou visível a diferença entre os locais em que houve a substituição completa do ponto (luminária, lâmpada, reator, relé fotoelétrico e acessórios) dos locais em que somente houve substituição da lâmpada e reator por lâmpada e reator a vapor de sódio.

De maneira geral, os municípios relataram e comprovaram os benefícios da diminuição dos estoques de material e tipos de material para aquisição, bem como a diminuição do índice de manutenções. Relataram também o aumento da sensação de segurança devido ao incremento nos níveis e qualidade da iluminação.

Em alguns municípios houve dificuldade em responder o questionário devido à falta de informação e à falta de uma gestão específica de iluminação pública e dificuldades administrativas. Os dados e o histórico da iluminação pública não estavam mantidos adequadamente.

Verificou-se também a falta de atualização dos cadastros de iluminação pública antes da execução do projeto e quando o mesmo foi corrigido houve um aumento devido à cobrança do que realmente estava instalado.

Com relação à durabilidade e ao rendimento das lâmpadas a vapor de sódio originais, foi possível verificar que os dados

apresentados pelos fabricantes sobre a depreciação de 30% do fluxo até o final da vida da lâmpada são verdadeiros. O fluxo luminoso médio das lâmpadas avaliadas, em geral, apresentou bom desempenho. Quanto às luminárias utilizadas, verificou-se que o rendimento médio das luminárias fechadas foi bastante superior ao das luminárias abertas. Da mesma forma, a diferença da distribuição fotométrica entre luminárias fechadas e abertas comprovou a inadequação das luminárias abertas para iluminação pública. Cabe ressaltar que na ocasião da implantação destes projetos, era permitida a utilização deste tipo de luminária, o que, desde 2006, não é mais aceitável devido à entrada em vigor da norma ABNT NBR 15129.

Outra importante recomendação seria a obrigatoriedade do uso de produtos com o Selo Procel para utilização nos projetos de eficiência energética. Dessa maneira, os benefícios seriam maximizados e a qualidade do sistema de IP melhoraria.

Ficou evidente a oportunidade de melhoria quanto à gestão dos sistemas, visto que, mesmo após a execução do projeto, nenhuma das prefeituras avaliadas utilizava um sistema de gestão de iluminação pública informatizado. Em alguns casos também se verificou a falta de recursos específicos para a iluminação pública, considerando que não era cobrada a CIP ou COSIP.

Outras recomendações:

- Melhoria da gestão de IP;
- Necessidade de revisão das normas;

- Melhorar a qualificação de técnicos que trabalham com IP;
- Aprimoramento do material;
- Manter exigência para luminárias fechadas.

Avaliação da vida útil das lâmpadas a vapor de sódio em quatro cidades

O segundo trabalho foi a avaliação da vida útil de lâmpadas a vapor de sódio de 70 W utilizadas nos projetos de eficiência energética de quatro cidades da região sudeste, de quatro concessionárias diferentes. Os objetivos deste trabalho foram subsidiar a etiquetagem e a concessão do Selo Procel a fim de garantir a qualidade dos produtos utilizados pelo ReLuz visando a diminuir os custos de manutenção e aumentar a perenização dos projetos

Metodologia adotada

A metodologia foi baseada na coleta de dados em campo, por meio de medições elétricas e luminotécnicas e realização de ensaios laboratoriais nas lâmpadas. Após a realização de todas as atividades, foram gerados relatórios contendo os principais resultados, conclusões e recomendações para as cidades que foram alvo da pesquisa. Foi realizada a coleta de 200 lâmpadas de vapor de sódio (70 W) das quatro cidades da região sudeste.

Foram considerados os seguintes fatores:

- Fabricante da lâmpada;
- Fabricante do reator;

- Fabricante da luminária;
- Características da via onde a luminária está instalada.

Histórico

Desde o início das discussões para lançamento do regulamento de avaliação da conformidade de lâmpadas a vapor de sódio, inúmeras questões sobre o funcionamento em campo das lâmpadas foram levantadas: desde a quantidade de lâmpadas para a reposição na prática até a depreciação das lâmpadas e manutenção de suas características.

Para realização deste trabalho, foi necessário um levantamento preliminar das cidades que executaram programa de efficientização por um determinado período, em torno de quatro anos.

Atividades realizadas

As atividades realizadas em campo foram:

- Visita à cidade;
- Entrevistas com os responsáveis;
- Fotografia e inspeção visual (diurna e noturna);
- Coleta de amostras com substituição.

As atividades realizadas em laboratório foram:

- Inspeção visual e identificação;
- Ensaio elétrico e fotométrico nas lâmpadas;
- Análise dos dados (quantitativa e qualitativa).

Resultados

Lâmpadas a vapor de sódio de 70 W

De acordo com os resultados das análises na coleta de campo, pode-se comprovar que as luminárias abertas, por diversos motivos, afetam a vida da lâmpada a vapor de sódio, assim como as luminárias fechadas, com instalação correta, preservam a lâmpada, fazendo com que supere a vida mediana estimada. Pode-se observar que 96% das lâmpadas a vapor de sódio instaladas na cidade 1 estão em funcionamento. Tivemos a certeza de que estas lâmpadas são originais do projeto, pois apresentam uma depreciação de fluxo mais acentuada que em outras cidades e a depreciação corresponde àquela informada pelo fabricante. Na cidade 2, mesmo as luminárias sendo fechadas, houve uma falha na instalação, pois não foi utilizado relé fotoelétrico incorporado na luminária, deixando a tomada exposta, permitindo a entrada de água para o interior da luminária.

TABELA 5 – EFICIÊNCIA MÉDIA DAS LÂMPADAS ORIGINAIS DO PROJETO (COM MAIS DE QUATRO ANOS DE USO)

Cidade	Eficiência média das lâmpadas originais (lm/W)	Lâmpadas originais (%)
1	72,18	96
2	67,25	58
3	70,93	60
4	70,29	28

Outro resultado que de certa forma contrariou algumas expectativas e informações usualmente difundidas, foi que a potência das lâmpadas diminui com o tempo de uso.

