

**Andraus Troyano
Frayze David
Advogados**

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

CHAMADA PÚBLICA - N.º 03/2017

**Procedimento de Manifestação de Interesse – PMI
(Prefeitura Municipal de Orlandia)**

**Estudos realizados em resposta a Chamada Pública n.º 03/2017 com
propostas de soluções para a prestação dos serviços de iluminação pública no
Município de Orlandia sob a forma de Parceria Público Privada.**

**VOLUME II
PROJETO CONCEITUAL DE ENGENHARIA**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Temperatura de cor

Tabela 2 – Tipo de tráfico motorizado e de pedestres

Tabela 3 – Limites fotométricos para vias de trafego motorizado e de pedestres

Tabela 4 – Comparativo entre as tecnologias

Tabela 5 – Limites para distorção harmônica da corrente

Tabela de SIMBOLOS E MEDIDAS

°C: Grau Celsius

A: Ampère, unidade de corrente elétrica

cd/m²: Candela por metro quadrado, unidade de luminância

cd: Candela, unidade de intensidade luminosa

E: Iluminância, quantidade de luz que atinge uma unidade de área (lux)

GWh: Gigawatthora, unidade de consumo de energia elétrica

Hz: Hertz, unidade de frequência

h: Hora, unidade de tempo

I: Intensidade de corrente elétrica (A)

K: Kelvin, unidade de temperatura

kVAR: kilo Volt Ampère Reativo, unidade de potência reativa

L: Luminância, medida fotométrica da intensidade luminosa por unidade de área da luz que viaja numa determinada direção (cd/m²) l

m/W: Lúmen por watt, unidade de eficiência luminosa

lm: Lúmen, unidade de fluxo luminoso

Lx: Lux, unidade de iluminamento m²: metro quadrado, unidade de área

MWh: Megawatthora, unidade de consumo de energia elétrica ativa

P: Potência ativa (W)

Q: Potência reativa (kVAR)

S: Potência aparente (kVA)

TWh: Terawatthora, unidade de consumo de energia elétrica ativa

U: Fator de uniformidade da iluminância em um determinado plano

V: Volts, unidade de tensão elétrica

VA: Volt Ampère, unidade de potência aparente

Wh/ano: Watthora por ano, unidade de consumo de energia elétrica ativa

φ: Fluxo luminoso, radiação total emitida em todas as direções por uma fonte luminosa

Sumário

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 2. SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA | 8 |
| a. FLUXO LUMINOSO | 8 |
| b. EFICIÊNCIA LUMINOSA | 8 |
| c. ILUMINAMENTO OU ILUMINÂNCIA | 8 |
| d. FATOR DE UNIFORMIDADE | 8 |
| e. TEMPERATURA DE COR..... | 9 |
| f. ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR..... | 10 |
| g. VIDA MEDIANA..... | 10 |
| h. DISTORÇÃO HARMÔNICA TOTAL | 10 |
| i. FATOR DE POTÊNCIA..... | 11 |
| 3. PROJETO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA | 11 |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS | 15 |
| 3.3 TOPOLOGIAS DE ILUMINAÇÃO VIÁRIA | 16 |
| 4. TECNOLOGIAS APLICÁVEIS EM SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA..... | 19 |
| 4.1.1 Lâmpada incandescente:..... | 19 |
| 4.1.2 Lâmpada a vapor de mercúrio em alta pressão:..... | 20 |
| 4.1.3 Lâmpada a vapor de sódio em alta pressão:..... | 21 |
| 4.1.4 Lâmpada a multivapores metálicos: | 22 |
| 4.1.5 Lâmpada fluorescente de indução magnética: | 23 |
| 4.1.6 LED: | 23 |
| 4.1.7 REATORES..... | 24 |
| 4.2 CIRCUITOS DE COMANDO | 27 |
| 4.3 LUMINÁRIAS | 29 |
| 4.4 BRAÇOS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA..... | 32 |

| | |
|--|-----|
| 4.5 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO | 34 |
| 5. EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS – LUMINÁRIAS COM LED’S E ECONOMIZADORES..... | 37 |
| 6. AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA | 40 |
| 7. PADRÕES DE MONTAGEM DOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA..... | 41 |
| 8. ILUMINAÇÃO PÚBLICA E A ARBORIZAÇÃO URBANA..... | 41 |
| 9. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO..... | 42 |
| 10. DIAGNÓSTICO..... | 42 |
| 11. ARQUIVOS FOTOGRÁFICOS | 73 |
| 12. DIAGNOSTICO..... | 74 |
| 12.1 Tipo de lâmpada utilizadas- lâmpada de vapor de sódio | 74 |
| 12.2 Características da luz..... | 74 |
| 12.2.1 Lâmpadas de baixa pressão | 75 |
| 12.2.2 Lâmpadas de alta pressão | 77 |
| Diodo emissor de luz -LED | 83 |
| Características Técnicas..... | 83 |
| Funcionamento..... | 86 |
| Características comerciais..... | 92 |
| 13. PROJETO LUMINOTECNICO..... | 96 |
| 11.1 Crescimento populacional e de unidades de iluminação..... | 96 |
| 14. CENARIOS..... | 99 |
| 12.1.CENARIO BASE | 99 |
| 12.2 CENARIOS ALTERNATIVOS | 100 |
| 15. ILUMINAÇÃO CENICA | 101 |
| 16. PROPOSTAS DE ILUMINAÇÃO | 102 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

1. INTRODUÇÃO

Em setembro de 2010, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 414/2010, em substituição à Resolução nº 456/2000, que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica. Dentre várias normativas, é estabelecido no Artigo 218 que os acervos de iluminação pública que estiverem registrados como Ativo Imobilizado em Serviço das concessionárias devem ser transferidos para a pessoa jurídica de direito público, sendo um dos argumentos para isso o determinado na própria Constituição Federal, além de garantir menor tarifa aplicável ao consumo de energia para a iluminação pública, visto que sob a responsabilidade das distribuidoras a tarifa aplicada é a B4b, que é cerca de 9,5% superior a B4a, utilizada onde os acervos pertencem aos municípios, com a finalidade de remunerar os serviços de manutenção e operação

Continua permitido às distribuidoras de energia prestarem os serviços de operação e manutenção dos sistemas de iluminação, porém mediante concessão ou autorização por parte do poder público municipal.

Além dos aspectos energéticos, que impactam diretamente nos custos de manutenção dos sistemas, os administradores, em especial as prefeituras, devem considerar os impactos que a iluminação pública causa no cotidiano das pessoas e, conseqüentemente, no desenvolvimento de uma cidade.

O presente volume constitui o Projeto Conceitual de Engenharia, onde estão descritos os aspectos técnicos e gerenciais do sistema de Iluminação Pública da localidade.

2. SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

DEFINIÇÕES DE TERMOS LUMINOTÉCNICOS

A seguir serão definidos alguns termos luminotécnicos e elétricos necessários para a compreensão das demais seções.

a. FLUXO LUMINOSO

O fluxo luminoso pode ser entendido como a quantidade de energia radiante em todas as direções, emitida por unidade de tempo, e avaliada de acordo com a sensação luminosa produzida. A unidade de medida é o lúmen (lm).

b. EFICIÊNCIA LUMINOSA

A eficiência luminosa é a relação entre o fluxo luminoso emitido pela potência elétrica absorvida, sendo a unidade de medida o lúmen por Watt (lm/W). Este conceito é utilizado para comparar a diferentes fontes luminosas.

c. ILUMINAMENTO OU ILUMINÂNCIA

Iluminância é a densidade de fluxo luminoso recebido por uma superfície. Por definição a unidade de medida é o lúmen por metro ao quadrado (lm/m²), que pode ser denominada também de lux. A verificação deste parâmetro é fundamental para comprovar a qualidade da iluminação de um determinado local.

d. FATOR DE UNIFORMIDADE

O fator de uniformidade é uma relação entre a iluminância mínima e a média de uma determinada área. Resulta em um valor adimensional variando entre zero e a unidade, que indica como está a distribuição da luminosidade na superfície aferida

e. TEMPERATURA DE COR

Este parâmetro não está relacionado com o calor emitido por uma lâmpada, mas pela sensação de conforto que a mesma proporciona em um determinado ambiente. Quanto mais alto for o valor da temperatura de cor, mais branca será a luz emitida, denominada comumente de “luz fria” e que é utilizada, por exemplo, em ambientes de trabalho, pois induz maior atividade ao ser humano. No entanto, caso seja baixa a temperatura de cor, a luz será mais amarelada, proporcionando uma maior sensação de conforto e relaxamento, chamada popularmente de “luz quente”, utilizada preferencialmente em salas de estar ou quartos. As fontes luminosas artificiais podem variar entre 2000K (muito quente) até mais de 10000K (muito fria).

Tabela 1 – Temperatura de cor.

| Temperatura de cor (K) | Aparência | |
|------------------------|----------------------------|---|
| <3300 | Quente (branco alaranjado) |  |
| De 3300 a 5000 | Intermediária (branco) |  |
| >5000 | Fria (branco azulado) |  |

Fonte: adaptado de Indal (2011).

f. ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR

O índice de reprodução de cor (IRC) de uma fonte luminosa é a medida de cor real de uma superfície e sua aparência a ser iluminada pela fonte artificial. Uma fonte com IRC 100% é a que apresenta as cores de um objeto com a máxima fidelidade.

Na Figura 1, é apresentado o mesmo local sob as mesmas condições, porém iluminado com fontes luminosas diferentes. À esquerda a iluminação é feita por LED's (*light emitting diode* ou diodo emissor de luz) de alto IRC, e à direita com lâmpadas a vapor de sódio em alta pressão com baixo IRC. Nota-se que na segunda situação a definição das cores é prejudicada.



Figura 1 – Comparativo entre duas fontes luminosas com diferentes IRC's.
Fonte: COPEL e GE – *General Eletric* (2011).

g. VIDA MEDIANA

Tempo após o qual 50% das lâmpadas de uma determinada amostragem, submetidas a um ensaio de vida, deixam de funcionar.

h. DISTORÇÃO HARMÔNICA TOTAL

Entende-se por distorção harmônica total (THD – *Total Harmonic Distortion*), a relação entre a soma dos valores eficazes de todas as componentes harmônicas de uma determinada

forma de onda pelo valor eficaz de sua componente fundamental, expresso normalmente em termos percentuais.

Para este manual, define-se THDi como a distorção harmônica da corrente absorvida por uma carga não linear, em geral equipamentos eletroeletrônicos, em relação à onda senoidal pura com frequência de 60Hz, fornecida pela concessionária. Com relativa intensidade, uma corrente com elevado THDi pode provocar distorções nas formas de onda da corrente e tensão do sistema elétrico, reduzindo a qualidade da energia entregue e prejudicando o funcionamento de outros equipamentos conectados à mesma rede.

i. FATOR DE POTÊNCIA

O fator de potência é definido pela razão entre as potências ativa (P) e aparente (S) de um circuito, resultando em um número adimensional entre zero e um. Quanto mais próximo da unidade for o fator de potência, indica que a energia está sendo consumida de forma mais eficiente, visto que apenas a potência ativa realiza trabalho efetivamente. No entanto, quanto mais próximo a zero indica que a maior parte da energia consumida é reativa, necessária para o funcionamento de elementos armazenadores de energia, como indutores e capacitores, mas que deve ser compensada, pois gera perdas e diversas perturbações no sistema elétrico.

Na maioria dos casos, as tensões e correntes do sistema elétrico podem ser consideradas senoidais puras, logo seus valores eficazes totais são iguais aos de suas componentes fundamentais.

Para o cálculo do fator de potência dos equipamentos abrangidos por este manual, deve-se utilizar a equação apresentada na sequência, que é resultado da inserção do conceito da total distorção harmônica da corrente apresentada na equação geral, desprezando as possíveis distorções na forma de onda da tensão.

3. PROJETO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Nesta seção apresentamos uma metodologia básica para realizar um projeto eficiente de iluminação pública aplicada em vias, baseando-se nos critérios estabelecidos nas normas

vigentes para garantir a funcionalidade do sistema, havendo muitas alternativas para melhorar a qualidade da iluminação do ponto de vista de embelezamento urbano.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

O ponto de partida do projeto de um sistema de iluminação pública é a classificação da via que se pretende iluminar. Conforme o Código de Trânsito Brasileiro, as vias podem ser classificadas da seguinte forma:

3.1.1 vias urbanas:

Aquela caracterizada pela existência de construções às suas margens, com presença de tráfego motorizado e de pedestres em maior ou menor escala. Ruas, avenidas, vielas ou caminhos e similares abertos à circulação pública, situados na área urbana, caracterizados principalmente por possuírem imóveis edificadas ao longo de sua extensão.

3.1.2 via de trânsito rápido;

Avenidas e ruas asfaltadas, exclusivas para tráfego motorizado, onde não há predominância de construções. Baixo trânsito de pedestres e alto trânsito de veículos. Aquela caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e em travessia de pedestres em nível, com velocidade máxima de 80 km/h.

3.1.3 via arterial;

Via exclusiva para tráfego motorizado, que se caracteriza 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 o 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. Aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade, com velocidade máxima de 60 km/h.

3.1.4 via coletora;

Via exclusivamente para tráfego motorizado, que se caracteriza por um volume de tráfego inferior e por um acesso de tráfego superior àqueles das vias arteriais. Aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade, com velocidade máxima de 40 km/h.

3.1.5 via local;

Via que permite acesso às edificações e a outras vias urbanas, com grande acesso e pequeno volume de tráfego. Aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas, com velocidade máxima de 30 km/h.

3.1.6 vias rurais:

Via mais conhecida como estradas de rodagem, que nem sempre apresenta, exclusivamente, tráfego motorizado.

3.1.7 rodovias;

Via para tráfego motorizado, pavimentada, com ou sem acostamento, com tráfego de pedestres. Este tipo de via pode ter trechos classificados como urbanos com as seguintes velocidades máximas: 110km/h para automóveis, camionetas e motocicletas; 90km/h para ônibus e micro-ônibus; 80km/h para os demais veículos.

3.1.8 estradas.

Vias para tráfego motorizado, com ou sem acostamento, com tráfego de pedestres. Este tipo de via pode ter trechos classificados como urbanos. Trata-se de via rural não pavimentada, com velocidade máxima de 60 km/h. Vias de áreas de pedestres são vias ou conjunto de vias destinadas à circulação prioritária de pedestres.

Na Figura 2 é apresentado um esquema geral ilustrando a classificação das vias

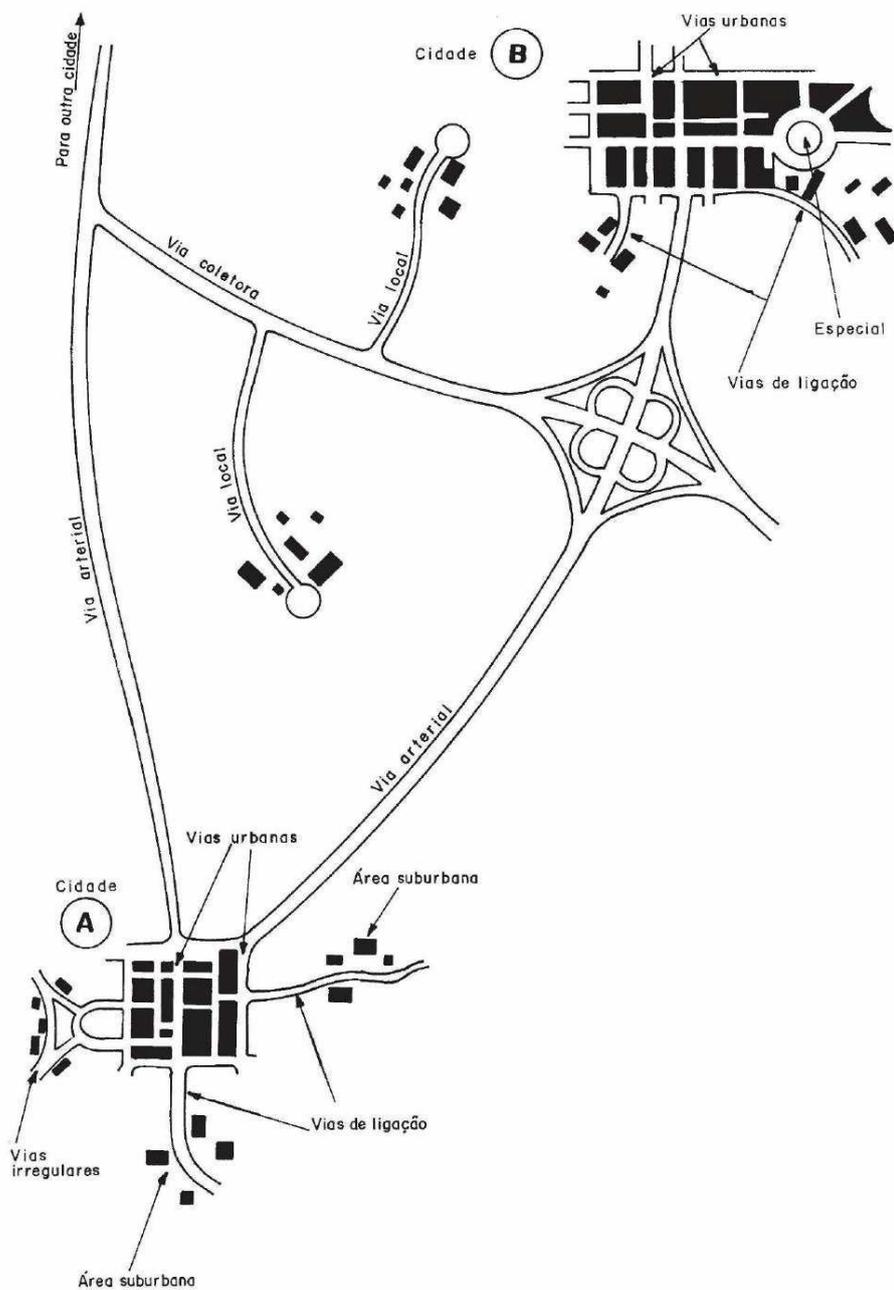


Figura 2 – Classificação das vias urbanas.

