



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

CONCORRÊNCIA PÚBLICA Nº 04/2023

PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

ANEXO XIX – PROJETO DE ENGENHARIA REFERÊNCIAL

Concessão Administrativa dos serviços de gestão, operação, modernização, otimização e manutenção da REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA do Município de Orlandia/SP.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

1. INTRODUÇÃO.

Em setembro de 2010, a ANEEL publicou a Resolução Normativa nº 414/2010, em substituição à Resolução nº 456/2000, que estabeleceu as condições gerais de fornecimento de energia elétrica. Dentre várias normativas, era 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

A resolução foi sucedida pela Resolução nº 1.000 de dezembro de 2021 que, embora tenha revogado a 414/2010, não alterou a realidade da responsabilidade dos municípios pela assunção dos parques de iluminação pública, nem tampouco as condições do relacionamento entre estes e as Distribuidoras.

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 Anexo apresenta um Projeto Conceitual de Engenharia, onde estão descritos os aspectos técnicos e gerenciais do sistema de Iluminação Pública da localidade e que foram utilizados para a apresentação do Estudo Financeiro de Referência e Orçamento do Edital.

O presente documento é **orientativo**, e não serve de base para eventuais reivindicações de ressarcimento, indenização, reequilíbrio econômico-financeiro por parte das licitantes ou da futura Concessionária Contratada, cabendo a cada interessado o dever de inspecionar o parque de Iluminação Pública, suas condições atuais e necessidades de intervenção e investimentos para a formulação de suas propostas.

Todos os licitantes e suas propostas devem se atentar às definições e exigências estabelecidas no Edital e seus Anexos, em particular, Minuta de Contrato.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

Em caso de divergência entre os elementos deste Anexo e os constantes do Edital e dos demais Anexos, prevalecerão as disposições constantes do Edital e demais Anexos.

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.

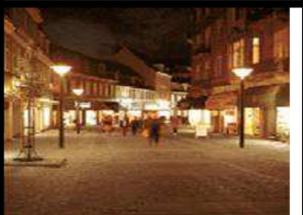
c) Iluminamento ou Iluminância

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

2000K (muito quente) até mais de 10000K (muito fria).

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



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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

possuírem imóveis edificados 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;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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:

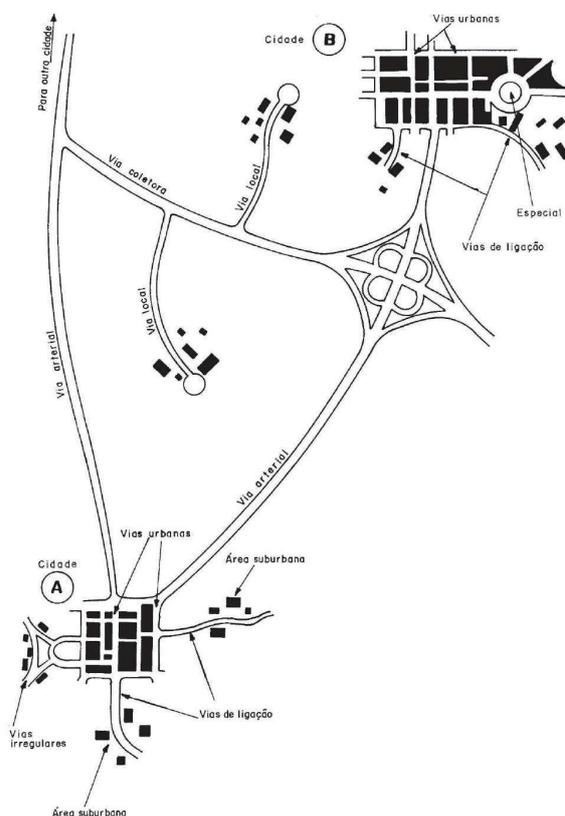


Figura 2 - Classificação das vias urbanas.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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 os 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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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

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 Leve	15	0,2
		10	0,2
Vias locais; vias de conexão menos importantes; 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.