TABELA 6 – POTÊNCIA MÉDIA DAS LÂMPADAS ORIGINAIS (COM MAIS DE QUATRO ANOS DE USO) E NÃO ORIGINAIS DO PROJETO

	Cidade 1	Cidade 1	Cidade 1	Cidade 1
Tipo de luminária	Fechada	Fechada	Aberta	Aberta
Potência média (originais) - (W)	62	66,5	58,4	64,9
Potência média (não originais) - (W)	-	68	62	66,4

Conclusões, recomendações e oportunidades de melhoria

- O tipo de luminária influencia a vida da lâmpada. Ficou evidente que a luminária fechada, corretamente instalada, mantém a característica de vida mediana da lâmpada.
- Confirmação dos dados do fabricante em relação ao desempenho e durabilidade das lâmpadas. Os dados disponibilizados pelos fabricantes quanto à vida mediana e à depreciação do fluxo luminoso ao longo do tempo foram confirmados com os dados obtidos de campo.
- Nos projetos novos devem-se utilizar unicamente lâmpadas e reatores com Selo Procel. Esta exigência foi uma das recomendações mais enfatizadas, com o objetivo de elevar a qualidade dos produtos, aumentando a possibilidade de ganhos diretos e indiretos com a implantação do projeto.
- Na manutenção, manter a especificação das lâmpadas utilizadas no ReLuz. A perenização dos projetos depende da continuidade da gestão da iluminação pública no município.
- Lançar o Selo Procel para luminárias a fim de qualificar mais os materiais prolongando a vida das lâmpadas.

Avaliação dos ganhos pós-implantação do Reluz

Este trabalho consiste em uma análise comparativa e avaliação dos ganhos pós-implantação dos sistemas eficientes de iluminação pública (antes e depois da execução).

Metodologia adotada

- Avaliação do projeto (antes e após às obras)
- Realização de levantamento das condições prévias antes da implantação do Projeto ReLuz.

Histórico

Para seleção das cidades a serem avaliadas, foi feita uma pesquisa daquelas que estavam na iminência da realização dos projetos.

Atividades realizadas

- Visitas às cidades antes, durante e após as obras;
- Avaliação do estado físico dos sistemas antigos;
- Instalação de registradores para avaliação da qualidade da energia fornecida;
- Realização de medições luminotécnicas noturnas em locais pré-definidos;

- Pesquisa do grau de satisfação e os benefícios obtidos com o Projeto (painel com 150 entrevistas em cada cidade);
- Avaliação da gestão da iluminação pública.

Resultados

Os resultados ainda são preliminares, pois não foi possível avaliar as cidades, em sua totalidade, até um ano depois da implantação do projeto. Este trabalho deve ser concluído até o segundo semestre de 2010. Os dados obtidos até o momento confirmam os benefícios diretos e indiretos do projeto.

Conclusões, recomendações e oportunidades de melhoria

Verificou-se a melhoria significativa do nível de iluminação comparado aos equipamentos instalados anteriores ao projeto. Em alguns casos, houve uma melhoria no nível de iluminância média em torno de 150%, entretanto, a uniformidade foi reduzida devido à maior diferença entre as zonas iluminadas daquelas em determinados locais do vão de medição que ficam menos iluminadas.

A pesquisa de satisfação da população até o momento confirmou a melhoria obtida com a substituição dos equipamentos e o aumento da sensação de segurança da população. Ainda será realizada a avaliação após um ano do sistema eficiente implantado para verificar se os índices de satisfação da população são mantidos.

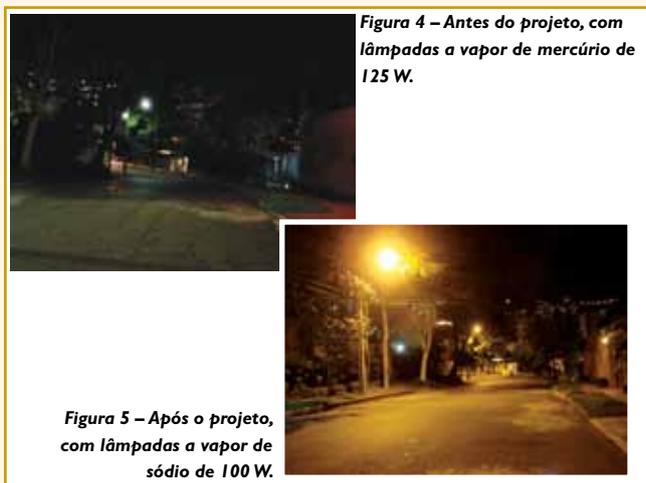


Figura 4 – Antes do projeto, com lâmpadas a vapor de mercúrio de 125 W.

Figura 5 – Após o projeto, com lâmpadas a vapor de sódio de 100 W.

* **LUCIANO HAAS ROSITO** é engenheiro eletricista, coordenador do Centro de Excelência em Iluminação Pública da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (CEIP-PUC/RS) e da área de iluminação dos Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica, Calibração e Ensaios (Labelo/PUC-RS).

Para a realização deste trabalho, contamos com o apoio total de todas as prefeituras que foram avaliadas, das concessionárias de energia elétrica, do Cepel, da Puc/Rio e da Eletrobrás.

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br

Capítulo IX

Sistemas de gestão da iluminação pública

Por Luciano Haas Rosito*

Conforme apresentado no capítulo anterior, uma das oportunidades de melhoria na iluminação pública justamente refere-se à gestão do sistema de forma global. Para este fim, é de maior importância a utilização de um sistema de gestão de iluminação pública informatizado, com recursos específicos, levando-se em conta os processos de eficiência, além de ser o instrumento que integre as diversas áreas municipais incluindo o relacionamento com as concessionárias de energia, entre outras funções. Este sistema deve ser o ponto de partida para todas as informações relativas ao sistema de iluminação pública.

Atualmente, existem diversos softwares desenvolvidos para este fim, sejam por empresas da área especializadas na manutenção da iluminação pública, por empresas de consultoria, ou pelo próprio município que desenvolve uma solução própria. O principal é que este recurso esteja adequado às necessidades específicas do gestor da iluminação e que suas funcionalidades sejam compatíveis com os recursos tecnológicos disponíveis. Além disso, um sistema não funciona por si só, logo, a implantação do sistema de gestão de iluminação pública é a oportunidade da revisão e readequação dos processos internos que serão geridos pelo sistema.

A importância do sistema de gestão de iluminação pública também está no poder da informação. Isto remete à forma que estas informações serão utilizadas, quem as detém e a propriedade dos dados do sistema. Estas definições irão determinar o sucesso da implantação do sistema e sua continuidade ao longo do tempo.

SOFTWARE DE GESTÃO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA – CONCEITOS E FUNÇÕES

Há diversos tipos e modelos de softwares aplicáveis em iluminação pública, seja pelos conceitos adotados, tipos de linguagem de programação, aplicação específica para a cidade em questão, entre outros. Dessa forma, para que seja de mais fácil compreensão, este artigo procurará focar as principais funcionalidades e necessidades gerais para a utilização de um sistema. Outros recursos podem ser utilizados de acordo com a sua evolução.