Fonte: NBR 5101:1992.

3.2 CARACTERÍSTICAS LUMINOTÉCNICAS

Classificada a via, deve-se consultar a NBR 5101:1992 para verificar os níveis de iluminância e os fatores de uniformidades mínimos para cada situação. O tipo do tráfego também deve ser levado em consideração, sendo classificados como: sem, leve, médio ou intenso tanto para pedestres quanto para veículos. Na Tabela 2 são apresentadas as características de cada tipo de tráfego.

Tabela 2 – Tipo de tráfego motorizado e de pedestres.

| Classificação | Tipo de tráfego | |
|---------------|-----------------|--|
| | Motorizado* | Pedestres |
| Sem | Até 500 | Ocupação em ruas arteriais, exclusivas para o tráfego motorizado |
| Leve | 501 a 1200 | Ocupação em ruas residenciais médias |
| Médio | > 1200 | Ocupação em ruas comerciais secundárias |
| Intenso | --- | Ocupação em ruas comerciais principais |

*Volume de tráfego noturno de veículos por hora, em ambos sentidos, em pista única.
Fonte: adaptado da NBR 5101:1992.

Feita a classificação da via e determinado o tipo de tráfego, faz-se necessário definir os parâmetros fotométricos adequados para atender a necessidade do local. Na NBR 5101 são estipulados valores mínimos para a iluminância $E_{mín}$ e o fator de uniformidade $U_{mín}$, em função do tipo da via. Estes limites estão resumidos e apresentados na Tabela 3

Tabela 3 – Limites fotométricos para vias de tráfego motorizado e de pedestres.

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| Descrição da via | Volume de tráfego | E _{mín} (lux) | U _{mín} |
|--|-------------------|------------------------|------------------|
| Vias de trânsito rápido; vias de alta velocidade de tráfego, com separação de pistas, sem cruzamentos em nível e com controle de acesso; vias de trânsito rápido em geral; auto-estradas | Intenso | 30 | 0,4 |
| | Médio | 20 | 0,3 |
| Vias arteriais; vias de alta velocidade de tráfego com separação de pistas; vias de mão dupla, com cruzamentos e travessias de pedestres eventuais em pontos bem definidos; vias rurais de mão dupla com separação por canteiro ou obstáculo | Intenso | 30 | 0,4 |
| | Médio | 20 | 0,3 |
| Vias coletoras; vias de tráfego importante; vias radiais e urbanas de interligação entre bairros, com tráfego de pedestres elevado | Intenso | 20 | 0,3 |
| | Médio | 15 | 0,2 |
| | Leve | 10 | 0,2 |
| Vias locais; vias de conexão menos importante; vias de acesso residencial | Médio | 10 | 0,2 |
| | Leve | 5 | 0,2 |
| Vias de uso noturno intenso por pedestres (por exemplo, calçadões, passeios de zonas comerciais) | | 20 | 0,3 |
| Vias de grande tráfego noturno de pedestres (por exemplo, passeios de avenidas, praças, áreas de lazer) | | 10 | 0,25 |
| Vias de uso noturno moderado por pedestres (por exemplo, acostamentos, passeios, | | 5 | 0,2 |
| Vias de pouco uso por pedestres (por exemplo, passeios de bairros residenciais) | | 3 | 0,2 |

Fonte: adaptado da NBR 5101:1992.

3.3 TOPOLOGIAS DE ILUMINAÇÃO VIÁRIA

Definidos os níveis luminotécnicos, devem-se especificar os materiais a serem utilizados e a topologia de distribuição dos pontos de iluminação, de maneira a atingir os valores mínimos exigidos para cada situação sem perder de vista os custos envolvidos e principalmente diversidade construtiva do local, como por exemplo as estruturas das redes elétricas existentes, postes, prédios, marquises, arborização ou quaisquer componentes que possam interferir na montagem do sistema de iluminação. Na sequência são apresentados os arranjos comumente encontrados na montagem de pontos de iluminação em vias. Outras configurações podem ser obtidas com o auxílio de programas específicos para cálculos luminotécnicos, ou a aplicação direta de métodos disponíveis nas literaturas, como por exemplo: método das curvas isolux, método ponto-por-ponto, método do fator de utilização ou do fluxo luminoso, método das iluminâncias. Entretanto, como em vários casos as estruturas das redes elétricas já existem, estas são aproveitadas para montagem dos componentes.

Figura 3 – Arranjo unilateral das luminárias.

Fonte: CPFL (2006).

O arranjo unilateral das luminárias, apresentado na Figura 3, é o mais comumente utilizado, atendendo geralmente a vias coletoras e locais, com largura máxima da pista de rolamento igual ou menor que 9m, com tráfego motorizado leve ou médio.



Figura 4 – Arranjo bilateral alternado das luminárias.

Fonte: CPFL (2006).

Na Figura 4 é apresentado o arranjo bilateral alternado das luminárias. Este sistema é utilizado geralmente em vias com tráfego motorizado intenso e largura de pista de rolamento de até 16m. Para vias com tráfego motorizado intenso e largura de pista de rolamento de até 18m, pode-se empregar o arranjo bilateral oposto, alternativa apresentada na Figura 5. E por fim na Figura 6 é apresentada uma opção para vias em que há um canteiro central.

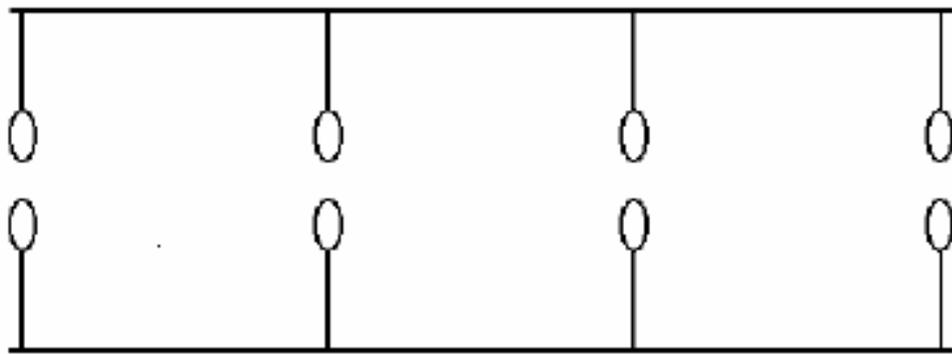


Figura 5 – Arranjo bilateral oposto das luminárias.

Fonte: CPFL (2006).

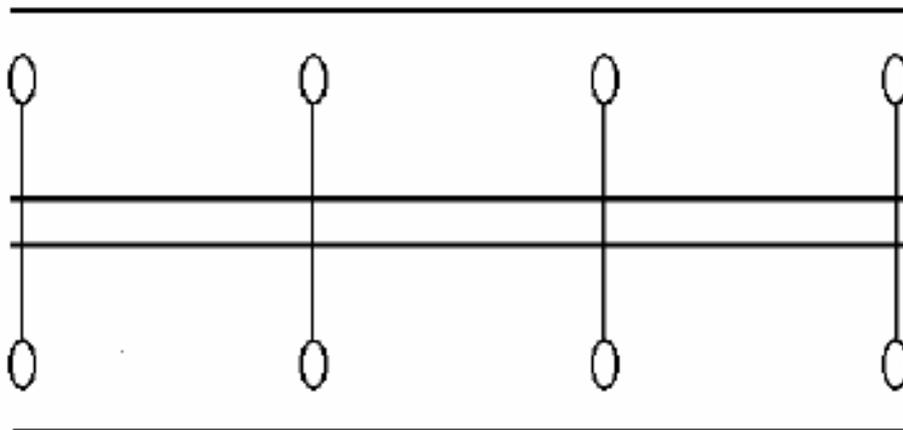


Figura 6 – Arranjo empregado em vias com canteiro central.

Fonte: CPFL (2006).

Além da topologia empregada na configuração do sistema de iluminação, o fluxo luminoso da fonte luminosa e a distribuição fotométrica da luminária são as variáveis restantes e necessárias para concluir o projeto luminotécnico com o intuito de verificar se os níveis de iluminância e fator de uniformidade definidos pelo critério estabelecido na NBR 5101 foram atendidos. Estas variáveis serão tratadas na seção em que serão discutidas as tecnologias disponíveis para os sistemas de iluminação pública.

Para o projeto de iluminação de espaços públicos com predominância de pedestres, tais como praças, parques, calçadas, não é possível indicar um critério genérico que atenda a todas as situações. Para tanto, cada caso deve ser analisado individualmente. O sistema de iluminação deverá ser projetado com base nas características específicas do espaço público, como por exemplo, a arquitetura local, diferenças de níveis, necessidade de iluminação decorativa para itens como monumentos, jardins, quadras e tipo de uso do local, seja lazer ou comercial.

4. TECNOLOGIAS APLICÁVEIS EM SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Nesta seção serão apresentadas de maneira simplificada algumas tecnologias dos principais equipamentos que compõem os sistemas de iluminação pública, bem como as normativas aplicáveis para a especificação dos mesmos.

4.1 FONTES LUMINOSAS

Na sequência serão apresentadas as fontes artificiais de luz comumente utilizadas em iluminação pública.

4.1.1 Lâmpada incandescente:

Comercializadas desde 1907, a lâmpada incandescente é a mais popular dentre todas as tecnologias de fontes luminosas disponíveis. A produção da luz ocorre pelo aquecimento de um filamento, normalmente fabricado em tungstênio, por corrente elétrica. Para que não haja a queima precoce do filamento, o mesmo é montado dentro de um bulbo com gases inertes, como o argônio e o nitrogênio.



Figura 7 – Modelo tradicional de lâmpada incandescente.
Fonte: COPEL (2012).

Para os sistemas de iluminação pública esta lâmpada não é indicada devido à sua baixa eficiência luminosa, em torno de 20lm/W, e baixa vida mediana, que é cerca de 1000 horas. No entanto ainda são aplicadas em grande escala em residências, devido principalmente ao baixo custo de aquisição, em comparação com as demais fontes luminosas. Além disso, o índice de reprodução de cor é de 100% e a temperatura de cor é 2400K, considerada quente, o que proporciona ao ambiente uma maior sensação de conforto.

4.1.2 Lâmpada a vapor de mercúrio em alta pressão:

A lâmpada a vapor de mercúrio, comercializada a partir de 1908, tem sua produção de luz através da excitação de gases provocada por corrente elétrica.

Na partida desta lâmpada há a ionização de um gás inerte, em geral o argônio, provocando um aquecimento no bulbo fazendo evaporar o mercúrio e produzindo uma luz amarelada pela migração de elétrons. Na sequência há a ionização do mercúrio e as colisões

entre os elétrons livres deste com o argônio produz uma luz azulada, e a composição das duas é o resultado obtido desta lâmpada.

A característica da impedância desta lâmpada após a partida é de alta condutância, sendo necessária a utilização de reatores para limitar a corrente elétrica de alimentação. Estes equipamentos são mais eficientes que as incandescentes e possuem maior vida mediana, sendo muito empregadas em sistemas de iluminação públicas até os dias de hoje.



Figura 8 – Lâmpada a vapor de mercúrio comum em iluminação pública.
Fonte: COPEL (2012).

4.1.3 Lâmpada a vapor de sódio em alta pressão:

A lâmpada a vapor de sódio em alta pressão, comercializada a partir de 1955, tem princípio de funcionamento muito similar à vapor de mercúrio, tendo como diferença básica a adição do sódio, e que devido suas características físicas exige que a partida seja feita mediante a um pico de tensão da ordem de alguns quilo Volts com duração da ordem de micro segundos.

Atualmente é a tecnologia mais eficiente para aplicação em sistemas de iluminação pública, sendo largamente empregadas. Inclusive, uma das principais ações do Programa

Reluz, foi a substituição de várias lâmpadas incandescentes e a vapor de mercúrio pelas a vapor de sódio. A grande desvantagem desta fonte luminosa é seu baixo índice de reprodução de cor (IRC), e a cor amarelada da luz emitida.



Figura 9 – Modelos tubular e ovóide de lâmpadas a vapor de sódio, comumente utilizadas em iluminação pública.

Fonte: COPEL (2012).

4.1.4 Lâmpada a multivapores metálicos:

Esta lâmpada, comercializada a partir de 1964, é uma evolução da tecnologia a vapor de mercúrio, sendo fisicamente semelhante a vapor de sódio. O princípio é o mesmo, porém a adição de iodetos metálicos, conferiu à fonte luminosa maior eficiência luminosa e IRC. A luz produzida é extremamente brilhante, realçando e valorizando espaços; por estes motivos esta lâmpada é empregada em sistemas de iluminação pública em locais em que se busca também o embelezamento urbano

4.1.5 Lâmpada fluorescente de indução magnética:

Esta tecnologia foi desenvolvida recentemente e o princípio básico de funcionamento é a excitação do mercúrio e dos gases nobres em seu interior através da aplicação de um campo magnético externo oscilante de altíssima frequência, da ordem de 250kHz. Devido à sua alta vida mediana, em torno de 60000 horas, esta fonte luminosa pode ser utilizada em lugares de difícil acesso, como por exemplo túneis. No entanto, devido ao alto custo e as baixas potências disponíveis (menores que 200W), a aplicação em iluminação viária ainda é inviável.

4.1.6 LED:

Tem-se observado a crescente evolução da tecnologia das luminárias para iluminação pública utilizando como fonte luminosa o LED. Diferentemente das lâmpadas incandescentes ou de descarga, que emitem luz através da queima de um filamento ou pela ionização de alguns gases específicos, o LED produz sua luminosidade, basicamente, através da liberação de fótons provocada quando uma corrente elétrica flui através deste componente. Por se tratarem de fontes luminosas com feixe de luz bem direcionado, livres de metais pesados, com alta vida mediana, cerca de 50.000 horas, alta eficiência – cerca de 80lm/W, resistentes a vibrações, elevado IRC, e com flexibilidade na escolha da temperatura de cor, estes componentes tornam a alternativa mais viável para sistemas de iluminação.

Na Tabela 4 é apresentado um resumo com as principais características das fontes luminosas utilizadas em sistemas de iluminação pública, apresentadas nesta seção. Os valores indicados são apenas uma referência para comparação entre as tecnologias.

Algumas concessionárias ainda utilizam as lâmpadas a vapor de sódio em alta pressão, em novas instalações de iluminação pública, ou em substituição a sistemas pouco eficientes como as lâmpadas incandescentes. A norma nacional vigente para estes equipamentos é a NBR IEC (*International Electrotechnical Commission*) 60662:1997 – Lâmpadas a vapor de sódio.