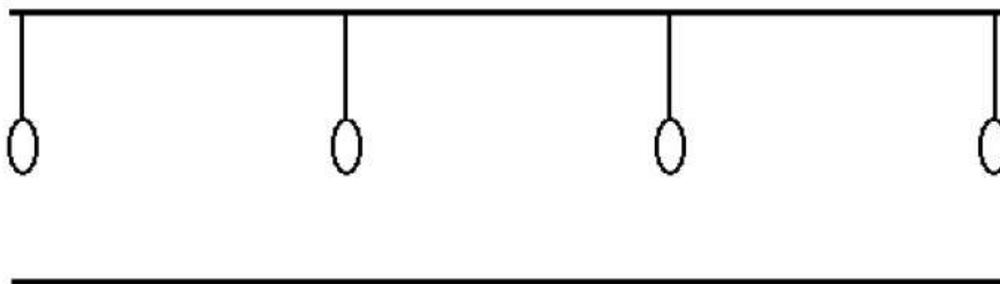


PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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.

O arranjo unilateral das luminárias, apresentado na figura acima, 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 3. Fonte: Iluminação pública - 07/09/13 - CARTAS
Jornal Cruzeiro do Sul

Na Figura 4 é apresentado o arranjo bilateral



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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 4 – Arranjo bilateral alternado das luminárias.

Fonte: CPFL (2006).

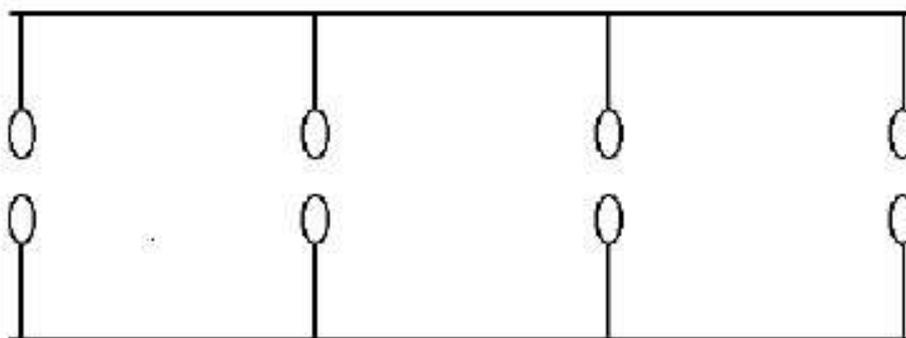


Figura 5 – Arranjo bilateral oposto das luminárias.

Fonte: CPFL (2006).

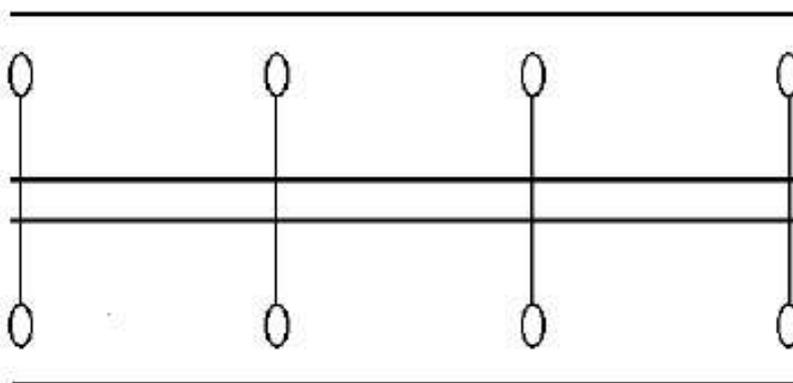


Figura 6 – Arranjo empregado em vias com canteiro central.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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, calçadões, 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 destes.

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, ele é montado dentro de um bulbo com gases inertes, como o argônio e o nitrogênio.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000



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 quilovolts com duração da ordem de microssegundos.

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 de 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 ovoide de lâmpadas a vapor de sódio, comumente utilizadas em iluminação pública. Fonte: COPEL (2012).

4.1.4 Lâmpada a multivapores metálicos:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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 tratar de fontes luminosas com fecho 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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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		10-20	1000
Vapor de mercúrio	3000-4000	40-55	45-58	9000-15000
Vapor de sódio	2000		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.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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 quilovolts. 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.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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.