Análise geral da ferramenta disponível para prefeituras, concessionárias e empresas especializadas.

Objetivo

Controlar e gerenciar todas as atividades relativas ao funcionamento da iluminação pública. Ferramenta para visão geral e controle do administrador para tomada de decisões.

Estrutura do sistema

Para a estruturação de um sistema de gestão de IP versátil, é recomendável o desenvolvimento em módulos. Os principais módulos usualmente empregados são o de cadastro de pontos de iluminação, projetos, manutenção, gerenciamento de materiais, relatórios, tabelas do sistema e utilitários. Os nomes utilizados para cada módulo ficam a critério do desenvolvedor, mas as funções são comuns a todos os sistemas. A seguir cada um deles será detalhado.

MÓDULO DE CADASTRO E ALTERAÇÃO DE PONTOS DE ILUMINAÇÃO

Esta é a parte inicial e básica do sistema em que são inseridos os pontos de iluminação com seu detalhamento. O planejamento da forma e tipo de cadastramento vai determinar a abrangência do sistema e será a base para a obtenção de todas as informações relativas ao inventário de IP dos municípios.

É dividido em inclusão de novos pontos, alteração de pontos, exclusão de pontos e pesquisa e alteração de pontos existente por meio de uma pesquisa.

Na inclusão de pontos, são cadastrados os dados tanto no que se refere ao detalhamento físico do ponto quanto ao detalhamento da localização do ponto. No detalhamento físico do ponto, além das características técnicas, como tipo de lâmpada, potência da lâmpada, tipo de luminária, tipo de braço, etc, também é de extrema importância o registro da data de instalação ou alteração do ponto e o fabricante dos equipamentos com seu respectivo número de série ou lote de identificação. Este registro deve-se a possibilidade efetiva do controle de qualidade dos materiais instalados pelo registro das manutenções nestes pontos.

No detalhamento da localização do ponto, estão disponíveis diversos recursos, entre eles: placa de identificação instalada em campo, numeração predial, zonas da cidade, área de trabalho, bairro, ponto de referência, até as coordenadas geográficas do ponto.

Figura 1 – Exemplo de uma tela de cadastro de pontos

Pesquisa e alteração de pontos

Neste item, é possível realizar uma pesquisa para obtenção de informações por diversos critérios. Os critérios de pesquisa podem ser o nome da rua, o nome do bairro, o número do ponto de IP, etc.

Os resultados desta pesquisa devem trazer as informações detalhadas dos pontos pesquisados e possíveis interações com estes pontos, tais como a localização em um mapa, ou mesmo a alteração dos dados do ponto pela pesquisa.

Módulo de projetos

Este módulo registra os projetos de iluminação existentes

em cada logradouro da cidade. Desta forma associa os arquivos de projeto em diversos formatos utilizados de acordo com o software específico utilizado, como as ferramentas CAD. Por meio do sistema gráfico (CAD), também é possível visualizar a rede de iluminação pública.

As pesquisas dos projetos existentes também são realizadas da mesma forma que as pesquisas de pontos de iluminação pública existentes. Outra funcionalidade deste módulo é a comparação e o registro dos projetos de acordo com os níveis de classificação da NBR 5101 – Iluminação Pública. Isto pode ser feito por meio do cadastro dos diferentes tipos de vias, iluminância média mínima e uniformidade mínima que estão nas tabelas da norma citada. Dessa forma, o projetista tem seu trabalho facilitado e o sistema armazena as informações de cada projeto e sua classificação fotométrica.

Módulo de manutenção

O módulo de manutenção talvez seja o módulo de maior volume de utilização, pois, infelizmente, o número de intervenções no sistema de iluminação pública ainda é bastante alto devido a diversos fatores já abordados nos capítulos anteriores. Para a utilização correta do módulo de manutenção, obviamente, é necessário que o módulo de cadastro contenha as informações necessárias e confiáveis.

O módulo de manutenção pode ser dividido nos itens de abertura de solicitações de serviço, detalhes, encerramento e pesquisa das solicitações e quantidades de materiais utilizados. Com os registros das solicitações de serviço e o retorno e cadastramento dos dados de campo após a execução do serviço, é possível mapear os defeitos encontrados e possíveis soluções antecipadas. É possível realizar manutenções preditivas naqueles pontos com maiores quantidade de solicitações durante certo período.

Além disso, é possível também um controle efetivo dos gastos com os materiais, sendo possível uma previsão antecipada das quantidades que serão adquiridas, evitando a falta de material.

Outras funcionalidades do módulo de manutenção são: a possibilidade do controle de produtividade de equipes de manutenção, o controle do tempo médio para atendimento do ponto, assim como o tempo durante a execução do serviço, entre outros.

Módulo de gerenciamento de materiais

Este módulo de gerenciamento de materiais faz o controle de todos os materiais adquiridos para a implantação e manutenção do sistema. São cadastrados os tipos de materiais entregues, bem como o fornecedor, fabricante, quantidades, lote de fabricação, etc. Este módulo é fundamental para a realização do controle de qualidade dos materiais e eventuais substituições por defeitos de fabricação.

Também é possível fazer o controle das inspeções de recebimento destes materiais, sejam elas de forma visual ou por ensaios realizados em laboratórios externos. Com isso, cria-se um histórico de fornecimentos e um controle de qualidade efetivo.

Relatórios gerenciais

Com base nos dados registrados, é possível extrair qualquer informação relevante por meio dos critérios de pesquisa que gerarão os relatórios, muitos dos quais já podem ser pré-definidos, facilitando a utilização do sistema. Relatórios como a quantidade de pontos por bairro, quantidade de componentes de IP em um bairro ou em um logradouro, quantidade de logradouros sem iluminação, até a estatística geral de toda a base de dados separando os tipos de lâmpadas e quantidades existentes.

Tabelas do sistema

As tabelas do sistema são gerenciáveis e contém as informações básicas sobre os tipos de materiais utilizados, tabela de logradouros e bairro. As tabelas do sistema disponíveis aos administradores poderão ser alteradas de acordo com a mudança de padronização, inclusão de alguma nova tecnologia, etc.