Outras empresas também utilizam lâmpadas a vapor de mercúrio em alta pressão, em eventuais manutenções nos sistemas de iluminação pública mais antigos, onde ainda existem equipamentos com esta tecnologia. Nestes casos não é recomendável a substituição por sódio, pois a discrepância entre as fontes luminosas é muito grande, podendo causar ofuscamentos além de esteticamente não serem adequadas para operarem próximas, haja vista a grande diferença na temperatura de cor e IRC. Também não se faz necessária a substituição das lâmpadas a vapor de mercúrio em parques de iluminação já existentes, pois a eficiência luminosa e a vida mediana destas não são tão inferiores aos das lâmpadas a vapor de sódio, além do custo de aquisição ser inferior. A norma nacional vigente para estes equipamentos é a NBR IEC 60188:1997 - Lâmpadas a vapor de mercúrio de alta pressão.

Tabela 4 – Comparativo entre as tecnologias.

| Tecnologia | Temperatura de cor (K) | IRC (%) | Eficiência luminosa (lm/W) | Vida mediana (horas) |
|-------------------|------------------------|---------|----------------------------|----------------------|
| Incandescente | 2700 | 100 | 10-20 | 1000 |
| Vapor de mercúrio | 3000-4000 | 40-55 | 45-58 | 9000-15000 |
| Vapor de sódio | 2000 | 22 | 80-150 | 18000-32000 |
| Vapor metálico | 3000-6000 | 65-85 | 65-90 | 8000-12000 |
| Indução | 4000 | 80-90 | 80-110 | 60000 |

Fonte: adaptado de Guerrini (2007) e Silva (2006).

4.1.7 REATORES

As lâmpadas, cujos princípios de funcionamento se baseiam na produção de luz pela excitação de gases, têm uma característica de acionamento elétrico mais elaborado que as incandescentes, por exemplo, que se comportam como resistências puras e funcionam conectadas diretamente a rede elétrica. Em geral, antes de entrarem em funcionamento, a

carga das lâmpadas de descarga é enxergada pela alimentação como um circuito aberto, com altíssima impedância, no entanto depois de ionizado os gases, a impedância atinge valores muito baixos, fazendo com que a lâmpada se comporte como um curto circuito.

Para vencer a alta impedância inicial da partida, algumas lâmpadas são dotadas internamente de eletrodos auxiliares, que é o caso, por exemplo, da lâmpada a vapor de mercúrio. Em outros casos, como por exemplo a lâmpada a vapor de sódio, é necessário aplicar por um curto período, da ordem de microssegundos, uma elevada tensão, que pode chegar a alguns quilo Volts. Para isto é comumente utilizado um componente chamado ignitor.

Após o acendimento da lâmpada de descarga, sua impedância cai a valores muito baixos. Então, para que limitar a corrente de alimentação, é utilizado um reator. Basicamente existem duas tecnologias disponíveis para reatores, os magnéticos e os eletrônicos.

Os reatores eletrônicos são fontes chaveadas em alta frequência, da ordem de quilo Hertz, que controlam a corrente de alimentação da lâmpada. Estes equipamentos, diferentemente dos reatores magnéticos, dispensam o uso de ignitores e de grandes capacitores externos para a correção do fator de potência. Possibilitam também o controle de outros parâmetros elétricos da lâmpada, conferindo maior vida útil para a mesma e maior rendimento em todo o conjunto. Contudo, devido ao alto custo e a menor robustez, se comparado ao magnético, ainda não foram amplamente empregados.

Os reatores magnéticos são indutores dimensionados para operarem na frequência da rede elétrica. Podem ser subdivididos em externos e internos, dependendo da aplicação. Os externos são geralmente fixados na estrutura de sustentação e se necessário possibilitam a conexão com os relés fotoelétricos. Junto com o indutor, no interior do reator são instalados o ignitor e um capacitor para correção do fator de potência.

Um fator muito importante na especificação dos reatores magnéticos é o seu rendimento, pois depende diretamente da qualidade da matéria-prima utilizada nos fios de cobre e chapas de ferro silício, do processo produtivo e da otimização do projeto do indutor. O uso de reatores com baixo rendimento aumenta o consumo de energia do ponto de iluminação desnecessariamente. Com vistas na eficiência energética, o Ministério de Minas e

Energia publicou em dezembro de 2010 a Portaria Interministerial nº 959, que determina um valor máximo admissível para as perdas dos reatores magnéticos, utilizados em lâmpadas a vapor de sódio em alta pressão e a vapor metálico, fabricados e comercializados no Brasil. Segundo a portaria, a data limite para a comercialização, por parte de atacadistas e varejistas, de equipamentos que não atendam as determinações é 31 de dezembro de 2012, para os fabricantes e importadores o prazo é 30 de junho de 2012 e a fabricação e importação será permitida até 31 de dezembro de 2011.

Existe certa preferência pela utilização de luminárias integradas e conseqüentemente reatores internos, pois simplificam a manutenção visto que todos os componentes necessários ficam instalados na luminária. As especificações da Companhia para os reatores externos para lâmpada a vapor de sódio estão na NTC 810042, já para os internos é utilizada a NTC 810038. As perdas especificadas nestas normas já estavam em conformidade, e em alguns casos, são até mais rígidas do que o exigido na Portaria 959. A norma nacional vigente para estes equipamentos é a NBR 13593:2011.

- Reator e ignitor para lâmpada a vapor de sódio a alta pressão — Especificação e ensaios.

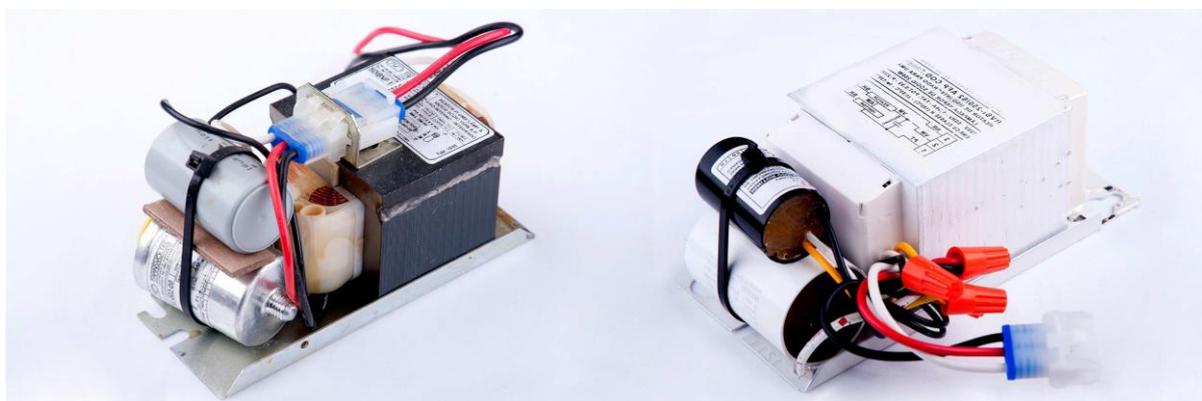


Figura 10 – Reator interno.

Fonte: COPEL (2012).



Figura 11 – Modelo de reator externo para lâmpada a vapor de mercúrio de 250W, com tomada para relé fotoelétrico.

Fonte: COPEL (2012).

4.2 CIRCUITOS DE COMANDO

No início do desenvolvimento dos sistemas de iluminação pública, o acionamento dos circuitos era feito por uma pessoa designada para tal. Hoje, devido a enorme quantidade de pontos de iluminação, esta prática é inimaginável. Então, ao longo dos anos vários equipamentos foram desenvolvidos e aperfeiçoados para efetuar esta tarefa automaticamente.

Popularmente no mercado há diversos equipamentos disponíveis para comutar uma carga automaticamente, tendo como referência um horário pré-determinado, movimento ou nível de iluminância. Como o objetivo principal da iluminação pública é prover luz aos ambientes públicos no período noturno, os sensores baseados em níveis de iluminância foram amplamente empregados, também por apresentarem baixo custo. A estes equipamentos se dá a nomenclatura de relé fotoelétrico. Os relés fotoelétricos podem ter princípios de funcionamento denominados térmicos, magnéticos e eletrônicos. O acionamento por

princípio térmico se dá através da deformação de lâminas bimetálicas, devido à passagem de uma corrente elétrica, que só ocorre quando o nível de iluminância atinge valor suficiente para sensibilizar o sensor fotoelétrico.

No relé magnético é utilizada uma chave eletromecânica, que alterna a posição de seus pólos através da força gerada por um campo magnético induzido por uma corrente elétrica fluindo em sua bobina; esta corrente também é originada pela sensibilização da célula fotoelétrica. Relés com acionamento eletrônico também utilizam chaves eletromecânicas, porém a corrente de acionamento das chaves provém de circuitos eletrônicos que, a partir das alterações da fotocélula, podem ser projetados de maneira a prover temporizações, proteções de sobrecorrentes e sobretensões ou estresses na própria chave, conferindo maior durabilidade ao equipamento.



Figura 12 – Exemplos de modelos de relés fotoelétricos.

Fonte: COPEL (2012).

Devido ao baixo custo de fabricação e razoável durabilidade, os relés com acionamentos magnéticos e eletrônicos são utilizados atualmente nos sistemas de iluminação pública, tanto para comandos individuais quanto para comandos em grupo de circuitos. A norma nacional vigente para estes equipamentos é a NBR 5123:1998 - Relé fotoelétrico e tomada para iluminação - Especificação e método de ensaio.

4.3 LUMINÁRIAS

Inicialmente as luminárias tinham por função apenas servir de sustentação e interface de conexão entre as lâmpadas e a rede elétrica. Na Figura 13 é apresentada uma luminária antiga e inadequada, utilizada em iluminação pública, nesta situação é possível observar que a fonte luminosa está exposta a intempéries e outros agentes como vandalismo, insetos, além de não prover o direcionamento do fluxo luminoso adequado para o local onde se deseja iluminar.



Figura 13 – Luminária inadequada para utilização em iluminação pública.

Fonte: COPEL (2012).

Objetivando aumentar a eficiência luminosa da luminária, foram desenvolvidos diversos tipos de conjuntos ópticos, com a função de direcionar a maior parte do fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas para iluminar apenas as áreas de interesse, reduzindo conseqüentemente a poluição luminosa causada pela dispersão de luminosidade, exemplificada na Figura 14. Ainda hoje se encontram muitas luminárias que têm um conjunto óptico razoável, porém são abertas, deixando as lâmpadas expostas a choques térmicos e incidência de insetos, reduzindo sua vida útil. Então, evoluindo o conceito de projeto das

luminárias, foram desenvolvidos equipamentos fechados em materiais poliméricos ou vidro, exemplificado na Figura 15.

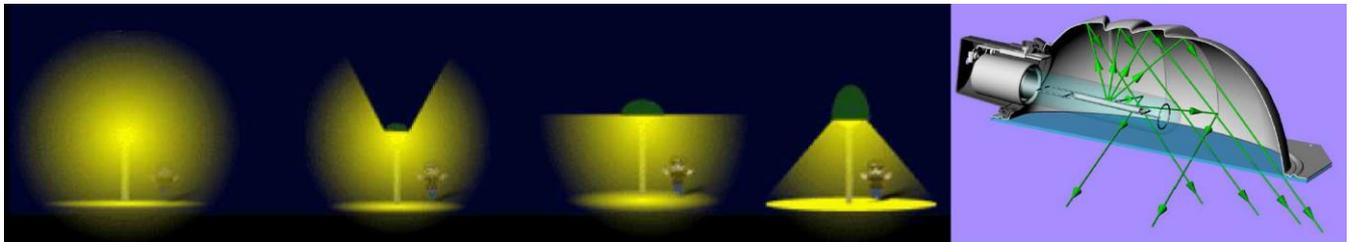


Figura 14 – Da esquerda para a direita está exemplificado o aumento na eficiência luminosa das luminárias.

Conjunto óptico eficiente.

Fonte: Indal (2011).

Com a luminária apresentada na Figura 15, os equipamentos necessários para o funcionamento da lâmpada – reatores e relés fotoelétricos – devem ser instalados nos postes. Além da poluição visual causada pelos próprios equipamentos e as fiações, a distância física entre estes e a luminária dificulta a manutenção, visto que em caso de falhas, todos os componentes devem ser verificados. Frente a isto, a mais recente evolução no projeto das luminárias, são equipamentos que, além do dimensionamento adequado do conjunto óptico e proteção das lâmpadas, têm espaço interno suficiente para instalação dos reatores e na parte superior uma tomada para os relés fotoelétricos, ilustrado na Figura 16, denominada popularmente de luminária integrada.



Figura 15 – Um modelo de luminária fechada sem equipamento.

Fonte: COPEL (2012).

Utiliza-se as luminárias fechadas sem equipamento, especificadas na NTC 810037, no entanto a preferência é pelo uso de luminárias integradas, sob NTC 810038. A norma nacional para ambos os equipamentos é a NBR 15129:2004 Luminárias para iluminação pública - Requisitos particulares.



Figura 16 – Exemplo de uma luminária integrada.

Fonte: COPEL (2012).

4.4 BRAÇOS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Os braços para iluminação pública são equipamentos metálicos e têm por funções básicas servirem de sustentação para as luminárias e de eletroduto para a fiação necessária para a conexão do ponto de iluminação à rede elétrica.

No que diz respeito à distribuição de luminosidade, o ângulo de fixação da luminária em relação à horizontal, proporcionada pelo braço, tem fundamental importância, pois pode comprometer o desempenho do conjunto óptico. Sendo assim as especificações de ambos equipamentos devem estar de acordo neste quesito. Normalmente utiliza-se braços com inclinação de 15° .

Os braços devem ser suficientemente resistentes mecanicamente para suportar o peso das luminárias e também os esforços provocados pelas mesmas sob ação de ventos ou chuvas, além de serem fabricados em materiais com proteção contra corrosão.

Existem infinitas possibilidades de construção de braços para iluminação pública, dependendo da necessidade. No entanto, para a maioria dos casos utiliza-se basicamente os três tipos apresentados a seguir, especificados na NTC 810044:

Tipo BR-1:

Aplicáveis para a instalação de luminárias do tipo LM-1R e LM-70, com lâmpadas de sódio até 70W.

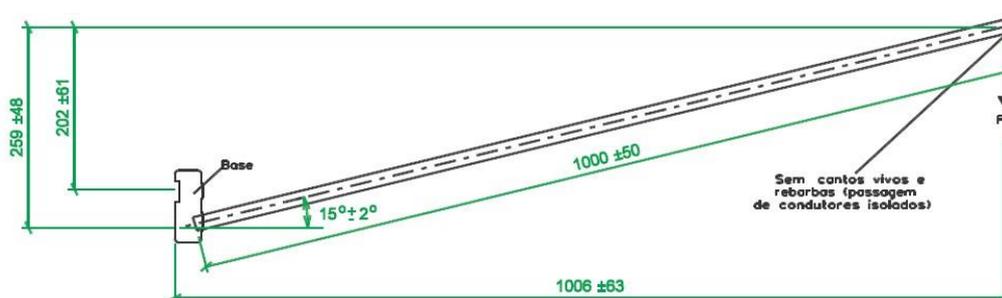


Figura 17 – Braço padrão COPEL tipo BR-1.

Fonte: COPEL (2009).

4.5 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Na sequência serão apresentados alguns exemplos de aplicação dos equipamentos descritos anteriormente, com o objetivo de evidenciar o resultado de boas e más práticas nos projetos e manutenção dos sistemas de iluminação pública.

Na Figura 20 é apresentado uma via local com iluminação deficiente. O arranjo da disposição das luminárias é unilateral. As lâmpadas utilizadas são a vapor de mercúrio de 80W, depreciadas e instaladas em luminárias abertas com braços tipo BR-1. Observa-se que entre os pontos de iluminação existem regiões mais escuras, produzindo um efeito conhecido por “zebramento”,

Uma via coletora iluminada de maneira eficiente é apresentada na Figura 21. Nesta situação são utilizadas luminárias integradas instaladas em braços do tipo BR-2, com lâmpadas a vapor de sódio de 250W. Os pontos de iluminação estão no canteiro central. É possível notar que a distribuição da luminosidade é uniforme inclusive nas calçadas.

Um exemplo de iluminação utilizando lâmpadas a vapor metálico é apresentado na Figura 22. Observa-se uma significativa melhora na definição das cores do local, em comparação com a situação da Figura 21. Isto é consequência direta das características físicas de cada tecnologia de fonte luminosa resumida na Tabela 4, visto que o IRC das lâmpadas a vapor metálico se situa entre 65% e 85%, valor elevado se comparado aos 22% dos equipamentos a vapor de sódio. É utilizada a topologia unilateral nas pistas de rolamento destinadas aos veículos e bilateral alternada para as pistas exclusivas para o tráfego de ônibus.