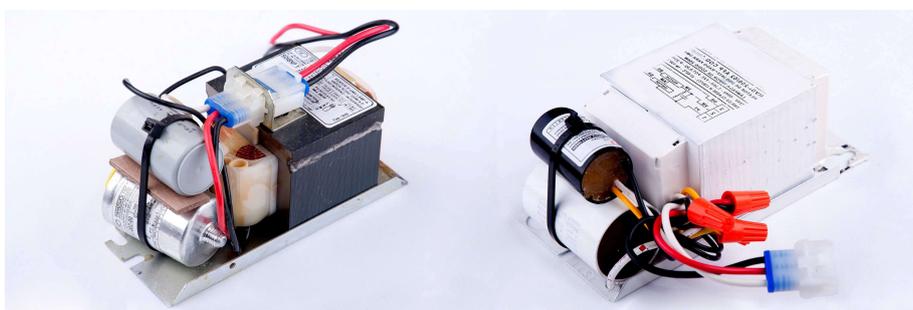


Figura 10 – Reator interno. Fonte: COPEL (2012).



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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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

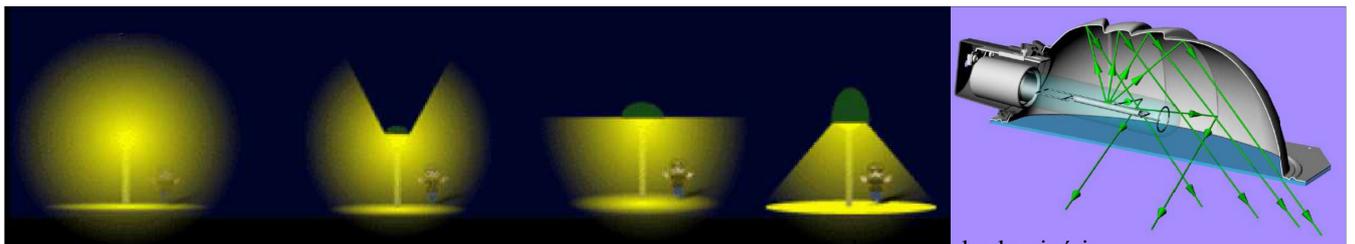


Figura 14 – Da esquerda para a direita esta exemplificado o aumento na eficiencia luminosa das luminárias.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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



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 os 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 por elas, 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.

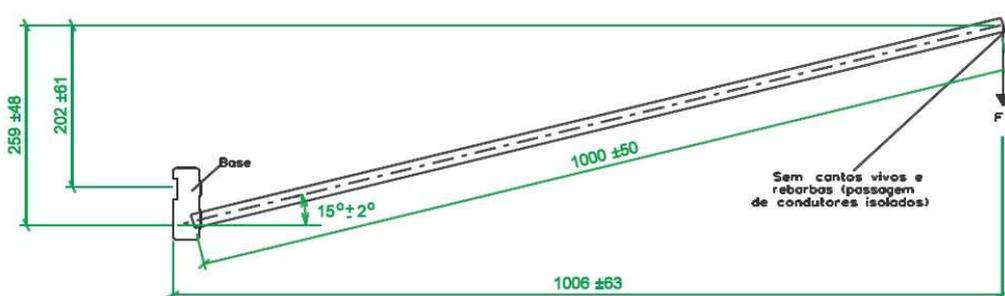


Figura 17 – Braço padrão COPEL tipo BR-1.

Fonte: COPEL (2009).

Tipo BR-2:



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

Aplicáveis para a instalação de luminárias do tipo LM-100, LM-150, LM-250 e LM-3, com lâmpada a vapor de sódio de até 250W.

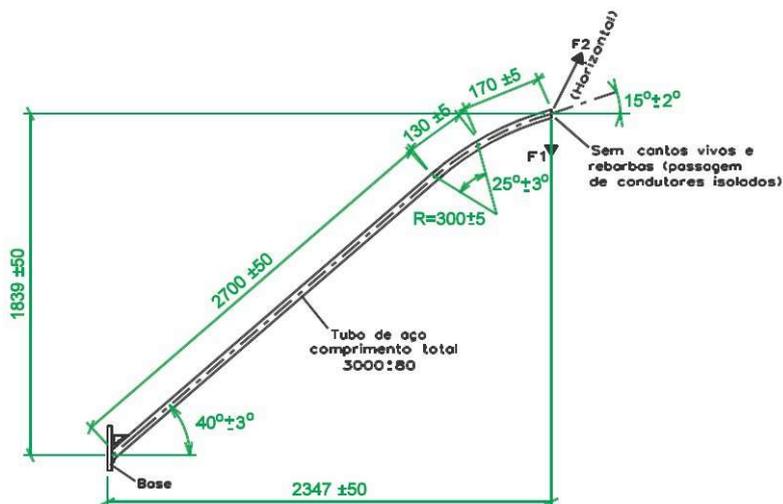


Figura 18 – Braço padrão COPEL tipo BR-2.