Utilitários

Neste módulo estão disponíveis as funções de administração do sistema, desde o controle de usuários até a pesquisa das alterações realizadas nos pontos. O sistema deve ter níveis de acesso por senha, de acordo com as permissões para cada tipo de usuário. Ou seja, um usuário pode somente estar autorizado para realizar consultas ou sistema, outro a consultar e alterar os dados e outro a administrar o sistema gerando novos usuários e funções.

Outro ponto importante é o controle das alterações efetuadas nos pontos, identificando o usuário que efetuou as alterações. Também deixando a possibilidade de recuperação destes dados caso tenham sido alterados de forma incorreta ou acidental.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE IP

A seguir serão detalhadas as especificações técnicas de um sistema de gestão de iluminação pública, de modo a atender aos requisitos necessários para a iluminação pública eficiente. Estas características técnicas do sistema poderão ser aplicadas em qualquer desenvolvimento ou adequadas aos sistemas existentes, de modo a facilitar o trabalho e a administração.

Sistema de gestão de Iluminação pública

Estas especificações técnicas referem-se aos requisitos de um sistema para o controle e cadastramento dos pontos

de iluminação pública. O sistema de gestão de iluminação pública deverá atender às características técnicas a seguir:

■ **Parâmetros operacionais**

O sistema deverá ter capacidade de ser configurado para atender a condições específicas da prefeitura, como padronização de equipamentos de IP, tipos de manutenção, zonas de manutenção, equipes próprias e contratadas, e demais características específicas da cidade.

A configuração das tabelas do sistema deverá estar disponível para o administrador realizar sem necessidade do auxílio de um programador. As demais configurações deverão ser feitas por programação (software) e o sistema será entregue quando todas as modificações e solicitações estiverem concluídas.

O sistema deverá prever o funcionamento em rede e deverá ser multiusuário. Deverá ter login de acesso com diferentes níveis de acesso aos módulos do sistema pré-definidos.

■ **Características funcionais**

O módulo de cadastro de pontos de iluminação deverá prever um cadastro de pontos de lâmpadas existentes e da projeção das lâmpadas que serão utilizadas nos projetos de eficiência energética (Reluz), calculando a potência instalada e a potência em estudo, com percentual de redução.

O módulo de cadastro deve ter a possibilidade de alteração simultânea de diversos pontos com apenas um comando (alteração massiva). A exportação dos dados pesquisados para planilhas eletrônicas deverá estar prevista no sistema. O cadastro do ponto trará os dados do poste, luminária, lâmpada, braço, relé, reator, seus fabricantes e número de série de cada item.

O módulo de cadastro de projetos luminotécnicos virá com o cálculo da classificação do local conforme tipo de via e tráfego. Deverá ser carregado no sistema um cadastro de classificação de tipos de via versus iluminância conforme a norma brasileira de iluminação pública NBR 5101. Deverá ser provido de módulo de gerenciamento de materiais novos, com registro dos dados do recebimento (data, responsável e número do empenho), dados do fornecedor (nome do fornecedor e contatos) e os materiais recebidos (número da nota fiscal, tipo, material, fabricante, quantidade, prazo de garantia e número de série/lote).

O sistema deve ter módulo de registro de ensaios realizados com controle das datas de envio, data de retorno, laboratório do ensaio e resultado do ensaio. Deverá possibilitar a pesquisa das alterações realizadas nos registros do banco de dados, indicando a data, hora, login e computador que efetuou a alteração dos dados, bem como o valor original e o novo valor registrado.

O sistema deverá prever a geração de numeração própria

para cadastros dos pontos de IP da cidade e possibilidade de utilização de pontos pré-existent. O operador do sistema, de acordo com o seu nível de permissões, poderá ter acesso direto a cadastro de componentes nas diversas tabelas do sistema, que deve propiciar o gerenciamento próprio dos usuários do sistema pelo administrador local. Deverá ainda prever a integração do módulo de projetos com os índices da NBR 5101 em sua versão mais atual.

■ **Interface gráfica**

O sistema deverá ter um módulo no qual estejam previstas as funções de integração com mapas previamente obtidos. Esta interface gráfica deve ser compatível com os sistemas de informação geográfica utilizados na cidade.



Figura 2 – Pontos de IP georeferenciados

■ **Tratamento de dados**

O sistema deve ter a garantia da compatibilidade dos dados para importação e utilização de dados de outros sistemas ou registros em planilhas, texto, etc. Todos os dados que atualmente estão disponíveis em meio eletrônico devem ser convertidos para o aproveitamento e utilização. A verificação da consistência dos dados será feita após a sua conversão, a fim de garantir que nenhum dado seja perdido. Os dados também deverão ser tratados, de forma a garantir a utilização por outro sistema que posteriormente seja instalado em substituição a este ou como complemento. Deve-se prever também a exportação dos dados para utilização de outras secretarias do município ou outros setores da concessionária ou empresa que utilize o sistema.

■ **Informação e treinamento aos usuários**

O sistema deverá vir acompanhado de um manual

para treinamento do pessoal que irá operar o sistema. É também fundamental o treinamento para os funcionários do departamento de iluminação pública ou empresa que irá operar o sistema. Além do treinamento dos usuários, também deve ser executado um treinamento aos encarregados da área de informática quando serão passados todos os procedimentos de instalação e funcionamento interno do sistema. A segurança dos dados deve ser provida pelo usuário e sua equipe de informática.

Para garantia do funcionamento do sistema ao longo do tempo, também deve ser planejada uma garantia e suporte técnico.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS OPERACIONAIS

■ Solicitações de manutenção em pontos de IP

- O sistema deverá ser responsável pelo gerenciamento da manutenção da iluminação pública por meio de solicitações de serviço;
- Poderá ter um cadastro de solicitantes para facilitar a identificação do cidadão que está demandando a manutenção no ponto. Este cadastro de solicitantes deve ser tratado de forma que não sejam revelados os dados pessoais a qualquer usuário do sistema;
- Deve prever a exportação das solicitações de serviço em formato txt para comunicação com outros softwares;
- O sistema deverá indicar no encerramento das solicitações

de serviço a equipe que realizou o serviço e o tempo utilizado para o serviço;

- O encerramento das solicitações de serviço, os materiais utilizados e os materiais retirados do local do serviço deverão ser registrados e estarem disponíveis em relatórios;
- O sistema deverá possibilitar o envio de e-mail para o solicitante, indicando a data que a solicitação foi encerrada e a situação do ponto executado;
- O sistema deverá possibilitar pesquisar os pontos, bairros ou logradouros com maior reincidência de solicitações de serviço, a fim de realizar manutenções preditivas no parque de IP;
- O sistema deverá possibilitar visualizar as equipes de trabalho com maior produtividade, indicando o tipo de serviço que foi executado e o tempo gasto em cada solicitação.