Figura 20 – Via local iluminada unilateralmente com luminárias abertas e lâmpadas a vapor de mercúrio 80W já depreciadas.

Fonte: COPEL (2011).



Figura 21 – Via coletora com canteiro central iluminada com luminárias integradas e lâmpadas a vapor de sódio 250W.

Fonte: COPEL (2011).

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867



Figura 22 – Via coletora iluminada luminárias integradas e lâmpadas a vapor metálico.
Fonte: COPEL (2011).

5. EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS – LUMINÁRIAS COM LED'S E ECONOMIZADORES

Como base para a especificação de qualquer material ou equipamento, busca-se informações prioritariamente nas normativas oficiais publicadas por organismos regulamentadores, como a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, por exemplo. Caso não existam normas para um determinado equipamento, alguns cuidados, mencionados a seguir, devem ser tomados para minimizar a possibilidade de aquisição de produtos de baixa qualidade no que tange a pelo menos seu desempenho elétrico, o que pode acarretar em problemas na rede elétrica na qual estarão instalados, comprometendo inclusive o funcionamento de outros equipamentos conectados à mesma rede.

Na ausência de uma normativa efetiva, o desempenho funcional de equipamentos de iluminação pública pode ser estudado a partir de testes de durabilidade, em campo ou que simulem as reais condições de operação. Já a verificação do desempenho elétrico deve ser feita avaliando no mínimo dois parâmetros básicos: a distorção harmônica total da corrente absorvida (THDi) e o fator de potência (FP).

O primeiro parâmetro a ser verificado é o THDi, apresentado anteriormente. A propagação de uma corrente com elevada THDi na rede elétrica pode afetar o funcionamento de outros equipamentos conectados ao sistema, especialmente os de características eletrônicas e de precisão, próximos a fonte de distorção através de interferências eletromagnéticas ou ainda por ruídos propagados por condução. Há também a possibilidade de as capacitâncias e indutâncias presentes na rede formarem circuitos ressonantes nas frequências das componentes harmônicas da corrente distorcida, gerando picos de corrente e sobretensões prejudicando outros componentes do sistema elétrico.

Portanto, recomenda-se, que medida no ponto de entrega, a distorção harmônica total da corrente consumida pelo equipamento não seja superior a 33% de sua componente

fundamental (60Hz). Também é possível utilizar diretamente a tabela de referência para os equipamentos de iluminação, constante na norma supracitada, em que são limitados os valores de THDi para cada ordem específica de harmônico gerado, haja visto que cada componente harmônica tem seu efeito particular e indesejável na rede elétrica.

Tabela 5 – Limites para distorção harmônica da corrente

| Tabela 5 – Limites para distorção harmônica da corrente | |
|---|--|
| Ordem da componente harmônica (n) | Máximo valor eficaz da componente harmônica da corrente expresso em termos percentuais (%) da componente fundamental (60 Hz) |
| 2 | 2 |
| 3 | 30xFP* |
| 5 | 10 |
| 7 | 7 |
| 9 | 5 |
| 11 ≤ n ≤ 39 (apenas os harmônicos ímpares) | 3 |

* O máximo valor admitido é trinta multiplicado pelo fator de potência absoluto da carga, que pode assumir valores entre zero e um

Nota: a composição destes valores, considerando um fator de potência de 0,92, resulta em uma distorção harmônica total

O segundo parâmetro que se deve verificar é o fator de potência (FP), pois assumindo valores muito baixos, pode causar os seguintes problemas na rede elétrica:

Aumento na corrente que flui através do neutro, causando sobreaquecimento nos condutores.

Distorção na tensão de alimentação do sistema, afetando o funcionamento de outros equipamentos conectados a rede.

Redução da capacidade de fornecimento da energia ativa, pois a energia reativa solicitada por cargas com baixo fator de potência também demanda ocupação dos condutores.

Aumento das perdas nos transformadores. Além do aumento da corrente que flui através do neutro, outra fonte de perda, ocasionada por cargas com baixo fator de potência, é a elevação das correntes de fuga.

Com característica capacitiva, um baixo fator de potência pode ocasionar sobretensões.

Assim sendo medido no ponto de entrega, o fator de potência do equipamento não pode ser inferior a 0,92, conforme a Resolução Normativa nº 414 de 2010 – ANEEL, e deve ser verificado para todos os valores de tensão de alimentação especificados pelos seus respectivos fabricantes ou fornecedores.

Como se trata de equipamentos de características eletroeletrônicas, a verificação do fator de potência só será eficaz se a medição for realizada utilizando analisadores de qualidade de energia, pois a medição tradicional deste parâmetro, que avalia apenas o ângulo

de defasamento entre a tensão e a corrente, desconsidera o efeito das distorções harmônicas (THDi). Além disto, a verificação de ambos os parâmetros deve ser feita em laboratórios independentes.

6. AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Devido ao grande número e diversidade de fabricantes e fornecedores de equipamentos para iluminação pública o processo de aquisição dos materiais se torna um dos pontos chaves para se garantir a qualidade dos mesmos.

Para contornar este problema, recomenda-se que pelo menos três ações básicas de motivação técnica sejam tomadas em concordância com os processos licitatórios, listadas a seguir:

➤ Especificação técnica

Nesta etapa se deve estudar profundamente o que se deseja adquirir, observar as normativas vigentes, e elaborar uma especificação de maneira a contemplar a funcionalidade principal, características físicas desejadas para o equipamento em questão e os ensaios necessários para verificar a qualidade do mesmo.

➤ Pré-qualificação

Em geral, os equipamentos destinados à iluminação pública necessitam de pelo menos alguns meses para serem avaliados de forma adequada.

O objetivo deste processo é limitar a participação nas aquisições apenas para os fornecedores ou fabricantes com protótipos pré-qualificados. Com isto, é possível ter uma noção prévia das características dos equipamentos que possivelmente serão adquiridos.

➤ Inspeção de recebimento

Um fator que pode dificultar a inspeção de recebimento é a falta de recursos humanos para executá-la. Uma alternativa viável para isto é solicitar, na especificação do equipamento a ser adquirido, a realização dos ensaios de recebimento em laboratórios independentes, sendo apresentados apenas os laudos.

7. PADRÕES DE MONTAGEM DOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Devido à grande diversidade de equipamentos existentes para aplicação em iluminação pública, é impossível estipular um padrão de montagem que abranja a todas as situações. Pode-se recorrer as concessionárias estatais que possuam normas a respeito.

8. ILUMINAÇÃO PÚBLICA E A ARBORIZAÇÃO URBANA

A arborização urbana, caracterizada pela vegetação que compõe o cenário ou a paisagem das cidades, tem uma função fundamental na melhoria da qualidade de vida da população, proporcionando aos municípios benefícios ecológicos, estéticos, econômicos e sociais. No entanto, em especial as árvores de médio e grande porte competem fisicamente com a arquitetura, com as estruturas de rede elétrica, telefonia e a iluminação pública.

Na relação entre a iluminação pública e a arborização, além da interferência desta no funcionamento das redes elétricas, a obstrução das luminárias é um fato que deve ser tratado minuciosamente, pois pode comprometer a eficiência e qualidade do serviço de iluminação. Existem equipamentos específicos para aplicação em locais densamente arborizados, no entanto a ação mais efetiva é o planejamento cuidadoso e a manutenção adequada da arborização.

9. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

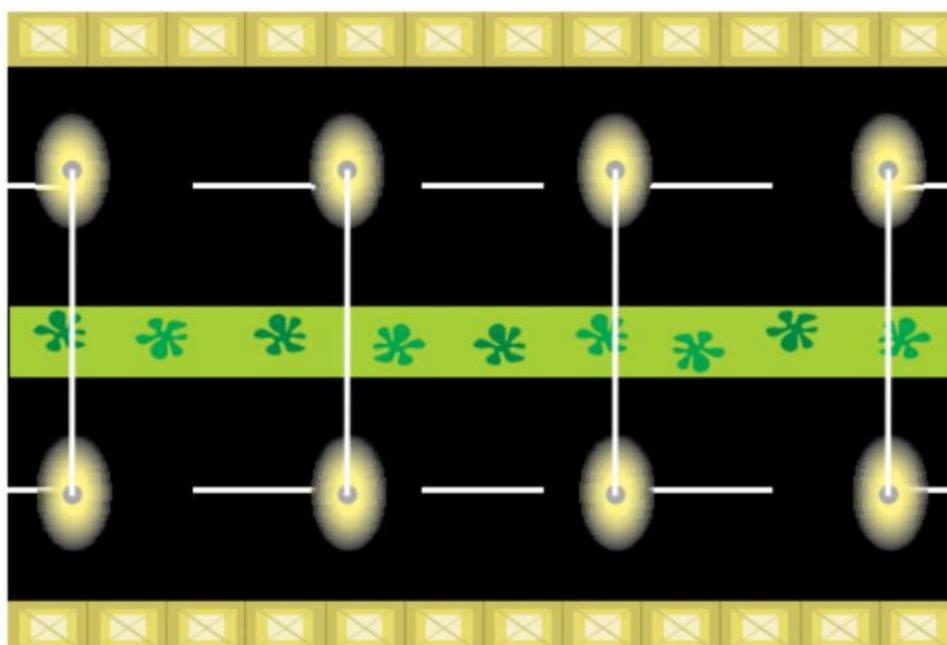
A área de projeto considerada refere-se a área urbana do município de Orllândia, conforme definido em seu Plano Diretor

10. DIAGNÓSTICO

10.1 LEVANTAMENTO DE PONTOS DE ILUMINAÇÃO DA CIDADE DE ORLÂNDIA.

Orllândia é uma cidade projetada com característica urbana moderna, composta por avenidas, ruas, travessas e alamedas.

Todas as ruas e avenidas, tem características iguais, sendo compostas por pistas duplas. Cada uma das pistas de rolamento tem largura de 6m. O canteiro central possui largura de 2m, com postes sendo colocados no canteiro central.

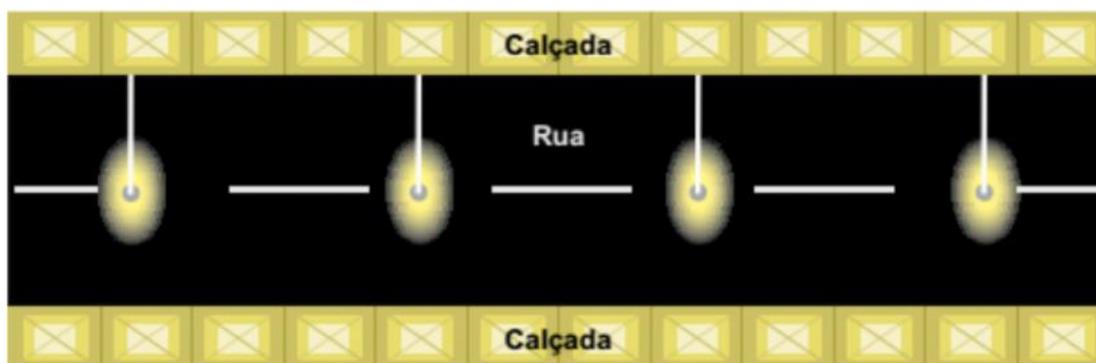


Arranjo Empregado em Vias com Canteiro Central

Fonte: Copel (2012)

As alamedas possuem pista de rolamento de 9m, com postes colocados no lado direito das calçadas.

As travessas possuem pista de rolamento de 6m, com postes colocados no lado direito das calçadas.



Arranjo Unilateral das Luminárias

Fonte: Copel (2012)

O espaçamento médio entre postes é de 35m.

Altura de montagem de 8m.

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| LEGENDA | | | | | | | |
|----------------|----|-------------------|----|----------|------|------------|---|
| BRAÇO | | LÂMPADA | | POTÊNCIA | | LUMINÁRIA | |
| Curto | C | Fluorescente | F | 70 | 70W | aberta | a |
| Longo | L | Halogena | H | 80 | 80W | aberta | d |
| Medio | M | Incandescente | I | 100 | 100w | fechada | f |
| Diversos | D | Incandescente | Ia | 125 | 125W | Integrada | i |
| Econolite | E | Led | L | 150 | 150W | Ornamental | o |
| Economico | F | Mista | M | 157 | 157W | | |
| Longo Paulista | K | Vapor de Mercúrio | V | 250 | 250W | | |
| Ornamental | O | Vapor de Sódio | S | 400 | 400W | | |
| Pequeno | P | Vapor Metálico | T | | | | |
| Fora de padrão | Fp | | | | | | |

- Tamanhos de braços:

Curto – 1,99

Médio – 2,37

Longo – 3,52

Longo Paulista – 3,52

- Reatores tipo AFP

- Características das lâmpadas:

Todas as lâmpadas da cidade são de vapor de sódio:

70W

100W

150W

250W

- Tipos de luminárias:

Aberta

Fechada

Integrada

Relação de postes por Praça:

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

- Praça Jardim Paris
 - 5 postes metálicos de 3 pétalas com h=7m
 - 10 postes metálicos de 2 pétalas com h=7m
- Praça Jardim Vieira Brasão
 - 4 postes metálicos com 4 pétalas com h=8m
- Praça Mãe Rainha
 - 14 postes metálicos com 3 pétalas com h=7m
- Praça Vila Burci
 - 2 postes metálicos com 2 pétalas com h=7m
- Praça Cemitério Municipal
 - 15 postes metálicos de 2 pétalas com h=3m
 - 6 postes metálicos com 3 pétalas com h=6m
- Praça Rodoviária
 - 7 postes metálicos de 4 pétalas com h=8m
 - 2 postes metálicos 4 pétalas com h=3m curvas
- Praça Mario Furtado
 - 23 postes metálicos de 4 pétalas com h=7m
 - 3 postes metálicos de 5 pétalas com h=3m
 - 1 Poste metálico com 6 globos com h=4m
- Praça Coronel Francisco Orlando
 - 3 postes metálicos com 4 pétalas com h=8m
 - 17 postes metálicos com 3 globos com h=3m
- Praça São Jose
 - 12 postes metálicos de 4 pétalas com h=8m
- Praça do museu

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

-
- 8 postes metálicos de 4 pétalas com h=8m
 - 8 postes metálicos com 3 pétalas com h=4m
 - Praça Câmara Municipal
 - 4 postes metálicos de 3 pétalas com h=8m

Obs.: Levantamento realizado pelas equipes de campo. Total de pontos de iluminação em 144 postes metálicos das Praças acima descritas = 461.