Fonte: COPEL (2009)

Tipo BR-3:

Aplicáveis para a instalação de luminárias do tipo LM-400 e LM-8, com lâmpada a vapor de sódio de 400W.

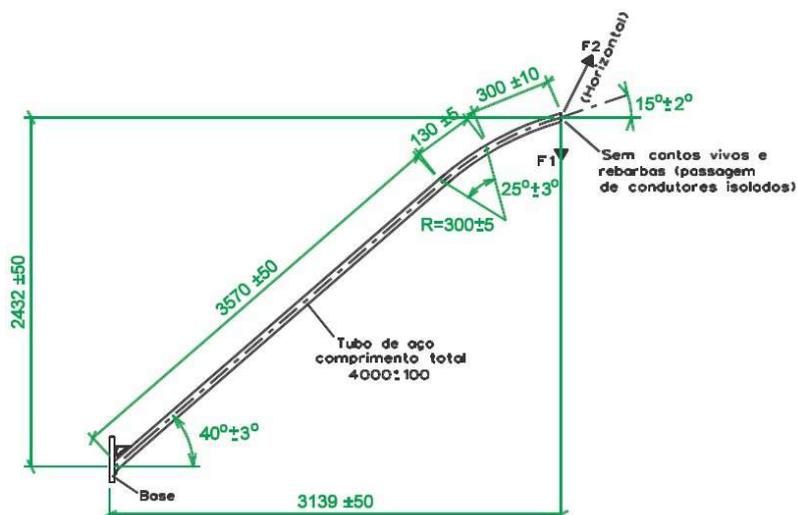


Figura 19 – Braço padrão COPEL tipo BR-3.

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.

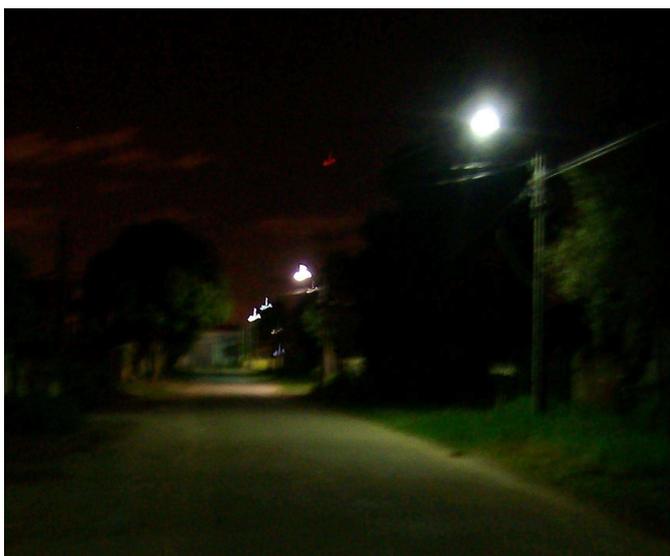


Figura 20 – Via local iluminada unilateralmente com luminárias abertas e lâmpadas a vapor de mercúrio 80W já depreciadas. Fonte: COPEL (2011).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000



Figura 21 – Via coletora com canteiro central iluminada com luminárias integradas e lâmpadas a vapor de sódio 250W. Fonte: COPEL (2011).