■ Relatórios gerenciais

Uma série de relatórios possíveis que devem estar disponíveis no sistema. Confira:

- Relatório de estatísticas gerais do banco de dados, com as quantidades de lâmpadas cadastradas e seu respectivo percentual em relação ao todo e quantidades de potências cadastradas e o respectivo percentual da potência em relação ao todo;
- Relatório de pontos por logradouro ou pontos por bairro, detalhando os pontos e indicando a potência total obtida;

- Relatório de pontos por logradouro ou bairro para cálculos do Reluz, indicando a redução de potência que será obtida no processo de eficiência energética;
- Relatório da lista de componentes existentes por logradouro ou bairro, quantificando em tabela os tipos listados;
- Relatório das lâmpadas existentes e potência instalada por bairro, indicando a quantidade por tipo de material;
- Relatório de logradouros sem existência de iluminação pública para planejamento de futuras expansões no sistema de IP;
- Relatório de logradouros por tipo de componente instalado, indicando em quais logradouros estão instalados determinados tipos de componente;
- Relatório de logradouros com dados alterados em um determinado período para o controle das modificações que foram feitas durante este período;
- Relatório informativo para a concessionária, indicando os pontos alterados no período indicado, para que automaticamente seja feita a alteração na fatura de energia elétrica, estreitando, assim, a relação entre a prefeitura e a concessionária.

■ Expansões futuras

O sistema poderá ser alterado, com inclusão de novos módulos que, mediante solicitação, serão desenvolvidos de acordo com as necessidades advindas de novas tecnologias, novos métodos de atuação, etc.

■ Sistema de atendimento ao público

O sistema deverá prever a operação por parte de funcionários próprios ou contratados devidamente treinados para inserir as solicitações de serviço de manutenção de iluminação pública ou solicitações diversas para posterior programação e execução em campo.

Além disso, o sistema deverá prever a “baixa” das solicitações já executadas por funcionário devidamente treinado e a possibilidade de retorno por meio de comunicação do serviço executado no ponto de IP ao reclamante.

■ Auditoria e verificação

A qualquer tempo, deve existir a possibilidade de conferir e auditar o sistema implantado, acessando os registros adicionados, editados e excluídos, bem como todos os registros e controles por meio de relatórios referentes à gestão do sistema de iluminação pública.

Em caso de necessidade de maiores esclarecimentos sobre as operações e controles do sistema, o usuário poderá solicitar a contratação de empresa para executar as atividades de auditoria independente no sistema.

■ Operação

O responsável para utilização do sistema deverá manter pessoal treinado e dedicado a operação do sistema de gestão da

iluminação pública para garantir a correta entrada dos dados, geração de ordens de serviço, geração de relatórios, entre outros.

■ Manutenção do sistema

A prefeitura deverá manter em perfeito estado de funcionamento e segurança todos os equipamentos de informática em que o sistema de gestão da iluminação pública será instalado, sendo também responsável pelo zelo dos dados cadastrados, realizando backups de segurança por período não superior a uma semana.

■ Capacidade de expansão e atualização técnica

Em decorrência de evolução tecnológica, a prefeitura poderá vir a incrementar, atualizar e/ou substituir os equipamentos e sistemas instalados. Os parâmetros e as abrangências funcionais atualmente definidas nesta especificação poderão ser objeto de revisão futura, em função da experiência adquirida com a implantação e uso do sistema de gestão de iluminação pública, e considerando as eventuais necessidades de adequação para melhor atendimento à demanda de prestação de serviços aos usuários, respeitando o equilíbrio econômico financeiro do contrato.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se claramente a complexidade de um sistema completo de gestão de iluminação pública e o que sua correta utilização implica a melhoria da gestão da iluminação pública. A melhoria também está intimamente ligada com a melhoria dos processos e controles que se tornam mais eficazes.

Este modelo apresentado é aplicável a qualquer município, concessionária ou empresa que tenha por finalidade gerenciar sistemas de iluminação pública de pequeno, médio ou grande porte.

Seria de grande importância para o desenvolvimento da iluminação pública, que todos os municípios do Brasil que desenvolvessem um modelo de gestão de iluminação que utilize os recursos de um sistema de gestão informatizado, seja pela utilização própria do município, alimentado por alguma empresa que realize manutenção ou prestação de serviço, ou pela própria concessionária quando esta realize a manutenção informando ao município as intervenções realizadas.

** LUCIANO HAAS ROSITO é engenheiro eletricista, coordenador do Centro de Excelência em Iluminação Pública da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (CEIP-PUC/RS) e da área de iluminação dos Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica, Calibração e Ensaio (Labelo/PUC-RS).*

Para a realização deste trabalho, contamos com o apoio total de todas as prefeituras que foram avaliadas, das concessionárias de energia elétrica, do Cepel, da Puc/Rio e da Eletrobrás.

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeditorial.com.br

Capítulo X

Estudos de caso

Cálculos econômicos para utilização de equipamentos eficientes, relés fotoelétricos, luminárias, perdas em reatores e questões econômicas

Por Luciano Haas Rosito*

Chegamos ao fim deste fascículo e, neste último capítulo, serão apresentados estudos de caso de sistemas de iluminação pública, abordando os aspectos de viabilidade técnica e econômica, adequação dos equipamentos às normas técnicas e aplicação de novas tecnologias.

Durante os últimos anos, tem se tornado comum falarmos sobre eficiência energética e sustentabilidade, entretanto, diversos aspectos devem ser avaliados desde o projeto de iluminação, sua utilização prática, bem como nos critérios de especificação de materiais e qualificação técnica, para então termos um sistema economicamente eficiente e sustentável.

A utilização de tecnologias mais modernas e em evidência, como os Leds de alta potência em iluminação pública, também tem sido alvo de diversos estudos e experimentações. Entretanto, realmente há viabilidade técnica e econômica para a utilização destes sistemas no estágio atual da tecnologia disponível no mercado?

Muito mais do que simples respostas baseadas em dados comerciais que podem nos levar a erros, devemos sim questionar e buscar elementos e evidências que nos auxiliem na correta avaliação. Por intermédio destes estudos, podemos nos embasar tecnicamente para escolhermos a melhor solução para nossos projetos.

