Projeto Básico de Melhoria da Eficiência Energética na Iluminação Pública do Município de Viçosa/MG

1 - Diagnóstico de Engenharia

PREFEITURA DE VIÇOSA

Fábrica de Projetos

Belo Horizonte, abril de 2020

Sumário

1 - Introdução *6*
2 - Normas, Portarias e Resoluções Normativas *7*
3 - Termos e definições *9*
4 - Requisitos básicos para um sistema de IP eficiente *13*
5 - Levantamento do sistema de IP existente *14*
5.1 - Composição do parque de IP *14*
5.2 - Sistemas de IP analisados *14*
5.3 - Tipologias encontradas *23*
5.3.1 - Lâmpadas *23*
5.3.2 - Luminárias *23*
5.3.3 - Relés fotocontroladores e tipos de comandos *24*
5.3.4 - Reatores *25*
5.3.5 - Braços e suportes *25*
5.3.6 - Postes *26*
5.4 - Tipos de vias para iluminação pública *27*
5.4.1 - Classificação em função do volume de tráfego em vias públicas *27*
5.4.2 - Níveis de Iluminância em vias públicas *28*
5.4.3 - Fator de Uniformidade de Iluminância *28*
5.5 - Compatibilização da IP com a arborização *28*
5.6 - Utilização de diferentes temperaturas de Cor – TCC *29*
5.7 - Luxímetro utilizado para medições de iluminância *29*
5.8 - Equipamentos e sistemas de suporte utilizados na etapa de levantamento de dados em campo *31*
6 - Diagnóstico do sistema de IP *32*
6.1 - Introdução *32*
6.2 - Critérios de projetos luminotécnicos *32*
6.3 - Refratores de policarbonato danificados *33*
6.4 - Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator *34*
6.5 - Plaquetas de identificação de pontos de iluminação *34*
6.6 - Braços e suportes *34*
6.7 - Particularidades inerentes às áreas especiais – balaustrada *34*
7 - Valorização dos monumentos por meio da luz artificial *35*
7.1 - Introdução *35*
7.2 - Porque iluminar o patrimônio *35*
7.3 - Princípios básicos a serem observados *35*
7.4 - Proposta de valorização da imagem noturna da cidade *36*
7.4.1 - Igreja Matriz de Santa Rita de Cássia *37*
7.4.1.1 - Simulação da iluminação ornamental *38*
7.4.1.2 - Orçamento estimativo para iluminação da edificação *38*
7.4.2 – Estação ferroviária *39*
7.4.2.1 - Simulação da iluminação ornamental *39*
7.4.2.2 - Orçamento estimativo para iluminação da edificação *40*
7.4.3 - Escola Municipal Ministro Edmundo Lins (atual sede da Prefeitura Municipal de Viçosa) *40*
7.4.3.1 - Simulação da iluminação ornamental *40*

7.4.3.2 - Orçamento estimativo para iluminação da edificação *41*
7.4.4 - Casa Arthur Bernardes *41*
7.4.4.1 - Simulação da iluminação ornamental *41*
7.4.4.2 - Orçamento estimativo para iluminação da edificação *41*
8 - Eficientização energética da Iluminação pública *43*
8.1 - Introdução *43*
8.2 - Metodologia considerada para eficientização energética da IP de Viçosa *43*
8.3 - Síntese da metodologia *43*
8.4 - Objetivos do programa de melhoria da eficiência energética na IP . *44*
8.5 - Potencial de economia de energia..... *44*
8.6 - Proposta de eficientização energética para Viçosa..... *44*
8.7 - Direcionalidade do fluxo luminoso das luminárias LED *47*
8.8 - Fabricantes e modelos de luminárias que atendem a este projeto básico *47*
8.9 - Projetos de instalações eléticas *49*
8.10 - Estrutura básica dos recursos técnicos e operacionais para o serviço de eficiência energética..... *49*
8.11 - Aterramento definitivo de ferragens *50*
9 - Especificações técnicas..... *51*
9.1 - Especificações técnicas mínimas *51*
9.2 - Luminárias LED *51*
9.2.1 Requisitos mínimos construtivos exigidos para as luminárias LED *51*
9.3 - Suporte nivelador articulado - acessório angulador ou TILT *54*
9.4 - Relé fotocontrolador..... *54*
9.5 - Braço de iluminação pública..... *54*
10 - Proposta de reordenação luminotécnica *55*
11 - Conclusões e recomendações *56*

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Vista da Igreja Matriz S. Rita de Cássia

Figura 3.1 - Luminária LED - partes principais (retirada da cartilha ABILUX – “Orientações gerais para usuários sobre luminárias LED para iluminação Pública - viárias , ruas , avenidas , travessas, logradouros , parque e áreas públicas)

Figura 4.1 - Vista do município de Viçosa

Figura 5.1 - Poste ornamental de ferro fundido

Figura 5.2 - Tipos de vias públicas

Figura 5.3 - Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

Figura 5.4 - Medição de iluminância em uma das vias da cidade

Figura 5.5 - Vista de edificação histórica

Figura 6.1 - Refratores danificados

Figura 6.2 - Vista do lampião colonial da balaustrada com lâmpada VS 100 W

Figura 7.1 - Casa Arthur Bernardes

Figura 7.2 - Fachada principal da Igreja Matriz

Figura 7.3 - Anteprojeto de iluminação - fachada da Igreja Matriz de Santa Rita de Cássia