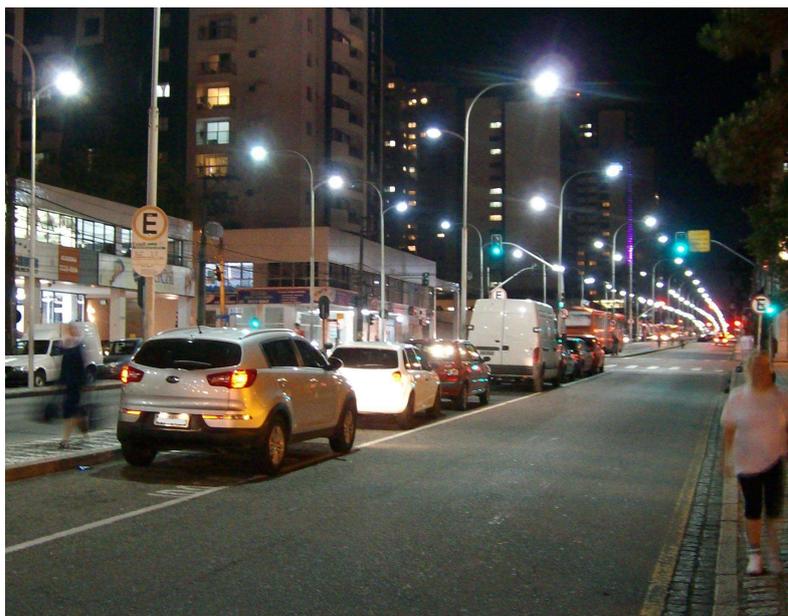


Figura 22 – Via coletora iluminada por luminárias integradas e lâmpadas a vapor metálico. Fonte: COPEL (2011).

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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 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 eletrônicos 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)



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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 à 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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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 deles.

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 deles.

O objetivo é encontrar um equilíbrio ideal entre eficiência energética e custo de aquisição e instalação, uma vez que o custo decorrente do consumo de energia com o sistema de Iluminação Pública faz parte da matriz financeira da Concessionária.

De outro lado, é fundamental ter-se atendidas as requisições contratuais, em particular, níveis de eficiência mínimas definidos no selo Procel, bem como respeito às normativas da ABNT.

Pré-qualificação

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

Em particular, para se assegurar que a sua implementação será bem recebida pela distribuidora local, que precisa homologar o aceite destes equipamentos na rede de Iluminação Pública e proceder com o recálculo do custo mensal de consumo de energia.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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.

Usualmente, as empresas atuantes no setor já contam com parcerias estabelecidas, e podem estruturar propostas com razoável velocidade e eficiência.

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.

É fundamental também se assegurar que os equipamentos sejam preparados – quando o caso – para o recebimento de sistemas eletrônicos de controle remoto (telegestão), pois o contrato não exige a implantação deste sistema de gestão em toda a cidade, mas apenas em 10% de sua área. Contudo, é muito provável que ao longo do ajuste a adoção deste sistema se demonstre mais vantajosa do que os controles usuais de monitoramento das vias.

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.

A Concessionária deve proceder com o levantamento no momento da implantação do sistema para verificar se o padrão eleito se adequa às vias e, quando o caso, estruturar solução alternativa nas localidades específicas identificadas.

Sem prejuízo, é proposta a revisão de distribuição de pontos nos locais onde há as chamadas “praças de rotatória” da cidade



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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.

A proposta é a de identificar as obstruções já existentes no momento da implantação dos equipamentos novos e notificar a municipalidade para a adoção de providências imediatas, bem como realizar um mapeamento dos tipos de árvores e intervenções mais propensas a interferir nos equipamentos durante a execução do contrato, e apresentar tal mapa ao município para que este adote as providências necessárias a um planejamento preventivo adequado.

9. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PROJETO

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

10. DIAGNÓSTICO

10.1. Levantamento de pontos de Iluminação na Cidade de Orlandia

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

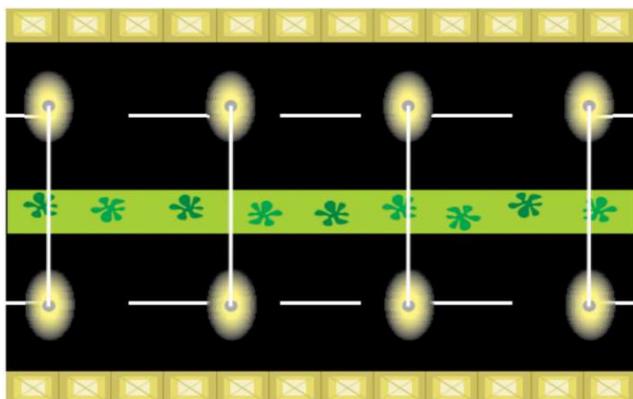
Todas as ruas e avenidas, tem características iguais, sendo compostas por pistas duplas. Cada uma das pistas de rolamento tem largura de 6m. O canteiro central possui largura de 2m, com postes sendo colocados no canteiro central.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