Estudo de caso da perda do reator para lâmpada a vapor de sódio

O objetivo deste tópico é apresentar os ganhos

possíveis com a utilização de reatores com perdas reduzidas e como é obtido o retorno por meio da diminuição do consumo e como consequência redução da fatura de energia elétrica em iluminação pública (IP).

Como é de conhecimento geral, os reatores eletromagnéticos para lâmpadas de descarga de alta intensidade têm uma perda elétrica associada que deve ser considerada para fins do cálculo da carga de energia elétrica. Esta perda atualmente é definida na NBR 13593/2003, norma esta que passa por processo de revisão no ano de 2009.

TABELA I – TIPO DE REATOR PARA LÂMPADA A VAPOR DE SÓDIO USUALMENTE UTILIZADO EM ILUMINAÇÃO PÚBLICA E SUAS RESPECTIVAS PERDAS

Potência (W)	Perda	Perda com selo	Diferença (W)
	Máxima (W)	Procel (W)	
70	15	12	3
100	18	14	4
150	26	18	8
250	37	24	13
400	46	32	14

O estudo foi realizado considerando o número de horas utilizadas em um mês, um ano, cinco anos e dez anos de utilização das diferentes potências de reator. Foi considerada a diferença da tabela anterior para fins de cálculo do consumo evitado e quanto representa em valores finais que podem ser deduzidos da fatura de energia elétrica.

A seguir, a tabela com os resultados:

TABELA 2 – ESTUDO DE PERDAS DE REATORES A VAPOR DE SÓDIO UTILIZADOS EM ILUMINAÇÃO PÚBLICA**Estudo de Perdas de reatores de IP - SELO PROCEL**

Tarifa média de IP

0,1994125

Reator VS-70W	Custo (R\$) - 82W	Custo (R\$) - 84W	Custo (R\$) - 85W	Economia R\$	Reator VS-70W	Consumo	Consumo	Energia
Período	Perda SELO	Perda ENCE	Perda ABNT	ABNT - SELO	Período	82W	85W	econom. (Kwh)
1 mês	5,886657	6,030234	6,1020225	0,2153655	1 mês	29,52	30,6	1,08
1 ano	70,639884	72,362808	73,22427	2,584386	1 ano	354,24	367,2	12,96
5 anos	353,19942	361,81404	366,12135	12,92193	5 anos	1771,2	1836	64,8
10 anos	706,39884	723,62808	732,2427	25,84386	10 anos	3542,4	3672	129,6
Reator VS-100W	Custo (R\$) - 114W	Custo (R\$) - 117W	Custo (R\$) - 118W	Economia R\$	Reator VS	Consumo	Consumo	Energia
Período	Perda SELO	Perda ENCE	Perda ABNT	ABNT - SELO	100W Período	114W	118W	econom. (Kwh)
1 mês	8,183889	8,3992545	8,471043	0,287154	1 mês	41,04	42,48	1,44
1 ano	98,206668	100,791054	101,652516	3,445848	1 ano	492,48	509,76	17,28
5 anos	491,03334	503,95527	508,26258	17,22924	5 anos	2462,4	2548,8	86,4
10 anos	982,06668	1007,91054	1016,52516	34,45848	10 anos	4924,8	5097,6	172,8
Reator VS-150W	Custo (R\$) - 168W	Custo (R\$) - 172W	Custo (R\$) - 176W	Economia R\$	Reator VS	Consumo	Consumo	Energia
Período	Perda SELO	Perda ENCE	Perda ABNT	ABNT - SELO	150W Período	168W	176W	econom. (Kwh)
1 mês	12,060468	12,347622	12,634776	0,574308	1 mês	60,48	63,36	2,88
1 ano	144,725616	148,171464	151,617312	6,891696	1 ano	725,76	760,32	34,56
5 anos	723,62808	740,85732	758,08656	34,45848	5 anos	3628,8	3801,6	172,8
10 anos	1447,25616	1481,71464	1516,17312	68,91696	10 anos	7257,6	19267,2	12009,6
Reator VS-250W	Custo (R\$) - 274W	Custo (R\$) - 280W	Custo (R\$) - 287W	Economia R\$	Reator VS	Consumo	Consumo	Energia
Período	Perda SELO	Perda ENCE	Perda ABNT	ABNT - SELO	250W Período	274W	287W	econom. (Kwh)
1 mês	19,670049	20,10078	20,6032995	0,9332505	1 mês	98,64	103,32	4,68
1 ano	236,040588	241,20936	247,239594	11,199006	1 ano	1183,68	1239,84	56,16
5 anos	1180,20294	1206,0468	1236,19797	55,99503	5 anos	5918,4	6199,2	280,8
10 anos	2360,40588	2412,0936	2472,39594	111,99006	10 anos	11836,8	12398,4	561,6
Reator VS-400W	Custo (R\$) - 432W	Custo (R\$) - 438W	Custo (R\$) - 446W	Economia R\$	Reator VS	Consumo	Consumo	Energia
Período	Perda SELO	Perda ENCE	Perda ABNT	ABNT - SELO	400W Período	432W	446W	econom. (Kwh)
1 mês	31,012632	31,443363	32,017671	1,005039	1 mês	155,52	160,56	5,04
1 ano	372,151584	384,212052	1886,60178	12,060468	1 ano	1866,24	1926,72	60,48
5 anos	377,320356	1860,75792	1921,06026	60,30234	5 anos	9331,2	9633,6	302,4
10 anos	3721,51584	3773,20356	3842,12052	120,60468	10 anos	18662,4	19267,2	604,8

TABELA 3 – EXEMPLO DE CIDADE COM 10.000 PONTOS
Cidade hipotética A – 100.000 habitantes – 10.000 pontos de IP

	Quantidade	Custo do reator ABNT	Custo Baixas perdas	Dif. (R\$)	Econ. em 5 anos (R\$)	Econ. em 10 anos (R\$)
VS – 70 W	3000	20	30	3000	64.609,65	129.219,30
VS – 100 W	1000	25	35	1000	21.536,55	43.073,10
VS – 150W	3000	30	40	3000	142.141,23	284.282,46
VS – 250W	2000	40	50	2000	111.990,06	223.980,12
VS – 400W	1000	50	60	1000	60.302,34	120.604,68
Total	10000			100000	400.579,83	801.159,66

TABELA 4 – EXEMPLO DE CIDADE COM 81.000 PONTOS
Cidade hipotética B – 1.500.000 habitantes – 81.000 pontos de IP

	Quantidade	Custo do reator ABNT (R\$)	Custo Baixas perdas (R\$)	Dif. (R\$)	Econ. em 10 anos (R\$)	Econ. em 5 anos (R\$)
VS – 70 W	10000	20	30	100000	258.438,60	129.219,30
VS – 100 W	30000	25	35	300000	1.033.754,40	516.877,20
VS – 150W	30000	30	40	300000	2.067.508,80	1.033.754,40
VS – 250W	7000	40	50	70000	783.930,42	391.965,21
VS – 400W	4000	50	60	40000	482.418,72	241.209,36
Total	81000			810000	4.626.050,94	2.313.025,47

Diferença obtida

A diferença de valores entre os equipamentos com perdas máximas de norma e os reatores com Selo Procel é uma estimativa que denota a melhoria da qualidade e a qualificação dos fornecedores, podendo, na prática, tornar este reator até mais durável e confiável. Essa diferença de valores, em grandes quantidades, certamente é reduzida.