Classe de Iluminação de acordo com a Descrição das vias:

| Descrição da via | Classe de Iluminação |
|--|----------------------|
| Vias de uso noturno intenso por pedestres (ex: calçadas, passeios de zonas comerciais) | P1 |
| Vias de grande tráfego noturno por pedestres (ex: passeios de avenidas, praças e áreas de lazer) | P2 |
| Vias de uso noturno moderado por pedestres (ex: passeios e acostamentos) | P3 |
| Vias de pouco uso por pedestres (ex: passeios de bairros residenciais) | P4 |

Classe de Iluminação para cada tipo de via de pedestres

Fonte: NBR 5101:2012

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| NOME DE RUAS | TIPO DE RUA | DESC. VIA | DESC. VIA |
|-------------------------------------|--------------------|------------------|------------------|
| Alameda 02 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 1 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 10 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 11 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 12 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 13 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 14 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 15 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 16 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 17 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 19 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 20 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 22 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 24 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 26 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 3 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 5 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 7 | Local | V4 | P3 |
| Alameda 9 | Local | V4 | P3 |
| Alameda Jundiá | Local | V4 | P3 |
| Alameda Tabarana | Local | V4 | P3 |
| Alameda Tambaqui | Local | V4 | P3 |
| Anel Viário Amaury Galvão Junqueira | Arterial | V2 | P3 |
| Anel Viário David Alves | Arterial | V2 | P3 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | | | |
|--------------------------------|----------|----|----|
| Anel Viário Gilberto Define | Arterial | V2 | P3 |
| Avenida 1 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 10 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 100 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 102 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 11 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 12 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 13 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 14 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 15 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 16 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 17 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 18 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 19 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 2 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 20 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 21 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 22 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 23 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 3 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 4 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 5 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 6 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 7 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 8 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida 9 | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida A | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida B | Coletora | V3 | P3 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | | | |
|--|----------|----|----|
| Avenida C | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida D | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida das Hortências | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida das Orquídeas | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida do Café | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida dos Jasmins | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida dos Lírios | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida E | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida F | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida G | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida H | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida I | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida J | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida K | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida L | Coletora | V3 | P3 |
| Avenida M | Coletora | V3 | P4 |
| Av. Marginal Direita do Córrego Capão do Meio | Arterial | V2 | P4 |
| Avenida Marginal | Arterial | V2 | P4 |
| Avenida Marginal C | Arterial | V2 | P4 |
| Avenida Marginal D | Arterial | V2 | P4 |
| Avenida Marginal Direita | Arterial | V2 | P4 |
| Avenida Marginal Esquerda | Arterial | V2 | P4 |
| Avenida Marginal Timboré | Arterial | V2 | P4 |
| Avenida N | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida O | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida P | Coletora | V4 | P3 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | | | |
|------------------------------------|----------|----|----|
| Avenida Q | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida R | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida Roberto Diniz Junqueira | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida S | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida T | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida U | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida V | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida Vale Formoso | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida W | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida X | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida Y | Coletora | V4 | P3 |
| Avenida Z | Coletora | V4 | P3 |
| Rua 1 | Coletora | V1 | P1 |
| Rua 10 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 11 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 12 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 13 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 14 | Coletora | V1 | P1 |
| Rua 15 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 16 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 17 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 18 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 19 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 2 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 20 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 21 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 22 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 24 | Coletora | V2 | P3 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | | | |
|-------------------------------------|----------|----|-----|
| Rua 26 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 28 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 3 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 30 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 34 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 4 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 5 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 6 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 7 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua 8 | Coletora | V1 | P1 |
| Rua 9 | Coletora | V2 | P3 |
| Rua A | Coletora | V2 | P3 |
| Rua B | Coletora | V2 | P3 |
| Rua das Tulipas | Local | V5 | P4 |
| Rua do Parque | Local | V5 | P\$ |
| Rua Tucunaré | Local | V5 | P4 |
| Saída para Morro Agudo / Orl-250 | Arterial | V2 | P4 |
| Travessa 100 | Local | V4 | P4 |
| Travessa 12 | Local | V4 | P4 |
| Travessa 13 | Local | V4 | P4 |
| Travessa 14 | Local | V2 | P4 |
| Travessa 15 | Local | V4 | P4 |
| Travessa 16 | Local | V4 | P4 |
| Travessa 17 | Local | V4 | P4 |
| Travessa 18 | Local | V4 | P4 |
| Travessa 19 | Local | V4 | P4 |
| Travessa 20 | Local | V4 | P4 |
| Travessa 7 | Local | V4 | P4 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | | | |
|------------------------------|----------|----|----|
| Travessa Acaré | Local | V4 | P4 |
| Travessa Aruanã | Local | V4 | P4 |
| Travessa F | Local | V4 | P4 |
| Travessa G | Local | V4 | P4 |
| Travessa H | Local | V4 | P4 |
| Travessa I | Local | V4 | P4 |
| Travessa J | Local | V4 | P4 |
| Travessa K | Local | V4 | P4 |
| Travessa L | Local | V4 | P4 |
| Travessa M | Local | V4 | P4 |
| Travessa N | Local | V4 | P4 |
| Travessa O | Local | V4 | P4 |
| Travessa P | Local | V4 | P4 |
| Travessa Particular | Local | V4 | P4 |
| Travessa W | Local | V4 | P4 |
| Travessa X | Local | V4 | P4 |
| Travessa Y | Local | V4 | P4 |
| Travessa Z | Local | V4 | P4 |
| Via Anhanguera - Pista Dupla | Arterial | V1 | P4 |

Divisão dos lotes de 1 a 33:

Para fins de levantamento de campo, a localidade for dividida em 33 lotes de levantamento e quantificadas por tipo de luminária e potência conforme nomenclatura apresentada anteriormente

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| LOTE 01 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS100a | 195 |
| CS70f | 95 |
| Total Geral | 290 |

| LOTE 02 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS100a | 49 |
| CS70f | 90 |
| CS100f | 12 |
| CS70a | 16 |
| Total Geral | 167 |

| LOTE 03 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS70f | 214 |
| CS100a | 26 |
| KS150d | 36 |
| Total Geral | 276 |

| LOTE 04 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS70f | 208 |
| KS150d | 226 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | |
|-------------|-----|
| CS100a | 21 |
| KS250d | 16 |
| CS100f | 3 |
| Total Geral | 474 |

| LOTE 05 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS70f | 178 |
| CS70a | 10 |
| MS150f | 58 |
| CS100a | 14 |
| CS70d | 3 |
| CS100f | 12 |
| Total Geral | 275 |

| LOTE 06 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| MS150d | 6 |
| KS150d | 42 |
| MS150f | 26 |
| CS70a | 12 |
| CS100f | 19 |
| MS150i | 76 |
| MS250f | 12 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | |
|-------------|-----|
| MS250i | 12 |
| CS100a | 8 |
| Total Geral | 213 |

| LOTE 07 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| KS150d | 157 |
| MS150i | 115 |
| KS150i | 32 |
| Total Geral | 304 |

| LOTE 08 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| KS150d | 93 |
| MS150i | 101 |
| MS150f | 96 |
| CS70a | 4 |
| Total Geral | 294 |

| LOTE 09 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | |
|-------------------------|------------|
| KS250d | 58 |
| CS70d | 129 |
| CS100f | 2 |
| CS70a | 2 |
| CS70f | 10 |
| Total Geral | 201 |
| LOTE 10 | |
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS70d | 208 |
| CS70f | 20 |
| CS100a | 12 |
| KS250d | 66 |
| CS100f | 6 |
| Total Geral | 312 |

| | |
|-------------------------|------------|
| LOTE 11 | |
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS70f | 274 |
| KS150d | 28 |
| CS100a | 24 |
| KS250d | 62 |
| CS70d | 31 |
| CS100f | 2 |
| Total Geral | 421 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| LOTE 12 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| LS150f | 22 |
| CS100a | 64 |
| KS150f | 34 |
| CS100f | 5 |
| KS250d | 68 |
| CS70d | 18 |
| CS70f | 4 |
| KS150d | 61 |
| CS70a | 4 |
| CS100d | 7 |
| Total Geral | 287 |

| LOTE 13 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS70d | 150 |
| CS100a | 6 |
| CS70f | 40 |
| CS100f | 5 |
| CS100d | 7 |
| KS250d | 79 |
| CS70a | 3 |
| KS150d | 40 |
| CS70p | 2 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | |
|-------------|-----|
| KS70f | 5 |
| LS250f | 2 |
| Total Geral | 339 |

| LOTE 14 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| KS250d | 159 |
| CS70d | 24 |
| CS100f | 46 |
| CS100a | 56 |
| KS70f | 1 |
| CS70a | 14 |
| KS150d | 96 |
| CS70f | 2 |
| Total Geral | 398 |

| LOTE 15 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| KS250d | 88 |
| CS100d | 6 |
| CS70d | 102 |
| CS100f | 42 |
| CS70a | 146 |
| CS100a | 14 |
| CS100d | 18 |
| Total Geral | 416 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| LOTE 16 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS100f | 24 |
| CS100a | 14 |
| KS250d | 86 |
| CS70d | 24 |
| CS100d | 28 |
| KS150d | 96 |
| CS70a | 24 |
| CS250d | 17 |
| Total Geral | 313 |

| LOTE 17 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS100f | 112 |
| CS70d | 22 |
| KS250d | 88 |
| CS100a | 12 |
| KS70f | 2 |
| CS100d | 28 |
| CS70a | 44 |
| KS250f | 56 |
| Total Geral | 364 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| LOTE 18 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS100f | 98 |
| CS70d | 46 |
| LS150f | 44 |
| CS70a | 58 |
| CS100a | 2 |
| KS250d | 73 |
| LS250i | 2 |
| MS150f | 5 |
| KS150d | 8 |
| Total Geral | 336 |

| LOTE 19 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS100f | 102 |
| CS70d | 36 |
| CS100d | 4 |
| CS100a | 34 |
| KS250d | 46 |
| KS150d | 48 |
| CS70a | 14 |
| KS250f | 56 |
| Total Geral | 340 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| LOTE 20 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| KS250d | 74 |
| MS150f | 6 |
| CS100f | 70 |
| MS150i | 2 |
| KS150d | 36 |
| CS100a | 50 |
| CS70a | 52 |
| CS70d | 6 |
| LS150f | 22 |
| Total Geral | 318 |

| LOTE 21 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS100d | 19 |
| KS250d | 82 |
| CS100f | 101 |
| CS100a | 78 |
| KS150d | 32 |
| CS100i | 1 |
| KS250f | 42 |
| CS70a | 6 |
| Total Geral | 361 |

| LOTE 22 |
|---------|
|---------|

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| Levantamento | |
|-------------------------|------------|
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| KS250f | 70 |
| KS250d | 48 |
| CS100a | 10 |
| Total Geral | 128 |

| LOTE 23 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS70f | 29 |
| CS70d | 32 |
| CS100a | 16 |
| CS100f | 4 |
| KS100f | 26 |
| KS250d | 51 |
| Total Geral | 158 |

| LOTE 24 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| MS150f | 16 |
| CS100a | 79 |
| CS70d | 37 |
| CS70f | 26 |
| KS150d | 12 |
| KS250d | 66 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | |
|-------------|-----|
| CS100f | 5 |
| KS250f | 6 |
| CS70a | 8 |
| Total Geral | 255 |

| LOTE 25 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS70d | 20 |
| CS100f | 24 |
| MS250i | 8 |
| KS250d | 58 |
| CS70a | 22 |
| CS100a | 10 |
| Total Geral | 142 |

| LOTE 26 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS100a | 52 |
| CS70f | 89 |
| CS100f | 10 |
| CS70d | 64 |
| CS70a | 3 |
| Total Geral | 218 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| LOTE 27 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| MS250f | 26 |
| KS250d | 83 |
| KS250i | 1 |
| KS150d | 86 |
| CS100a | 28 |
| CS70f | 42 |
| CS100f | 26 |
| Total Geral | 292 |

| LOTE 28 | |
|-------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS100a | 139 |
| CS70f | 67 |
| CS100f | 16 |
| KS150d | 59 |
| KS250d | 66 |
| CS70a | 4 |
| CS150f | 4 |
| MS150f | 4 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | |
|-------------|-----|
| CS70d | 4 |
| MS150d | 4 |
| MS250i | 1 |
| Total Geral | 368 |

| | |
|-------------------------|------------|
| LOTE 29 | |
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| CS100f | 120 |
| Total Geral | 120 |

| | |
|--------------------------------|------------|
| Bairro Nova Vista Linda | |
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| MS150i | 122 |
| Total Geral | 122 |

| | |
|----------------------------------|------------|
| Birro Novo Jardim Cechini | |
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| MS150i | 46 |
| Total Geral | 46 |
| Jardim Tambore | |
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| MS150i | 125 |
| Total Geral | 125 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| Jardim Alto Boa Vista | |
|------------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Tipo/Potência/Luminária | Quantidade |
| Ms150i | 270 |
| Total Geral | 270 |

| TOTAL GERAL LEVANTAMENTO | |
|---------------------------------|------------|
| Levantamento | |
| Nº Lote | Quantidade |
| Lote 01 | 290 |
| Lote 02 | 167 |
| Lote 03 | 276 |
| Lote 04 | 474 |
| Lote 05 | 275 |
| Lote 06 | 213 |
| Lote 07 | 304 |
| Lote 08 | 294 |
| Lote 09 | 201 |
| Lote 10 | 312 |
| Lote 11 | 421 |
| Lote 12 | 287 |
| Lote 13 | 339 |
| Lote 14 | 398 |
| Lote 15 | 416 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | |
|----------------------------|-------------|
| Lote 16 | 313 |
| Lote 17 | 364 |
| Lote 18 | 336 |
| Lote 19 | 340 |
| Lote 20 | 318 |
| Lote 21 | 361 |
| Lote 22 | 128 |
| Lote 23 | 158 |
| Lote 24 | 255 |
| Lote 25 | 142 |
| Lote 26 | 218 |
| Lote 27 | 292 |
| Lote 28 | 368 |
| Lote 29 | 120 |
| Bairro Nova Vista Linda | 122 |
| Bairro Novo Jardim Cechini | 46 |
| Jardim Tambore | 125 |
| Compl | 270 |
| Total Geral | 8943 |

Resumo categoria dos postes

CS70a = 446

CS70d = 956

CS70f = 1388

CS100a=1013

CS100f= 866

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

CS100d= 117
CS100i= 1
CS250= 17
KS150d=1156
KS150i= 32
KS250d=1404
KS250f= 230
KS250i= 1
MS250d= 10
MS150f= 211
MS150i= 857
MS250i= 21
MS250f= 38
LS150f= 86
LS250i= 2
LS250f= 2
CS70p= 2
KS70f= 8
CS150f= 19
KS100f= 26
KS150f= 34

Calculando a quantidade exata de pontos de iluminação conforme os lotes:

$$P (70) = (2800)$$

$$P (70) = (2800 \times 70)$$

$$P (70) = 196000 W$$

$$P (100) = 2023$$

$$P (100) = (2023 \times 100)$$

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

P (100) = 202300 W

P (150)

P (150) = (2405x150)

P (150) = 360750 W

P (250)

P (250) = (1715x250)

P (250) = 428750 W

Cálculo da iluminancia

| Planilha de Iluminância - RUA QUATRO | | |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Ponto | Tipo de Luminária | Iluminância (LUX) |
| P1 | KS250d | 40,0 |
| P2 | KS250d | 39,5 |
| P3 | KS250d | 32,0 |
| P4 | KS250d | 39,4 |
| P5 | KS250d | 30,8 |
| P6 | KS250d | 53,4 |
| P7 | KS250d | 12,3 |
| P8 | KS250d | 14,0 |
| P9 | KS250d | 34,6 |
| P10 | KS250d | 13,6 |
| P11 | KS250d | 64,4 |

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| | | |
|-----|--------|------|
| P12 | KS250d | 9,9 |
| P13 | KS250d | 28,5 |
| P14 | KS250d | 33,2 |
| P15 | KS250d | 23,8 |

| Planilha de Iluminância - AV. SETE | | |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Ponto | Tipo de Luminária | Iluminância (LUX) |
| P1 | KS250d | 22,0 |
| P2 | KS250d | 53,6 |
| P3 | LS250f | 10,4 |
| P4 | KS250d | 20,1 |
| P5 | KS250d | 49,4 |
| P6 | KS250d | 44,7 |
| P7 | KS250d | 22,3 |
| P8 | KS250d | 37,2 |
| P9 | KS250d | 43,4 |
| P10 | KS250d | 20,2 |
| P11 | KS250d | 32,7 |
| P12 | KS250d | 40,9 |
| P13 | KS250d | 34,5 |
| P14 | KS250d | 34,5 |
| P15 | KS250d | 36,2 |
| P16 | KS250d | 48,5 |
| P17 | KS250d | 42,5 |
| P18 | KS250d | 31,5 |
| P19 | KS250d | 38,4 |
| P20 | KS250d | 36,2 |

Resumo do levantamento dos pontos e das luminárias

Pelo levantamento georeferenciado foram verificados 4987 postes
4456 postes com 2 luminárias totalizando 8912 pontos de iluminação
387 postes com 1 luminária totalizando 387 pontos de iluminação
Praças contendo 144 postes com 461 pontos de iluminação
Total de pontos de iluminação 9299 -Obs: sem praças
Total de pontos de iluminação verificados 8943
Total de pontos de iluminação queimadas 356

Praças

Jardim Parisi

2 postes metálicos de 3 pétalas H=7m 1500W
4 'postes metálicos de 2 pétalas H=7m 2000W

Praça Jardim Vieira Brasão

1 poste metálico de 4 pétalas H=8m 1000W

Praça Mãe Rainha

8 postes metálicos de 3 pétalas H=7m 6000W

Praça Vila Burci

1 poste metálico de 2 pétalas H=7m 500W

Praça Cemitério Municipal

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

10 postes metálicos de 2 pétalas H=3m 3000W – lâmpada de 150W
4 postes metálicos de 4 pétalas H=6m 4000W

Praça Rodoviária

5 postes metálicos de 4 pétalas H=7m 5000W

Praça Mario Furtado

18 postes metálicos de 4 pétalas H=7m 18000W

2 postes metálicos de 5 pétalas H=3m 1500W – lâmpada de 150w

Praça Coronel Francisco Orlando

10 postes metálicos com 3 globos H=3m 4500 – lâmpada de 150W

1 poste metálico de 4 pétalas H=8m 1000W

Praça São José

9 postes metálicos de 4 pétalas H=8m 9000W

Praça do Museu

4 postes metálicos de 4 pétalas H=8m 4000W

5 postes metálicos de 3 pétalas H=4m 3750

Praça Camara Municipal

2 postes metálicos de 3 pétalas H=8m 1500W

Total de watts nas praças: 66.250 W

11. ARQUIVOS FOTOGRÁFICOS

Nesta seção estão relacionadas as fotos das ruas e locais da cidade, quando da realização do levantamento de atualização do CADASTRO LUMINOTECNICO DE ORLÂNDIA-SP. Estas fotos estão em mídia digital anexa aos documentos.