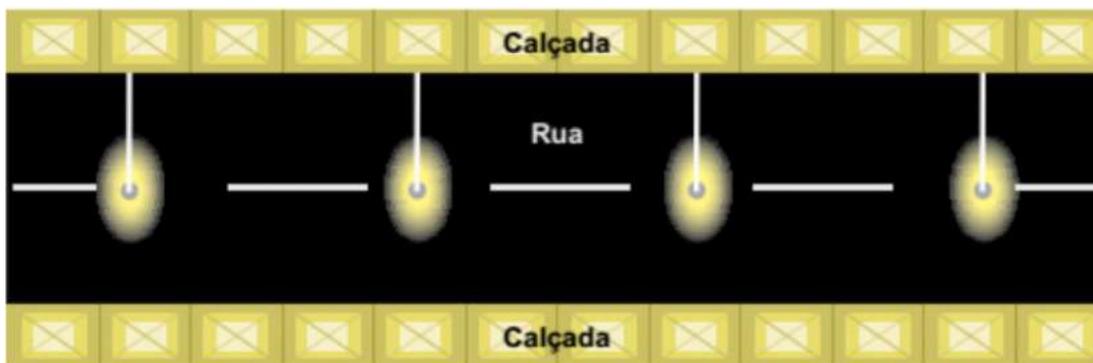


Arranjo Empregado em Vias com Canteiro Central

Fonte: Copel (2012)

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 e de 35m.

Altura de montagem de 8m.

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		
Curto - Reparo	P	Vapor Metálico	T				
Fora de padrão	Fp						

Tamanhos de Braços:

Curto - Reparo



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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:

Praça Jardim Parisi

- 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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

- 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

- 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.





PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000



Exemplos de vias e sistemas de iluminação na cidade de Orlandia.

Fonte: própria. Maio de 2023.

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

Obs. Cabe a cada licitante realizar as visitas técnicas que considerar necessárias para validar o levantamento e classificação feita.

Fonte: NBR 5101:2012

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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
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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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
Avenida C	Coletora	V3	P3
Avenida D	Coletora	V3	P3
Avenida das Hortências	Coletora	V3	P3
Avenida das Orquideas	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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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
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
Rua 26	Coletora	V2	P3



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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
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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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

10.2. Característica do sistema atual

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

Atualmente a distribuição, por tipo de lâmpada, existente na localidade de Orlandia é a que segue¹:

Tipo de Lâmpada	Potência	Quantidade
Vapor de Sódio	70w	2794
Vapor de Sódio	100w	1710
Vapor de Sódio	150w	2696
Vapor de Sódio	250w	1470
Vapor de Sódio	100w	2421
Vapor Metálico	250w	1
Total		11.092

Estima-se, conforme modelo econômico e financeiro, que a concessão atinja, até o seu prazo final, o número de 13.800 pontos.

Frente a vasta literatura existente sobre os diferentes tipos de equipamentos, faz-se aqui referência ao texto disponibilizado na página da rede mundial de computadores.

¹ Conforme Declaração encaminhada pela CPFL Paulista encaminhada ao Consórcio de Municípios de Mogiana.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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.

Características da luz

Embora conhecida do mercado, é interessante trazer no conteúdo do presente trabalho alguns detalhes técnicos inerentes às Características da Luz, conforme consta de repertório facilmente consultável junto a rede mundial de computadores.

Os dados são relevantes para uniformizar o conhecimento de todos os potenciais licitantes, inclusive eventuais empresas não operadoras do setor.

“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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

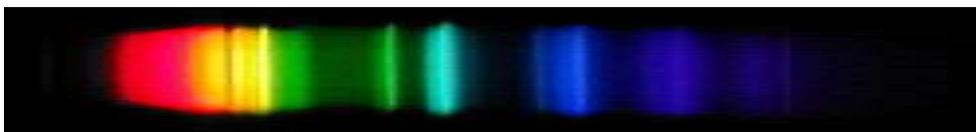
Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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. (fonte wikipedia - Lâmpada de vapor de sódio – Wikipédia, a enciclopédia livre (wikipedia.org), consulta em maio de 2023)

Diante do quadro colocado, a proposta é a substituição total dos equipamentos hoje instalados por luminárias com a tecnologia de LED, com a implantação destes equipamentos no prazo máximo de 2 (dois) anos, da seguinte forma:

- a) Previsto para execução de 50% (cinquenta por cento) ao final do ano UM da concessão e 50% (cinquenta por cento) ao final do ano DOIS e, ao menos, 10% de telegestão ao final do ano TRÊS.*



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

Compreendemos que a implantação da telegestão em vias estratégicas do município podem permitir, com a regulamentação do setor de forma mais objetiva, a melhor gestão dos equipamentos e de sua vida útil, em particular dos equipamentos de maior potência.