A diferença entre as perdas usualmente cobradas pela perda máxima admitida na NBR 13593 e as perdas máximas do selo Procel é uma ótima oportunidade de redução da fatura de energia elétrica dos municípios. Para tanto, são necessárias ações de ordem técnica e prática, como a especificação correta de compra dos reatores com baixas perdas por meio do Selo Procel e a comunicação da substituição dos equipamentos.

Esta redução, que poderia parecer insignificante, ao longo do tempo, é capaz de pagar não somente o valor da aquisição do reator, mas pode gerar uma economia significativa de utilização do equipamento. Além disso, um benefício adicional da aquisição deste tipo de equipamento é a durabilidade, pois equipamentos com Selo Procel e com especificação rígida tendem a ser superiores a média do mercado, durando mais.

Estudo de caso da utilização de luminária pública eficiente

Para este estudo apresentaremos três alternativas de substituição de uma lâmpada a vapor de mercúrio de 250 W por outra fonte mais eficiente. Com a escolha da lâmpada a ser substituída em um projeto de melhoria na eficiência energética, tal como o Programa Reluz, temos a chance de obter ganhos adicionais, com a utilização de luminárias o mais eficiente possível. Tão importante quanto o ganho que se obtém substituindo uma lâmpada que gere maior consumo e menor quantidade de lumens por outra que gere menor consumo e quantidade equivalente ou superior de lumens, é a substituição de uma luminária ineficiente por uma eficiente que maximize os benefícios desta troca de lâmpadas.

TABELA 5 – TABELA DE COMPARAÇÃO ENTRE OS POSSÍVEIS CASOS DE UTILIZAÇÃO DE LÂMPADAS

ESTUDO DE CASO – LÂMPADA VM – 250 W

	SEM SUBSTITUIÇÃO DA LUMINÁRIA VS CONVENCIONAL		COM SUBSTITUIÇÃO DA LUMINÁRIA VS CONVENCIONAL	
	VM – 250W	VS – 150W	VS – 150W	VS – 100W
Fluxo luminoso lâmpada (lm)	13000	14500	14500	9500
Rendimento luminária	45,00%	45,00%	75,00%	75,00%
Fluxo luminoso efetivo (lm)	5850	6525	10875	7125
Ganho de iluminação	0	11,54%	85,90%	21,79%
Perda do reator (W)	25	26	26	18
Potência total (W)	275	176	176	118
Redução percentual	0,00%	36,00%	36,00%	57,09%
Número de horas/dia	12	12	12	12
Consumo mensal (kWh)	99	63,36	63,36	42,48
Tarifa de IP (R\$)	0,1994125	0,1994125	0,1994125	0,1994125
Custo mensal (R\$)	19,74	12,63	12,63	8,47
Custo anual (R\$)	236,90	151,61	151,61	101,65



Figura 1 – Exemplos de luminárias convencionais ineficientes

Observando os dados da Tabela 5, é possível perceber o ganho que se pode obter da melhoria da eficiência e distribuição da luminária, sendo possível utilizar uma potência menor de lâmpada.

Vale também atentar para a diferença de custo da luminária com a sua substituição. O custo de uma luminária eficiente é pago entre dois e três anos, considerando a diferença expressa na última linha da tabela, entre a lâmpada de 150 W e 100 W. Além disso, o ganho de iluminação é maior, sem falar nos ganhos não computados, como maior proteção e durabilidade da lâmpada, facilidade de manutenção, visual da luminária no período diurno, entre outros.

Estudo de caso do tempo de permanência das lâmpadas acesas durante o dia

Conforme apresentado no Capítulo VIII, foi possível verificar, por meio de pesquisa de campo, que em torno de 75% dos relés fotoelétricos estão operando sem atender à norma NBR 5123.

Especificamente sobre os níveis de operação do relé (liga/desliga), o que ocorre ao longo do tempo com muitos relés é o deslocamento do ponto de operação ligando a lâmpada mais cedo no final da tarde e desligando a lâmpada mais tarde ao amanhecer. Isto gera um consumo extra que normalmente é absorvido pela concessionária de energia elétrica, pois o valor cobrado é feito por estimativa de consumo e não pela medição real. Logo, existe uma perda associada não somente ao consumo próprio do relé, mas em função de sua operação ineficiente. Seria, neste caso, extremamente recomendável a criação de um regulamento de avaliação da conformidade deste produto, visto não somente o consumo excessivo que pode causar, mas a baixa qualidade de muitos produtos que se encontram disponíveis no mercado.

Objetivo do estudo: Observar o comportamento do amanhecer e do anoitecer, medindo os níveis de iluminância de um em um segundo. Com este gráfico obtido por um luxímetro monitorando a iluminância vertical de segundo em segundo, é possível obter o tempo de cada nível de iluminância e comparar com o tempo que o relé está operando. Dessa forma, é possível estimar o tempo a mais que o relé está operando sem necessidade de estabelecer o ponto ideal para a operação do relé.

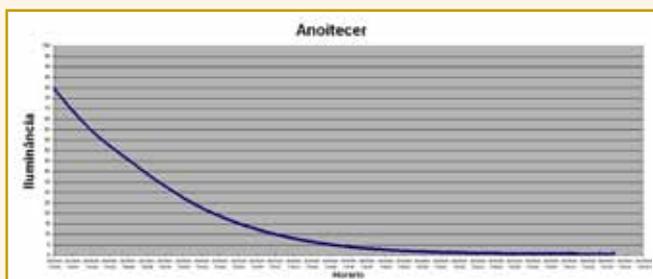


Gráfico 1 – Comportamento da iluminância ao anoitecer em dia de céu claro

Se no anoitecer o relé acionar a lâmpada com 80 lux, seria aproximadamente 9 minutos antes do tempo quando a iluminância seria de 20 lux. Estima-se que possa ser economizado, em média, em torno de 7 minutos, considerando o atual nível de operação dos relés convencionais ao anoitecer.