- ALAMEDA 4
- AVENIDA 4
- HOSPITAL SANTO ANTONIO
- MARGINAL DIREITA
- MODELO DE POSTE COM REFLETOR
- PRAÇA NOTURNA
- PRAÇA CORONEL FRANCISCO ORLANDO
- PRAÇA DA CAMARA MUNICIPAL
- PRAÇA DO RODOVIARIA
- PRAÇA DO CEMITERIO
- PRAÇA DA RODOVIARIA
- PRAÇA JARDIM PARISI
- PRAÇA VIEIRA BRASÃO
- PRAÇA MÃE RAINHA
- PRAÇA MARIO FURTADO
- PRAÇA MARIO FURTADO-VISÃO NOTURNA
- PRAÇA SÃO JOSE-NOTURNA
- PRAÇA VIA BURISI
- PREFEITURA MUNICIPAL
- RUA 1
- RUA 4
- TRAVESSA L

12. DIAGNOSTICO

Pelo levantamento efetuado verificou-se a existência predominante de lâmpadas de vapor de sódio, de acordo com as quantidades especificadas anteriormente.

12.1 Tipo de lâmpada utilizadas- lâmpada de vapor de sódio

Lâmpada de vapor de sódio é a designação dada a um tipo de lâmpada de descarga em meio gasoso que utiliza um plasma de vapor de sódio para produzir luz. Existem duas variantes deste tipo de lâmpadas: de *baixa pressão* (em geral designadas *LPS*) e de *alta pressão* (*HPS*). Como as lâmpadas de vapor de sódio causam menos poluição luminosa que outras tecnologias utilizadas para iluminação pública, cidades próximas de observatórios astronômicos e localidades onde se pretende manter a visibilidade do céu noturno, ou onde é necessário reduzir a iluminação para proteger a biodiversidade, usam esse tipo de lâmpada.

12.2 Características da luz

As lâmpadas de vapor de sódio emitem uma luz quase perfeitamente monocromática, com um comprimento de onda médio de 589,3 nm (resultado de duas linhas espectrais dominantes nos 589,0 e 589,6 nm). O resultado deste monocromatismo é os objetos iluminados adquirirem uma luminosidade incomum e cores dificilmente distinguíveis, resultado da reflexão da pequena largura de banda de luz amarelada emitida pela lâmpada.

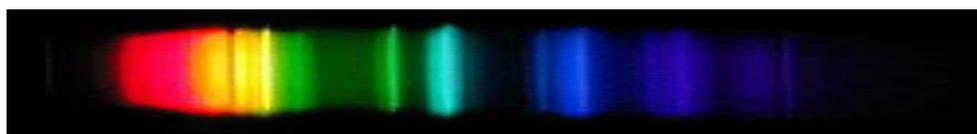
A monocromia das lâmpadas de vapor de sódio faz delas uma boa escolha para situações em que a poluição luminosa seja uma restrição. É por essa razão que este tipo de lâmpadas é utilizado nas imediações de observatórios astronômicos e em áreas onde se pretenda reduzir interferência da iluminação exterior com a fauna noturna.

Ainda assim, o seu uso em grandes áreas urbanas leva a que em noites nubladas a luz seja refletida pelas nuvens, criando uma luminosidade amarelo-alaranjada difusa. O brilho

das luzes refratado pela atmosfera pode em certas circunstâncias criar um brilho alaranjado na atmosfera visível mesmo quando a zona urbana se encontra abaixo do horizonte.

A eficiência de produção de luz das lâmpadas de vapor de sódio faz delas uma opção considerável quando se pretende iluminar com um mínimo de consumo energético, mas a sua estreita banda de emissão apenas permite o seu uso para iluminação exterior e para iluminação de segurança em circunstâncias em que a distinção das cores não seja importante.

Contudo, é importante ter em conta que as técnicas de projeto luminotécnico baseadas apenas na consideração da visão fotóptica são considerados obsoletos para a maior parte dos usos da iluminação, já que aquelas técnicas não consideram de forma adequada os efeitos sobre a percepção da cor pelos usuários.



Espectro da luz de uma lâmpada de vapor de sódio de alta pressão. A banda alaranjada (à esquerda) corresponde à linha D da emissão do sódio; a linha azul-turquesa é também emitida pelo sódio, sendo neste caso bem mais intensa do que a emissão nas lâmpadas de baixa pressão. A maioria das emissões de cores verde, azul e violeta é proveniente do mercúrio.

12.2 .1 Lâmpadas de baixa pressão



Uma lâmpada de vapor de sódio de baixa pressão, 35 Watt.



Lâmpada de vapor de sódio de baixa pressão, quando acesa.

Uma lâmpada de sódio de baixa pressão consiste num invólucro de vidro transparente, capaz de manter um vácuo interno, revestido interiormente por uma fina camada de material transparente para a luz visível mas reflector de infravermelhos (em geral um óxido de índio-estanho). Este invólucro permite manter a atmosfera extremamente rarefeita necessária à formação do plasma de vapor de sódio e permite a saída da luz visível mantendo a radiação infravermelha no seu interior.

No interior do invólucro existe um fino tubo de vidro borossilicatado, em forma de U, contendo sódio sólido e uma pequena quantidade de uma mistura gasosa de néon e de argon denominada mistura de Penning.

A mistura de Penning é utilizada na fase de arranque: quando a lâmpada é ligada, a mistura gasosa ioniza-se, o que permite o início da descarga eléctrica através do tubo, emitindo uma ténue luz avermelhada. Esta radiação aquece o sódio metálico, vaporizando-o, o que permite que ao fim de alguns minutos a lâmpada emita a intensa radiação amarelada característica do plasma de vapor de sódio.

As lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão (*LPS*) constituem a forma mais eficaz de produção de luz por electricidade que se conhece quando medida em condições de iluminação fotópica, produzindo até 200 lm/W. Esta eficiência resulta da emissão se fazer concentrada numa estreita banda em torno do comprimento de onda em que o olho humano é mais sensível.

As lâmpadas *LPS* são comercializadas com potências padronizadas que vão dos 10 W até aos 180 W; mas potências muito superiores podem ser facilmente produzidas para utilizações específicas.

As lâmpadas *LPS* apresentam uma maior semelhança com as lâmpadas fluorescentes do que com as lâmpadas de vapor de mercúrio de alta pressão: ambos os tipos partilham uma forma linear, baixa pressão interna e baixa intensidade de corrente eléctrica. Tal como nas fluorescentes, nas *LPS* não há formação de um arco de grande intensidade luminosa, antes emitindo um brilho suave, de que resulta um menor risco de encandeamento.

Outra característica que as diferencia das lâmpadas de alta pressão, que se apagam quando haja redução da voltagem, ainda que ligeira, é a sua resistência a flutuações de tensão da rede eléctrica, recuperando rapidamente o brilho quando haja reposição da tensão normal.

Outra importante característica das *LPS* é a sua capacidade de manter um fluxo luminoso constante durante toda a sua vida útil. Ao contrário das lâmpadas de alta pressão, que perdem luminosidade com o uso ao ponto de se tornarem ineficientes, mas mantendo o consumo de energia eléctrica constante, as *LPS* apesar de manterem a luminosidade vão aumentando ligeiramente o consumo (cerca de 10%) à medida que se aproxima do fim da sua vida útil, o que nas lâmpadas de boa qualidade em geral ocorre após cerca de 18 000 horas de uso. As *LPS* em fim de vida útil não entram em apagamento cíclico, isto é não sofrem os arranques sucessivos seguidos de quase imediato apagamento e reacendimento que caracteriza o fim de vida das lâmpadas de alta pressão.

12.2.2 Lâmpadas de alta pressão



Lâmpada de vapor de sódio de alta pressão (Philips SON-T Master 600W).

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867



Edifício de escritórios iluminado por lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão.
A.C. voltage Ballast

Diagrama de uma lâmpada de vapor de sódio de alta pressão.

As lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão (conhecidas pelo acrônimo inglês *HPS*) são menores e contém elementos químicos adicionais, nomeadamente mercúrio. Em consequência produzem uma luminosidade rosada quando são acesas, evoluindo gradualmente para uma luz suave de cor alaranjada quando aquecem. Alguns modelos de lâmpadas que usam esta tecnologia produzem no arranque uma luz azulada, resultante da emissão do mercúrio antes do sódio estar suficientemente aquecido e ionizado para formar um plasma.

Tal como na variante de baixa pressão, nestas lâmpadas a principal fonte de luz é a emissão espectral do sódio elementar com predomínio para a sua linha D. Contudo, ao contrário do que acontece com a emissão das lâmpadas de baixa pressão, a largura de banda da emissão é substancialmente alargada pela ressonância induzida pela alta pressão de vapor no interior da lâmpada e pelas emissões do mercúrio. Em consequência a luz perde o monocromatismo, permitindo uma boa distinção das cores dos objetos iluminados. Outros efeitos que contribuem para o alargamento espectral são a autorreversão, devida à absorção

de fótons na região externa mais fria do tubo, e o efeito da força de van der Waals dos átomos de mercúrio no arco, este último afetando essencialmente a região vermelha do espectro emitido.

Uma variante da tecnologia, com maior enriquecimento em mercúrio, geralmente denominada por *lâmpadas SON*, produz luz esbranquiçada com grande largura espectral, permitindo uma excelente discriminação das cores. Uma tipo de lâmpadas *SON* introduzido em 1986, com uma maior pressão interna, produz uma temperatura de cor próxima dos 2700 K, com um Índice de Reprodução de Cor (IRC) de 85; valores muito próximos dos obtidos com lâmpadas de incandescência.^[3] Este tipo de lâmpadas, mais caras e menos eficientes, é utilizado para iluminação de grandes espaços interiores.

As lâmpadas HPS são utilizadas para iluminação de estufas e de câmaras de crescimento de algas e plantas dado que a sua emissão se centra em torno da região espectral de maior eficiência fotossintética, permitindo a produção de elevadas intensidades luminosas com um baixo custo energético.

As lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão são muito eficientes na transformação de energia eléctrica em luz, atingindo uma eficácia da ordem dos 100 lm/W quando medidas em condições de visão fotópica. Em consequência são frequentemente utilizadas para iluminação exterior, iluminação cénica e iluminação de segurança.

A elevada pressão e atividade química do arco de sódio requer particular resistência e estabilidade química no tubo de arco da lâmpada. Por essa razão a maioria das lâmpadas é construída recorrendo a um tubo translúcido de alumina.

Tal como as lâmpadas de baixa pressão, as *HPS* requerem a presença de um gás ionizável na fase de arranque. Para tal recorre-se a xénon em muito baixa pressão, já que este gás apresenta a mais baixa condutividade térmica e o menor potencial de ionização de todos os gases nobres não radioativos. Sendo um gás nobre, o xénon não interfere com as reações

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

químicas que ocorrem durante o funcionamento da lâmpada, a baixa condutividade térmica minimiza as perdas térmicas da lâmpada quando em operação e o seu baixo potencial de ionização permite um fácil arranque a frio, já que a voltagem de ruptura do gás é relativamente baixa à pressão e temperatura da lâmpada fria.

O funcionamento de uma lâmpada de vapor de sódio de alta pressão assenta na ionização de uma mistura de vapores de sódio e de mercúrio metálicos obtidos a partir da evaporação de uma pequena quantidade de amálgama de sódio mantida na parte mais arrefecida da lâmpada. Após o arranque promovido pela ionização do xénon, a temperatura da amálgama sobe rapidamente em função da potência dissipada pelo plasma formado pelo xénon. À medida que a temperatura da amálgama aumenta, aumentam as pressões parciais dos vapores metálicos no interior da lâmpada, o que por sua vez leva à diminuição da sua resistência eléctrica, com o conseqüente aumento da corrente e da dissipação de energia, até ser atingida a potência nominal da lâmpada. Para uma dada voltagem existem três modos de operação:

1. A lâmpada está apagada e nenhuma corrente eléctrica flui;
2. A lâmpada está acesa mantendo amálgama líquida no tubo;
3. A lâmpada está acesa e toda a amálgama se evaporou.

O primeiro e o último modos de operação (1 e 3) são inerentemente estáveis, dado que a resistência eléctrica da lâmpada apresenta uma fraca dependência em relação à voltagem aplicada. Pelo contrário, o segundo modo de operação (2) é instável e fortemente dependente da corrente, já que qualquer aumento da corrente causa necessariamente um aumento na potência dissipada, o que por sua vez leva a um aumento da temperatura da amálgama com o conseqüente aumento da evaporação dos metais e da pressão parcial dos seus vapores no interior da lâmpada. Como consequência, a resistência eléctrica do conjunto é reduzida, produzindo novo aumento da potência dissipada e da evaporação, num crescendo que apenas

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

termina com a total evaporação da amálgama, ou seja, quando seja atingido o último modo de operação (3). Como as lâmpadas existentes no mercado não foram projetadas para aceitar grandes dissipações de potência, tal aumento de corrente levaria à destruição da lâmpada. Por razões inversas, uma quebra na corrente levaria ao arrefecimento da amálgama e a uma redução tal da corrente que a lâmpada se extinguiria.

Assim, a operação da lâmpada faz-se sempre no segundo modo (2), mantendo-se um equilíbrio dinâmico entre a amálgama líquida e os vapores metálicos. Esse equilíbrio é conseguido através da manutenção de uma corrente constante através da lâmpada com recurso a um balastro indutivo ligado em série com a lâmpada. A utilização de corrente alternada permite a utilização do efeito indutivo em vez de soluções puramente resistivas, muito mais dissipadores de energia. Por outro lado, o balastro indutivo permite a criação de um pico de voltagem para o reaquecimento da lâmpada, já que na prática ela se apaga em cada ponto nulo do ciclo de corrente (50 vezes por segundo nas redes de corrente alternada a 50 Hz).

Devido à lenta perda de vapor através da formação de compostos estáveis e da adsorção e absorção de átomos dos metais, em particular do sódio, pelos materiais que constituem as paredes da lâmpada, a amálgama vai sendo progressivamente esgotada. Em geral, nas boas lâmpadas, o esgotamento da amálgama para um nível inferior ao necessário para a manutenção da estabilidade do plasma ocorre após cerca de 20 000 horas de funcionamento. Quando tal ocorre a lâmpada entra num processo de apagamento cíclico (*cycling*), de frequência progressivamente mais elevada à medida que a pressão parcial dos vapores metálicos decresce.

O apagamento cíclico resulta do seguinte efeito: a lâmpada acende com uma voltagem relativamente baixa, mas a subida da pressão do vapor de sódio não aumenta na proporção da corrente que atravessa o tubo, o que leva a que seja progressivamente necessária uma

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

maior voltagem para manter a corrente; quando a voltagem excede o máximo permitido pelo balastro, a lâmpada apaga-se, mas ao arrefecer permite o reaquecimento, entrando assim num ciclo de constantes apagamentos e reacendimentos. Este efeito é evitado pela utilização de balastros capazes de detectar os repetidos reacendimentos, desligando a corrente quando tal acontece.



Lâmpada de vapor de sódio de alta pressão (Philips SON-T Master 600W).

Conclusão:

Para que se obtenha uma correta harmonização do parque de iluminação, há necessidade de se rever todos os aspectos envolvidos e as diretrizes anteriormente tomadas.

Em função disso, a elaboração de um Projeto de Engenharia, é fundamental, para que se obtenha os rendimentos esperados e a adequação do parque local.

Para tanto, apresentamos a seguir o embasamento técnico justificativo para a implantação de novo parque luminotécnico com utilização de luminárias de LED.

Diodo emissor de luz -LED

O diodo emissor de luz, também conhecido pela sigla em inglês LED (Light Emitting Diode), é usado para a emissão de luz em locais e instrumentos onde se torna mais conveniente a sua utilização no lugar de uma lâmpada. Especialmente utilizado em produtos de microeletrônica como sinalizador de avisos, também pode ser encontrado em tamanho maior, como em alguns modelos de semáforos. Também é muito utilizado em painéis de LED, cortinas de LED, pistas de LED e postes de iluminação pública, **permitindo uma redução significativa no consumo de eletricidade.**

Em 7 de outubro de 2014, os inventores dos diodos emissores de luz azul foram laureados com o Prêmio Nobel de Física

Características Técnicas



Diferentes tipos de lâmpadas de LED.