Eventualmente, pode-se cogitar da implantação de equipamentos de telegestão também nas praças públicas, por conta e risco do concessionário, para melhor otimização de sua vida útil.

Diodo Emissor de Luz - LED

Como anotado, a tecnologia de equipamentos de iluminação pública hoje em voga é a que emprega os chamados “Diodos Emissores de Luz”, ou simplesmente “LED”.

Suas características únicas de construção e tecnologia permitem um melhor aproveitamento do fecho luminoso, enquanto há um dispêndio substancialmente menor de energia elétrica.

Contudo, a aquisição destes equipamentos é, naturalmente, mais cara. Há, assim, que se desenhar um adequado ponto de equilíbrio entre a eficiência do LED a ser adquirido e seu custo-benefício.

Mas, para se que possa ventilar maiores detalhes sobre tal equipamento, é necessário antes alinharmos aqui um pouco suas características mais marcantes.

Os dados são relevantes para uniformizar o conhecimento de todos os potenciais licitantes, inclusive eventuais empresas não operadoras do setor.

Por tal motivo, uma vez mais nos socorremos da rede mundial de computadores, por refletir coleção de dados e informações bastante abrangentes e acessíveis.

O diodo emissor de luz², 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

² Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

laureados com o Prêmio Nobel de Física

Características Técnicas.

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.

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 elétron 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.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000



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 semicondutor: 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 semicondutor 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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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.

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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.

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 alfa-numéricos.

Há também LEDs bi-cores, que são constituídos por duas junções de materiais diferentes em um mesmo invólucro, de modo que uma inversão na



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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 ânodo comum) ou dos seus cátodos (LEDs bicolores 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 $I_2 = 8 \text{ mA}$, $V_{\text{fonte}} = 12 \text{ V}$, $V_{\text{LED}} = 2 \text{ V}$:

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

$$R_2 = (12 - 2) / 0,008 = 10 / 0,008 = 1K2^*$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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 $U=hf$

Consequentemente, 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
Arseniato de gálio e alumínio	Infravermelha	880 nm
Arseniato 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

“ Fonte https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz”



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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

Por este motivo, os estudos propostos consideraram e adotaram a troca de todo o parque atual por outro, composto de luminárias de LED.

Trabalho desenvolvido pela SunLab Power descreve, em arremate, as qualidades dos LED, motivo pelo qual tomamos a liberdade de citá-lo aqui:

“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.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

Economia na instalação: Reduz a bitola dos fios, disjuntores e outros acessórios, devido ao baixo consumo e à corrente”.
http://www.sunlab.com.br/manuais/Manual%20TUBOLED_rev4_2012.pdf

Na tabela a seguir retirada deste mesmo fabricante como mera ilustração do argumento, pode-se observar a relação de transformação das diferentes luminárias e que deram embasamento ao sistema projetado.

Tecnologia	Modelos	Lâmpada Convencional	Encaixe (Soquete)	Potência (Watts)	+ Consumo reator	Durabilidade x horas	Lm (Lúmens)	IRC	Eficiência lm x Watt	Lâmpada LED	Potência (Watts)	Durabilidade x horas	Equivalência (Lm x IRC)	Eficiência lm x Watt	Economia Energia (Eficiência)	Aumento 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	G-13	Fluorescente 20W	20	22	6000	1100	70	55,0	Tuboled FTS-010	9	60.000	950	105,6	59%	10 X
			Fluorescente 40W	40	43		2200	70	55,0	Tuboled FTS-020	18		1900	105,6	59%	
	Fluorescente HO 110W		110	120	6100		70	55,5	Tuboled FTU-220	36	3800		105,6	70%		
	Fluorescente 16W		16	17	1100		70	68,8	Tuboled FTS-010	9	950		105,6	48%		
	Fluorescente 32W		32	35	2200		70	68,8	Tuboled FTS-020	18	1900		105,6	48%		
Compacta Eletrônica	E-27	E-27/E-14	Compacta 5W	6	-	3000	250	70	41,7	Sunlux/SCOB 4W	3,6	30.000	350	97,2	40%	10 X
			Compacta 10W	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 Eletrônica	E-27	E-27	Twist 14W	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 Eletrônica	E-27	E-27	Econômica 15W	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	E-27	E-27	Lâmpada Mista 70W	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	250	-		5600	94	22,4	CR-140	40		3710	92,8	84%	
HALÓGENAS	E-27	E-27	PAR-20	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%	
	MR/GU	MR/GU	Dioróica 20 W	20	-	500	450	70	22,5	Dioróica 4 W	4	30.000	390	97,5	80%	60 X
			Dioróica 50 W	50	-		1125	70	22,5	Dioróica 8 W	8		780	97,5	84%	