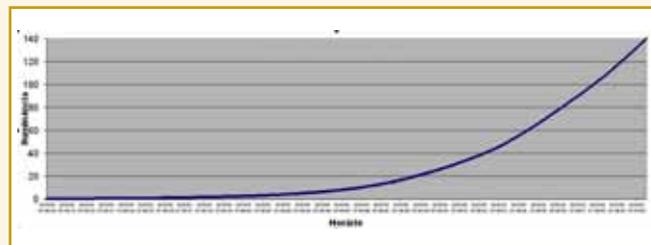


Gráfico 2 – Comportamento da iluminância ao amanhecer em dia de céu claro

Se ao amanhecer o relé não desliga até 80 lux, que é o atual nível da NBR 5123, ele é considerado como fora dos níveis da norma. Entretanto, sabe-se que este nível está demasiadamente alto e deve ser reduzido para 30 lux. Ou seja, a diferença entre o relé que desliga com 30 lux para o que desliga com 80 lux seria também em torno de sete minutos.

Conclusão

Conclui-se que, durante um ciclo do relé (acende e apaga), facilmente é possível economizar 15 minutos de tempo de permanência de lâmpadas acesas. Isto representa hoje um consumo desnecessário, desperdiçando energia principalmente no momento em que ligam as lâmpadas que pode coincidir com o horário de ponta do sistema.

Pela foto a seguir, é possível comparar os pontos mais à direita da foto com relés convencionais e os dois primeiros pontos à esquerda com relés mais eficientes que somente acionam as lâmpadas quando há necessidade.



Figura 2 – Operação do relé em horário desnecessário. Pontos ligados e pontos desligados

Estudo de caso de sistemas de iluminação pública a LED

A utilização do Led em iluminação tem sido extremamente discutida nos últimos anos e, conforme já abordado em capítulos anteriores, não há dúvida que vieram para ocupar um importante espaço no mercado de iluminação geral e quem sabe de iluminação pública, concorrendo com as tecnologias já consolidadas e, atualmente, consideradas como as mais eficientes.

A dúvida atualmente é se realmente os Leds são capazes de superar estas tecnologias e se tornarem a forma mais interessante economicamente de iluminar as vias de uma cidade.

Seja pela sua alta durabilidade estimada pelos fabricantes, seja pela qualidade da iluminação proveniente da luz branca com alto índice de reprodução de cores ou por sua facilidade de controle fotométrico, há inúmeros benefícios na utilização do Leds.

Por meio de simulações em softwares e levantamentos de campo, comparamos os resultados das diferentes tecnologias disponíveis apresentando seus pontos fortes e pontos fracos. Recentemente, também estivemos realizando medições luminotécnicas e avaliações de campo de equipamentos com esta tecnologia. Dessa forma foi possível vermos iniciativas de grande importância para a formação de um conceito e cultura luminotécnica e realizarmos uma discussão sobre os rumos que devemos seguir na implantação de programas de eficiência energética utilizando os Leds.

VANTAGENS DO SISTEMA A LED

- Alta durabilidade
- Melhor reprodução de cores e distribuição espectral da luz
- Acendimento imediato
- Multitensão

DÚVIDAS EM RELAÇÃO A SISTEMA AO LED

- Temperatura de operação do Led na luminária
- Depreciação do fluxo luminoso – A eficiência se mantém ao longo da vida de 50.000 horas?
- Viabilidade de uso em baixas alturas e grande distanciamento de postes
- Custo será compatível?

VANTAGENS DO SISTEMA COM LÂMPADAS A VAPOR DE SÓDIO

- Tecnologia conhecida e consolidada
- Vida mediana conhecida e equipamentos eficientes
- Custo baixo devido à tecnologia e escala de produção

DESVANTAGENS DO SISTEMA COM LÂMPADAS A VAPOR DE SÓDIO

- Tempo de reacendimento das lâmpadas pode ser alto
- Baixa reprodução de cores
- Fator de potência pode baixar ao longo da vida dependendo da qualidade do capacitor

PONTOS EM QUESTÃO

- As luminárias a Led hoje atendem às normas internacionais e nacionais?
- Quais são as configurações necessárias de projeto para que a distribuição fotométrica do Led atenda aos níveis e uniformidade desejada?
- O melhor controle de distribuição do Led pode ajudar os projetistas a evitar o desperdício de iluminação e a luz intrusa?
- Qual a vida do reator/driver que alimenta o Led? Deve ser compatível com a vida do Led.
- Teoricamente mudam os conceitos de manutenção, visto que na tecnologia convencional trocávamos a fonte de luz (lâmpada) e com os Leds trocaremos a luminária completa? Ou adotaremos padrões de troca segura da placa de Leds?
- As classificações fotométricas dos equipamentos de IP podem

ser utilizadas para classificação dos equipamentos a Led? Necessitamos rever estes conceitos?

Conclusões

Há uma necessidade urgente na ampliação das discussões referentes à utilização dos Leds em iluminação pública, principalmente no tocante ao estudo de viabilidade técnica e econômica. O fundamental é a garantia de um investimento em uma tecnologia que trará retorno seguro pela economia de energia, mantendo os níveis adequados para garantia de segurança, utilização de tecnologia que necessite de menor quantidade de material e a não utilize materiais nocivos ou prejudiciais ao ambiente.

Não há dúvidas de que a tecnologia Led veio para ficar e ocupar sua posição no mercado de iluminação, entretanto, devemos aprender com os acertos e erros na inserção dos produtos de Led em iluminação pública e acompanhar a evolução constante que vem ocorrendo, seja no aumento da eficiência dos conjuntos de Led, na melhoria dos equipamentos auxiliares e luminárias, seja no desenvolvimento de projetos.



Figura 3 – Iluminação pública a Led

** LUCIANO HAAS ROSITO é engenheiro eletricista, coordenador do Centro de Excelência em Iluminação Pública da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (CEIP-PUC/RS) e da área de iluminação dos Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica, Calibração e Ensaio (Labelo/PUC-RS).*

Para a realização deste trabalho, contamos com o apoio total de todas as prefeituras que foram avaliadas, das concessionárias de energia elétrica, do Cepel, da Puc/Rio e da Eletrobrás.

FIM

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeeditorial.com.br