O LED é um diodo semicondutor (junção P-N) que quando é energizado emite luz visível – por isso LED (Diodo Emissor de Luz). A luz não é monocromática (como em um laser), mas consiste de uma banda espectral relativamente estreita e é produzida pelas interações energéticas do elétron. O processo de emissão de luz pela aplicação de uma fonte elétrica de energia é chamado *eletroluminescência*.

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

Em qualquer junção P-N polarizada diretamente, dentro da estrutura, próximo à junção, ocorrem recombinações de lacunas e elétrons. Essa recombinação exige que a energia possuída pelos elétrons seja liberada, o que ocorre na forma de calor ou fótons de luz .

No silício e no germânio, que são os elementos básicos dos diodos e transistores, entre outros componentes eletrônicos, a maior parte da energia é liberada na forma de calor, sendo insignificante a luz emitida (devido à opacidade do material), e os componentes que trabalham com maior capacidade de corrente chegam a precisar de irradiadores de calor (dissipadores) para ajudar na manutenção dessa temperatura em um patamar tolerável.

Já em outros materiais, como o arsenieto de gálio (GaAs) ou o fosfeto de gálio (GaP), a quantidade de fótons de luz emitida é suficiente para constituir fontes de luz bastante eficientes.

A forma simplificada de uma junção P-N de um LED demonstra seu processo de eletroluminescência. O material dopante de uma área do semicondutor contém átomos com um elétron a menos na banda de valência em relação ao material semicondutor. Na ligação, os íons desse material dopante (íons "aceitadores") removem elétrons de valência do semicondutor, deixando "lacunas" (ou buracos), fazendo com que o semicondutor torne-se do tipo P. Na outra área do semicondutor, o material dopante contém átomos com um elétrons a mais do que o semicondutor puro em sua faixa de valência. Portanto, na ligação esse elétron fica disponível sob a forma de elétron livre, formando o semicondutor do tipo N.

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867



Relógio com tela de LED.

Os semicondutores também podem ser do tipo compensados, isto é, possuem ambos os dopantes (P e N). Neste caso, o dopante em maior concentração determinará a que tipo pertence o semicondutor. Por exemplo, se existem mais dopantes que levariam ao P do que do tipo N, o semicondutor será do tipo P. Isso implicará, contudo, na redução da Mobilidade dos Portadores.

A Mobilidade dos Portadores é a facilidade com que cargas n e p (elétrons e buracos) atravessam a estrutura cristalina do material sem colidir com a vibração da estrutura. Quanto maior a mobilidade dos portadores, menor será a perda de energia, portanto mais baixa será a resistividade.

Na região de contato das áreas, elétrons e lacunas se recombinam, criando uma fina camada praticamente isenta de portadores de carga, a chamada barreira de potencial, onde há apenas os íons "doadores" da região N e os íons "aceitadores" da região P que, por não apresentarem portadores de carga, "isolam" as demais lacunas do material P dos outros elétrons livres do material N.

Um elétron livre ou uma lacuna só pode atravessar a barreira de potencial mediante a aplicação de energia externa (polarização direta da junção). Nesse ponto ressalta-se um fato físico do semiconductor: nesse material, os elétrons só podem assumir determinados níveis de energia (níveis discretos), sendo as bandas de valência e de condução as de maiores níveis energéticos para os elétrons ocuparem.

A região compreendida entre o topo da de valência e a parte inferior da de condução é a chamada "banda proibida". Se o material semiconductor for puro, não terá elétrons nessa banda (daí ser chamada "proibida"). A recombinação entre elétrons e lacunas, que ocorre depois de vencida a barreira de potencial, pode acontecer na banda de valência ou na proibida. A possibilidade dessa recombinação ocorrer na banda proibida se deve à criação de estados eletrônicos de energia nessa área pela introdução de outras impurezas no material.

Como a recombinação ocorre mais facilmente no nível de energia mais próximo da banda de condução, pode-se escolher adequadamente as impurezas para a confecção dos LEDs, de modo a exibirem bandas adequadas para a emissão da cor de luz desejada (comprimento de onda específico).

Funcionamento

A luz emitida não é monocromática, mas a banda colorida é relativamente estreita. A cor, portanto, depende do cristal e da impureza de dopagem com que o componente é fabricado. O LED que utiliza o arsenieto de gálio emite radiações infravermelhas. Dopando-se com fósforo, a emissão pode ser vermelha ou amarela, de acordo com a concentração.

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

Utilizando-se fosfeto de gálio com dopagem de nitrogênio, a luz emitida pode ser verde ou amarela. Hoje em dia, com o uso de outros materiais, consegue-se fabricar leds que emitem luz azul, violeta e até ultravioleta. Existem também os leds brancos, mas esses são geralmente leds emissores de cor azul, revestidos com uma camada de fósforo do mesmo tipo usado nas lâmpadas fluorescentes, que absorve a luz azul e emite a luz branca. Com o barateamento do preço, seu alto rendimento e sua grande durabilidade, esses leds tornam-se ótimos substitutos para as lâmpadas comuns, e devem substituí-las a médio ou longo prazo. Existem também os leds brancos chamados RGB (mais caros), e que são formados por três "chips", um vermelho (R de red), um verde (G de green) e um azul (B de blue). Uma variação dos LEDs RGB são LEDs com um microcontrolador integrado, o que permite que se obtenha um verdadeiro show de luzes utilizando apenas um LED.

Em geral, os LEDs operam com nível de tensão de 1,6 a 3,3 V, sendo compatíveis com os circuitos de estado sólido. É interessante notar que a tensão é dependente do comprimento da onda emitida. Assim, os leds infravermelhos geralmente funcionam com menos de 1,5V, os vermelhos com 1,7V, os amarelos com 1,7V ou 2.0V, os verdes entre 2.0V e 3.0V, enquanto os leds azuis, violeta e ultravioleta geralmente precisam de mais de 3V. A potência necessária está na faixa típica de 10 a 150 mW, com um tempo de vida útil de 100.000 ou mais horas.



Lanterna baseada em LEDs de alto brilho com baixo consumo de energia.

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

Como o LED é um dispositivo de junção P-N, sua característica de polarização direta é semelhante à de um diodo semicondutor.

Sendo polarizado, a maioria dos fabricantes adota um "código" de identificação para a determinação externa dos terminais A (ânodo) e K (cátodo) dos LEDs.

Nos LEDs redondos, duas codificações são comuns: identifica-se o terminal K como sendo aquele junto a um pequeno chanfro na lateral da base circular do seu invólucro ("corpo"), ou por ser o terminal mais curto dos dois. Existem fabricantes que adotam simultaneamente as duas formas de identificação.

Nos LEDs retangulares, alguns fabricantes marcam o terminal K com um pequeno "alargamento" do terminal junto à base do componente, ou então deixam esse terminal mais curto.

Mas, pode acontecer do componente não trazer qualquer referência externa de identificação dos terminais. Nesse caso, se o invólucro for semi-transparente, pode-se identificar o cátodo (K) como sendo o terminal que contém o eletrodo interno mais largo do que o eletrodo do outro terminal (ânodo). Além de mais largo, às vezes o cátodo é mais baixo do que o ânodo.

Os diodos emissores de luz são empregados também na construção dos displays alfanuméricos.

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

Há também LEDs bi-cores, que são constituídos por duas junções de materiais diferentes em um mesmo invólucro, de modo que uma inversão na polarização muda a cor da luz emitida de verde para vermelho, e vice-versa. Existem ainda LEDs bicolores com três terminais, sendo um para acionar a junção dopada com material para produzir luz verde, outro para acionar a junção dopada com material para gerar a luz vermelha, e o terceiro comum às duas junções. O terminal comum pode corresponder à interligação dos anodos das junções (LEDs bicolores em *ánodo comum*) ou dos seus cátodos (LEDs bi-cores em *cátodo comum*).

Embora normalmente seja tratado por LED bicolor (vermelho+verde), esse tipo de LED é na realidade um "tricolor", já que além das duas cores independentes, cada qual gerada em uma junção, essas duas junções podem ser simultaneamente polarizadas, resultando na emissão de luz alaranjada.

Geralmente, os LEDs são utilizados em substituição às lâmpadas de sinalização ou lâmpadas pilotos nos painéis dos instrumentos e aparelhos diversos. Para fixação nesses painéis, é comum o uso de suportes plásticos com rosca.

Como o diodo, o LED não pode receber tensão diretamente entre seus terminais, uma vez que a corrente deve ser limitada para que a junção não seja danificada. Assim, o uso de um resistor limitador em série com o LED é comum nos circuitos que o utilizam. Para calcular o valor do resistor usa-se a seguinte fórmula: $R = (V_{\text{fonte}} - V_{\text{LED}}) / I_{\text{LED}}$, onde V_{fonte} é a tensão disponível, V_{LED} é a tensão correta para o LED em questão e I_{LED} é a corrente que ele pode suportar com segurança.

Tipicamente, os LEDs grandes (de aproximadamente 5 mm de diâmetro, quando redondos) trabalham com correntes da ordem de 12 a 30 mA e os pequenos (com aproximadamente 3 mm de diâmetro) operam com a metade desse valor.

Assim:

Adotamos $I_1 = 15 \text{ mA}$ e $I_2 = 8 \text{ mA}$, $V_{\text{fonte}} = 12 \text{ V}$, $V_{\text{LED}} = 2 \text{ V}$:

$$R_1 = (12 - 2)/0,015 = 10/0,015 = 680^*$$

$$R_2 = (12 - 2)/0,008 = 10/0,008 = 1\text{K}2^*$$

Aproximam-se os resultados para os valores comerciais mais próximos.

Os LEDs não suportam **tensão reversa** (V_r) de valor significativo, podendo-se danificá-los com apenas 5 V de tensão nesse sentido. Por isso, quando alimentado por tensão C.A., o LED costuma ser acompanhado de um diodo retificador em antiparalelo (polaridade invertida em relação ao LED), com a finalidade de conduzir os semi-ciclos nos quais ele - o LED - fica no corte, limitando essa tensão reversa em torno de 0,7V (tensão direta máxima do diodo), um valor suficientemente baixo para que sua junção não se danifique. Pode-se adotar também uma ligação em série entre o diodo de proteção e o LED.

A energia eletrostática que os portadores de carga perdem na passagem da interface entre os dois semicondutores é transformada em luz. Essa energia corresponde à diferença entre dois níveis de energia no semicondutor, e tem um valor específico próprio dos semicondutores usados no LED.

A energia que transporta cada fóton é dada pela equação , $U=hf$

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

Conseqüentemente, os fótons emitidos no LED terão todos aproximadamente a mesma frequência, igual à diferença entre os níveis de energia dos elétrons nos dois elétrodos do LED, dividida pela constante de Planck; isso implica que a luz do LED é monocromática. Assim, a cor da luz emitida pelo LED dependerá do semicondutor usado.

A tabela abaixo mostra as cores próprias de alguns semicondutores.

| Semicondutor | Cor da luz | Comprimento de onda |
|------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Arsenieto de gálio e alumínio | Infravermelha | 880 nm |
| Arsenieto de gálio e alumínio | Vermelha | 645 nm |
| Fosfato de alumínio, índio e gálio | Amarela | 595 nm |
| Fosfato de gálio | Verde | 565 nm |
| Nitreto de gálio | Azul | 430 nm |

Todo esse conjunto de informações técnicas justificam a utilização deste tipo de luminária em sistemas de iluminação pública, por todas as vantagens que apresentam,

Características comerciais

A lâmpada a LED é uma conquista da eletrônica sobre outras tecnologias de iluminação.

Em sua história, a lâmpada passa do filamento de carvão ao tungstênio na incandescência, da propriedade de fluorescência nos elementos que compõem este tipo às de descarga em alta pressão e de vapores metálicos.

Os emissores luz LED, são luminescentes, ou seja, emitem luz ao serem atravessados por uma corrente elétrica. Apresentam características diferenciadas das outras tecnologias: várias cores, frequências controladas, flexibilidade de alimentação elétrica, redução de consumo, alta durabilidade, maior segurança, resistência a choques mecânicos, baixa manutenção e maior facilidade na aplicação e instalação.

É uma inovação ecologicamente correta, pois seus elementos construtivos são recicláveis, não causam perigo ao meio ambiente e volume muito menor. Permite a redução das trocas e do consumo elétrico.

Mais que uma simples lâmpada é um equipamento de iluminação que proporciona uma nova cultura, desde sua instalação, versatilidade nas aplicações e posterior descarte. A tecnologia de iluminação em estado sólido também revoluciona os conceitos da luminotécnica.

Isso se traduz em praticidade, eficiência e custos reduzidos se analisarmos a instalação, operação e manutenção ao longo de sua vida útil.

Energia limpa, renovável, natural e ecologicamente correta.

Princípio de Funcionamento

O princípio de funcionamento de uma fluorescente (CFL) está na emissão de raios UV, quando os filamentos internos estão energizados. Elétrons e átomos de mercúrio geram radiação que emitirão a luz visível ao se chocar com a substância fluorescente que reveste o tubo.

O calor é uma consequência deste processo luminoso.

O emissor a LED, por sua vez, é composto por duas camadas semicondutoras P&N. O material luminescente ao conduzir os elétrons, transformam a eletricidade em luz diretamente, com baixo aquecimento. Decorrente deste processo, passamos a obter um produto de baixíssima degeneração.

Os valores de corrente e tensão são mais baixos para se obter a mesma quantidade de luz, portanto o processo se torna muito mais eficiente.

Características da Iluminação a LED

A lâmpada CFL (fluorescente) produz um fator de potência predominantemente indutivo, chegando a 0,82, o que obriga a colocação de banco de capacitores para correção.

As lâmpadas a LED produzem um fator de potência predominantemente capacitivo, chegando a 0,97 o que auxilia na correção dos indutivos da própria instalação, reduzindo a necessidade de capacitores;

ANEEL estabelece como limite mínimo o fator de potência de 0,92 indutivo ou capacitivo;

Embora os níveis de harmônicas em ambas (CFL LED) sejam compatíveis nas tensões 110V ou 220V, a lâmpada a LED produz uma intensidade de corrente inferior à fluorescente, consumindo menos e permitindo economia na instalação, com a

redução dos elementos do circuito (fios, transformadores, disjuntores, eletrodutos, etc).

Alimentação elétrica: Pode ser alimentada diretamente na tensão desde 90 até 270 Volts. Incorpora fonte reguladora de alto fator de potência, com seleção de tensão automática, proteção e filtro de harmônicas. Dispensa o uso de “REATORES” ou “STARTER”.

Consumo reduzido: Maior rendimento lúmen por watt. Consome menos que uma lâmpada convencional.

Ecologicamente correta: Não contém substâncias nocivas à saúde humana e à natureza. O material é facilmente reciclável. Não emite radiações que possam prejudicar a animais ou seres humanos, além de não envelhecer ou descolorir materiais.

Manutenção e trocas: Vida útil acima de 50.000 horas de uso, com redução de fluxo luminoso inferior a 15%. Lâmpadas de LED podem ser reparadas.

Melhor definição de cor e espaço: O fator IRC (Índice de Reprodução de Cores) maior que 70%, proporciona melhor definição das cores, espaços e sombras. A aplicação da técnica permite reduzir o fluxo de iluminação sem comprometer a acuidade visual.

Resistência: Peso reduzido, baixas temperaturas de operação, não suscetível a quebra por vibrações. A iluminação em estado sólido é resistente a choques mecânicos e à mudanças de temperaturas.