11. PROJ

O projeto

a sua identificação 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

11.1. Crescimento população e de unidades de iluminação.

Em função dos dados históricos da localidade, foram analisados pelos diversos métodos de

que reflita



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

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 superior a 55.000 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 13.800 pontos de iluminação

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

Pontos por Habitante	EXPANSÃO VEGETATIVA PONTOS		
	Ano	Total	Modernização
3,87	2023	11.092	5.546
3,88	2024	11.169	5.623
3,9	2025	11.195	26
3,9	2026	11.279	84
3,9	2027	11.364	85
3,9	2028	11.449	85
3,9	2029	11.535	86
3,9	2030	11.621	87
3,9	2031	11.708	87
3,9	2032	11.796	88
3,9	2033	11.885	88
3,9	2034	11.974	89
3,9	2035	12.064	90
3,9	2036	12.154	6.077
3,9	2037	12.245	6.168
3,9	2038	12.337	92
3,9	2039	12.430	93
3,9	2040	12.523	93
3,9	2041	12.617	94
3,9	2042	12.711	95
3,9	2043	12.807	95
3,9	2044	12.903	96
3,9	2045	13.000	97
3,9	2046	13.097	97
3,9	2047	13.195	98
3,9	2048	13.294	99
3,9	2049	13.394	100
3,9	2050	13.494	100
3,9	2051	13.596	101
3,9	2052	13.698	102
3,9	2053	13.800	103



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

11.2. Centro de Controle Operacional

A implantação da tecnologia de telegestão pode trazer enormes benefícios para a gestão do sistema, tanto diretos quanto indiretos, além de representar importante ferramenta para a gestão da vida útil dos equipamentos.

Contudo, o custo de aquisição que vem caindo ao longo dos últimos anos, ainda é um fator relevante e que pode impactar no custo final da operação, em particular, diante do cenário atual de juros excessivos.

Por tal motivo, o projeto de referência adotou a implantação de equipamentos de telegestão em apenas 10% (dez por cento) do parque como medida obrigatória, sendo o remanescente a critério dos licitantes.

A proposta é a de que o sistema de telegestão seja instalado nas vias de maior movimento, com um sistema de Controle Operacional virtual (remoto), que possa ser acessado por computador ou celular.

Não há necessidade de que haja a implantação de um CCO de grande porte com equipamentos físicos na cidade, podendo toda a operação ser remota, o que traz um custo reduzido e compatível com o projeto.

Todavia, entende-se interessante que os equipamentos de Iluminação Pública têm pré-disposição para a conversão em telegestão (entrada de pinos), de forma que ao longo do contrato, uma maior parte da cidade conte com tal solução de tecnologia.

11.3. Projetos Especiais, praças e espaços públicos

O Contrato estabelece que seja dedicada atenção a alguns espaços públicos tais como praças e equipamentos públicos, bem como seja refeita a iluminação cênica da rua 1.

Os pontos em que há a necessidade de revisão da solução cênica atuais serão objeto de análise das equipes de projeto já no terceiro mês da execução do contrato, com a subsequente remessa de tais projetos para a análise e aprovação da Prefeitura para subsequente contratação e implantação.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ORLÂNDIA

Estado de São Paulo

PÇA. CEL. ORLANDO, 600 - CX. POSTAL, 77 - CEP 14620-000 - FONE PABX (16) 3820-8000

É importante observar que as praças, algumas vezes possuem pontos de acesso de energia específicos, não raro com relógios colocados pela rede distribuidora de energia, e que devem ser passados para a gestão da SPE contratada.

Ao assumir tais relógios, é importante verificar se o cadastro da conta de energia está feito de forma correta (iluminação pública) e se a leitura tem sido feita de forma periódica adequada.

Espera-se que os projetos cênicos estejam implantados dentro dos prazos limites especificados no Contrato de Concessão.