Economia na instalação: Reduz a bitola dos fios, disjuntores e outros acessórios, devido ao baixo consumo e à corrente

Na tabela a seguir retirada de determinado fabricante pode-se observar a relação de transformação das diferentes luminárias e que deram embasamento ao sistema projetado

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| Tecnologia | Modelos | Lâmpada Convencional | Encaixe (Soquete) | Potência (Watts) | + Consumo reator | Durabilidade x horas | Lm (Lúmen) | IRC | Eficiência lm x Watt | Lâmpada LED | Potência (Watts) | Durabilidade x horas | Equivalência (Lm x IRC) | Eficiência lm x Watt | Economia Energia (Eficiência) | Aumento da Vida Útil (X) com LED | |
|-----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|------------------|------------------|----------------------|------------|------|----------------------|-----------------|------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------------|------|
| Incandescente | | Incandescente 40W | E-27 | 40 | - | 300 | 350 | 100 | 8,8 | Sunlux/SCOB 4W | 3,6 | 30.000 | 350 | 97,2 | 91% | 100 X | |
| | | Incandescente 60W | | 60 | - | | 864 | 100 | 14,4 | Sunlux/SCOB 8W | 8 | | 840 | 105,0 | 87% | | |
| | | Incandescente 75W | | 75 | - | | 960 | 100 | 12,8 | CR-109 | 9 | | 960 | 106,7 | 88% | | |
| | | Incandescente 100W | | 100 | - | | 1380 | 100 | 13,8 | CR-115 | 15 | | 1390 | 92,7 | 85% | | |
| | | Incandescente 150W | | 150 | - | | 2220 | 100 | 14,8 | CR-120 | 22 | | 2040 | 92,7 | 85% | | |
| | | Incandescente 200W | | 200 | - | | 3150 | 100 | 15,8 | CR-130 | 30 | | 2780 | 92,7 | 85% | | |
| Fluorescentes | T10 | Fluorescente 20W | G-13 | 20 | 22 | 6000 | 1100 | 70 | 55,0 | Tubeled FTS-010 | 9 | 60.000 | 950 | 105,6 | 59% | 10 X | |
| | | Fluorescente 40W | | 40 | 43 | | 2200 | 70 | 55,0 | Tubeled FTS-020 | 18 | | 1900 | 105,6 | 59% | | |
| | Fluorescente HO 110W | 110 | | 120 | 6100 | | 70 | 55,5 | Tubeled FTU-220 | 36 | 3800 | | 105,6 | 70% | | | |
| | Fluorescente 16W | 16 | | 17 | 1100 | | 70 | 68,8 | Tubeled FTS-010 | 9 | 950 | | 105,6 | 48% | | | |
| | Fluorescente 32W | 32 | | 35 | 2200 | | 70 | 68,8 | Tubeled FTS-020 | 18 | 1900 | | 105,6 | 48% | | | |
| Compacta Elettronica | | Compacta 5W | E-27/E-14 | 6 | - | 3000 | 250 | 70 | 41,7 | Sunlux/SCOB 4W | 3,6 | 30.000 | 350 | 97,2 | 40% | 10 X | |
| | | Compacta 10W | E-27 | 12 | - | | 600 | 70 | 50,0 | Sunlux/SCOB 8W | 8 | | 840 | 105,0 | 33% | | |
| | | Compacta 14W | | 16 | - | | 750 | 70 | 46,9 | Sunlux/SCOB 8W | 8 | | 840 | 105,0 | 50% | | |
| Twist Elettronica | | Twist 14W | E-27 | 16 | - | 3000 | 850 | 70 | 53,1 | Sunlux/SCOB 8W | 8 | 30.000 | 840 | 105,0 | 50% | 10 X | |
| | | Twist 18W | | 20 | - | | 1200 | 70 | 60,0 | CR-109 | 9 | | 870 | 96,7 | 55% | | |
| | | Twist 23W | | 25 | - | | 1400 | 70 | 56,0 | CR-115 | 15 | | 1390 | 92,7 | 40% | | |
| Econômica Elettronica | | Econômica 15W | E-27 | 17 | - | 3000 | 970 | 78 | 57,1 | CR-109 | 9 | 30.000 | 870 | 96,7 | 47% | 10 X | |
| | | Econômica 20W | | 21 | - | | 1300 | 78 | 61,9 | CR-115 | 15 | | 1390 | 92,7 | 29% | | |
| | | Econômica 23W | | 25 | - | | 1500 | 78 | 60,0 | CR-115 | 15 | | 1390 | 92,7 | 40% | | |
| | | Econômica 35W | | 38 | - | | 3200 | 78 | 84,2 | CR-120 | 22 | | 2040 | 92,7 | 42% | | |
| | | Econômica 45W | | 45 | - | | 1600 | 78 | 35,6 | CR-130 | 30 | | 2780 | 92,7 | 33% | | |
| De Vapor Mista | | Lâmpada Mista 70W | E-27 | 80 | - | 4000 | 1800 | 94 | 22,5 | CR-115 | 15 | 30.000 | 1390 | 92,7 | 81% | 7,5 X | |
| | | Lâmpada Mista 150W | | 160 | - | | 3100 | 94 | 19,4 | CR-120 | 22 | | 2040 | 92,7 | 86% | | |
| | | Lâmpada Mista 250W | E27/E40 | 250 | - | | 5600 | 94 | 22,4 | CR-140 | 40 | | 3710 | 92,8 | 84% | | |
| HALOGENAS | | PAR-20 | E-27 | 45 | - | 1000 | 574 | 70 | 12,8 | PAR-20 | 7 | 30.000 | 690 | 98,6 | 84% | 30 X | |
| | | PAR-30 | | 75 | - | | 975 | 70 | 13,0 | PAR-30 | 10 | | 986 | 98,6 | 87% | | |
| | | PAR-38 | | 100 | - | | 1280 | 70 | 12,8 | PAR-38 | 15 | | 1480 | 98,7 | 85% | | |
| | | Dicrónica 20 W | MR/GU | 20 | - | 500 | 450 | 70 | 22,5 | Dicrónica 4 W | 4 | | 30.000 | 390 | 97,5 | 80% | 60 X |
| | | Dicrónica 50 W | | 50 | - | | 1125 | 70 | 22,5 | Dicrónica 8 W | 8 | | | 780 | 97,5 | 84% | |

13. PROJETO LUMINOTECNICO

O projeto luminotécnico tem como finalidade projetar a iluminação da cidade de forma que reflita a sua identidade e a hierarquia das vias, adequando a iluminação aos usos que são feitos dos espaços urbanos. Além disso, um planejamento adequado da iluminação gera também uma gestão mais eficiente da energia, diminuindo consumo e gastos, reduzindo impactos ao meio ambiente

13.1 Crescimento populacional e de unidades de iluminação

Em função dos dados históricos da localidade, foram analisados pelos diversos métodos de projeções, a curva de tendência de crescimento para o município.

Observou-se que a curva que melhor se ajusta as condições locais, é aquela pelo método de crescimento geométrico, resultando numa população de projeto de 54.430 habitantes para o período de alcance, determinado em 25 anos.

Na mesma razão de crescimento foram determinados os números de postes e pontos de iluminação, resultando no valor final de 6454 postes e 12631 pontos de iluminação

Na tabela a seguir estão apresentados os dados de projeção e informações projetadas.

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

| Projeção | Ano | Eq. Linear | Eq. Logarítmica | Eq. Polinomial | Proj. Art. 4 | Proj. GEO 2 | Regressão Parabólica |
|----------|------|------------|-----------------|----------------|--------------|-------------|----------------------|
| | 2017 | 41,393 | 41,383 | 43,115 | 42,454 | 42,446 | 43,057 |
| 1 | 2018 | 41,790 | 41,777 | 43,977 | 42,894 | 42,888 | 43,881 |
| 2 | 2019 | 42,187 | 42,171 | 44,877 | 43,333 | 43,336 | 44,744 |
| 3 | 2020 | 42,583 | 42,565 | 45,815 | 43,773 | 43,788 | 45,644 |
| 4 | 2021 | 42,980 | 42,958 | 46,792 | 44,213 | 44,244 | 46,582 |
| 5 | 2022 | 43,377 | 43,352 | 47,807 | 44,653 | 44,706 | 47,559 |
| 6 | 2023 | 43,773 | 43,745 | 48,860 | 45,093 | 45,172 | 48,574 |
| 7 | 2024 | 44,170 | 44,138 | 49,951 | 45,533 | 45,643 | 49,626 |
| 8 | 2025 | 44,567 | 44,531 | 51,080 | 45,972 | 46,119 | 50,717 |
| 9 | 2026 | 44,963 | 44,923 | 52,247 | 46,412 | 46,600 | 51,846 |
| 10 | 2027 | 45,360 | 45,315 | 53,452 | 46,852 | 47,086 | 53,014 |
| 11 | 2028 | 45,757 | 45,708 | 54,696 | 47,292 | 47,577 | 54,219 |
| 12 | 2029 | 46,153 | 46,100 | 55,978 | 47,732 | 48,074 | 55,463 |
| 13 | 2030 | 46,550 | 46,491 | 57,297 | 48,172 | 48,575 | 56,744 |
| 14 | 2031 | 46,947 | 46,883 | 58,655 | 48,611 | 49,082 | 58,064 |
| 15 | 2032 | 47,343 | 47,274 | 60,051 | 49,051 | 49,594 | 59,422 |
| 16 | 2033 | 47,740 | 47,666 | 61,486 | 49,491 | 50,111 | 60,818 |
| 17 | 2034 | 48,137 | 48,057 | 62,958 | 49,931 | 50,633 | 62,252 |
| 18 | 2035 | 48,533 | 48,447 | 64,469 | 50,371 | 51,162 | 63,725 |
| 19 | 2036 | 48,930 | 48,838 | 66,017 | 50,811 | 51,695 | 65,235 |
| 20 | 2037 | 49,327 | 49,228 | 67,604 | 51,251 | 52,234 | 66,784 |
| 21 | 2038 | 49,723 | 49,619 | 69,191 | 51,690 | 52,773 | 68,333 |
| 22 | 2039 | 50,120 | 50,009 | 70,778 | 52,130 | 53,313 | 69,881 |
| 23 | 2040 | 50,517 | 50,400 | 72,365 | 52,570 | 53,852 | 71,430 |
| 24 | 2041 | 50,913 | 50,790 | 73,951 | 53,010 | 54,391 | 72,979 |
| 25 | 2042 | 51,310 | 51,181 | 75,538 | 53,450 | 54,930 | 74,527 |

13.2 Crescimento vegetativo dos pontos

| Projeção | Ano | POSTES | PONTOS | POSTES | PONTOS |
|----------|------|--------|--------|--------|--------|
| | 2017 | 4,987 | 9,760 | - | - |
| 1 | 2018 | 5,039 | 9,862 | 52 | - |
| 2 | 2019 | 5,092 | 9,965 | 53 | 102 |
| 3 | 2020 | 5,145 | 10,069 | 53 | 103 |
| 4 | 2021 | 5,198 | 10,174 | 54 | 104 |
| 5 | 2022 | 5,253 | 10,280 | 54 | 105 |
| 6 | 2023 | 5,307 | 10,387 | 55 | 106 |
| 7 | 2024 | 5,363 | 10,495 | 55 | 107 |
| 8 | 2025 | 5,419 | 10,605 | 56 | 108 |
| 9 | 2026 | 5,475 | 10,715 | 57 | 109 |
| 10 | 2027 | 5,532 | 10,827 | 57 | 111 |
| 11 | 2028 | 5,590 | 10,940 | 58 | 112 |
| 12 | 2029 | 5,648 | 11,054 | 58 | 113 |
| 13 | 2030 | 5,707 | 11,169 | 59 | 114 |
| 14 | 2031 | 5,767 | 11,286 | 60 | 115 |
| 15 | 2032 | 5,827 | 11,404 | 60 | 116 |
| 16 | 2033 | 5,888 | 11,523 | 61 | 118 |
| 17 | 2034 | 5,949 | 11,643 | 61 | 119 |
| 18 | 2035 | 6,011 | 11,764 | 62 | 120 |
| 19 | 2036 | 6,074 | 11,887 | 63 | 121 |
| 20 | 2037 | 6,137 | 12,011 | 63 | 123 |
| 21 | 2038 | 6,200 | 12,135 | 63 | 124 |
| 22 | 2039 | 6,264 | 12,259 | 63 | 124 |
| 23 | 2040 | 6,327 | 12,383 | 63 | 124 |
| 24 | 2041 | 6,390 | 12,507 | 63 | 124 |
| 25 | 2042 | 6,454 | 12,631 | 63 | 124 |

14. CENÁRIOS

14.1. CENÁRIO BASE

Pelos dados obtidos construiu-se o cenário base, que consiste na troca das luminárias existentes por lâmpadas de LED

Apesar do planejamento de trocas se efetuar ao longo dos primeiros anos, verificou-se que, financeiramente, esta alternativa conduz a valores inviáveis, face a limitação da arrecadação da COSIP atualmente vigente.

Verificou-se que, para as condições envoltórias da cidade, e de planejamento futuro, face as condições de expansão requerida, há uma necessidade de correção na arrecadação da ordem de 15,76 %

Por outro lado, a forma de cobrança atual apenas diferencia o tipo de ocupação do imóvel, a saber:

Imóveis edificadas: R\$ 13,34 / mês

Imóveis não edificadas: R\$ 160,11 / ano

Para atualizar essa situação, a forma mais recomendável seria a diferenciação por tipo de imóvel, residencial, comercial e industrial, o que conduziria a valores mais justos para a sociedade local

Com essa finalidade, pode ser desenvolvido um estudo levando-se em conta o impacto na legislação vigente no município em relação aos Códigos municipais de Plano Diretor, Código de Posturas, Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo

14.2 CENARIOS ALTERNATIVOS

A partir do cenário base, foram constituídas algumas alternativas, objetivando verificar as diferentes condições para o atendimento do sistema, a saber:

- Cenário base mais ampliações até 20 anos
- Cenário base mais ampliações até 2043
- Cenário base mais ampliações até 2053

Estes cenários e compilação de valores estão apresentados na Modelagem Financeira, face a exaustiva quantidade de informações exploradas.

Apresentamos a seguir o quadro resumo destas informações:

| | Quantidade de postes que deverão ser instalados | Quantidade de postes acumulados | Custo anual sem dimerização | Custo mensal médio sem dimerização | Economia sem dimerização o em relação ao gasto atual |
|------------------|---|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|
| Cenário base | - | 9,760 | R\$ 579,939.12 | R\$ 48,328.26 | 44.70% |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Cenário 3 - 2038 | | 12,237 | R\$ 1,101,309.38 | R\$ 91,775.78 | 35.00% |
| Cenário 3 - 2043 | | 12,857 | R\$ 1,157,098.49 | R\$ 96,424.87 | 33.00% |
| Cenário 3 - 2048 | | 13,477 | R\$ 1,212,887.60 | R\$ 101,073.97 | 31.00% |
| Cenário 3 - 2053 | | 14,096 | R\$ 1,268,676.70 | R\$ 105,723.06 | 29.00% |

15. ILUMINAÇÃO CENICA

De acordo com as informações levantadas no diagnostico, e com base em informações locais, foram selecionados os principais pontos da cidade que serão objeto de tratamento especial para a iluminação de destaque a ser elaborada pelo Projeto de Engenharia. Seguem os locais definidos:

- Câmara Municipal
- Centro de Lazer.Vila Bucci
- Centro de Lazer..Edgar Benini
- Espelho D'água
- RODOVIÁRIA
- PREFEITURA
- PRAÇA JARDIM PARISI
- MUSEU CASA DA CULTURA
- MINI HOSPITAL
- IGREJA SANTA RITA
- Igreja Cristo Rei
- Ginásio de Esportes
- Câmara Municipal

16. PROPOSTAS DE ILUMINAÇÃO

Para cada edificação apontada anteriormente, haverá um PROJETO DE ENGENHARIA de modo que uma iluminação ressalte e que tenha destaque aos elementos arquitetônicos presentes, sem que prejudicasse o entorno do local ou atrapalhasse a visão dos transeuntes.

Para as Igrejas planeja-se uma iluminação difusa que ilumine amplamente a fachada, e na torre central, pontos de luz focalizados destacando a verticalidade presente. Balizadores para ressaltar a escada e postes para melhorar a iluminação do entorno.

Postes no entorno, melhorando a iluminação que incide diretamente na igreja, dando destaque aos seus elementos e mais visibilidade e segurança ao patrimônio histórico da cidade

Para os prédios públicos, o projeto levará em consideração a natureza de sua ocupação, bem como a preservação de sua história, compatibilizando e integrando o conjunto arquitetônico.

Andraus Troyano
Frayze David
Advogados

• Rua Francisco Leitão n. 144 • São Paulo, SP
• CEP - 05414-020 • F. 55 11 3061-3867

ENCERRAMENTO DO VOLUME II.

Este é o encerramento do Volume II dos Estudos realizados em resposta a Chamada Pública n.º 03/2017 com propostas de soluções para a prestação dos serviços de Iluminação Pública no Município de Orlandia sob a forma de Parceria Público Privada pela Andraus Troyano Frayze David Sociedade de Advogados.

FIM DO VOLUME II