Figura 7.4 - Estação Ferroviária

Figura 7.5 - Anteprojeto de iluminação - fachada da antiga Estação Ferroviária

Figura 7.6 - Escola Municipal Ministro Edmundo Lins (atual sede da Prefeitura Municipal de Viçosa)

Figura 7.7 - Anteprojeto de iluminação - fachada da Prefeitura Municipal de Viçosa

Figura 7.8 - Casa Arthur Bernardes

Figura 7.9 - Anteprojeto de iluminação - casa Arthur Bernardes

Figura 8.1 - Curvas de estimativa de tendências de custo

Figura 8.2 - Curvas de tendências de substituição de tecnologia

Figura 8.3 - Comparação da forma de distribuição de fluxo luminoso por zonas

Figura 9.1 - Vista de jardim no centro do município

Lista de Gráficos

Gráfico 6.1 - Distribuição do parque de IP do município de Viçosa por tipo de lâmpada

Gráfico 6.2 - Distribuição das lâmapdas VSAP por potência

Gráfico 6.3 - Distribuição do parque de IP do município de Viçosa por tipo de luminária

Gráfico 6.4 - Atendimento aos critérios de Emed - NBR 5.101 – 2018

Gráfico 6.5 - Atendimento aos critérios de U - NBR 5.101 – 2018

Gráfico 6.6 - Atendimento a ambos os critérios de projetos da NBR 5.101 – 2018 - Emed e U

Lista de Tabelas

Tabela 5.1 - Parque de IP do Município de Viçosa
Tabela 5.2 - Logradouros analisados
Tabela 5.3 - Características dos braços
Tabela 5.4 - Classificação de uma via em função do tráfego motorizado
Tabela 5.5 - Classificação de uma via em função do trânsito de pedestres
Tabela 5.6 - Classes de Iluminação para Vias Públicas
Tabela 5.7 - Níveis de iluminância recomendados para vias públicas
Tabela 5.8 - Resultados das medições fotométricas
Tabela 7.1 - Fachada da Matriz Santa Rita de Cássia - levantamento de custos
Tabela 7.2 - Fachada da Estação Ferroviária - levantamento de custos
Tabela 7.3 - Fachada da Prefeitura Municipal - levantamento de custos
Tabela 7.4 - Fachada da Estação Ferroviária - levantamento de custos
Tabela 8.1 - Representatividade de lâmpadas por classe de iluminação
Tabela 8.2 - Tipologia atual utilizada para os estudos
Tabela 8.3 - Proposta de retrofit (Luminária LED)
Tabela 8.4 - Cálculo do percentual de economia média de energia
Tabela 8.5 - Caracterísitcas técnicas das luminárias utilizadas nos projetos básicos de eficientização

1 - Introdução

Um sistema de iluminação pública - ou simplesmente IP - deve satisfazer a um conjunto de requisitos fotométricos para atender às necessidades visuais dos seus usuários, de acordo com o tipo e as características peculiares de cada logradouro.

Na iluminação de vias para veículos motorizados, o principal objetivo é o de produzir uma rápida, precisa e confortável visão no período noturno, permitindo o trânsito com segurança. No caso de áreas residenciais e vias exclusivas para pedestres, é necessário obter-se níveis específicos de iluminância de modo a orientar o deslocamento das pessoas durante a noite, favorecendo a segurança das mesmas.

Para projetar um sistema de iluminação urbana adequado é fundamental conhecer os fenômenos e os conceitos relacionados à luz, à forma como o homem enxerga, às grandezas e unidades da iluminação, assim como de que forma a luz se distribui no espaço e atinge as áreas e objetos que se quer iluminar.

Este documento tem por objetivo apresentar um conjunto de informações necessárias e suficientes para caracterizar os serviços de melhoria da eficiência energética (*retrofit*) do parque de iluminação pública do município de Viçosa e é composto das seguintes partes principais:

- ***Diagnóstico de Engenharia da Iluminação Pública***, elaborado a partir da análise do estado atual de conservação do parque de IP, da verificação da adequação dos índices luminotécnicos encontrados nas vias desse município à norma, desenvolvimento da melhor solução em termos de *retrofit* da iluminação pública, estudo da viabilidade da iluminação de fachadas e monumentos, elaborando ao final uma especificação técnica detalhada de equipamentos e uma proposta de reordenação luminotécnica com a substituição das atuais luminárias com lâmpadas de descarga por luminárias LED;

- ***Anexos***, onde são apresentados mapas, cadastro de pontos, estudos luminotécnicos e projetos básicos de instalações elétricas (com o orçamento detalhando o custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços, instalações, estratégias de suprimentos, normas de fiscalização e outros dados necessários à execução do diagnóstico apresentado anteriormente).

Conforme justificativa da Secretaria Municipal de Planejamento, apresentada durante o processo licitatório tipo pregão eletrônico de número 70/2019 (processo administrativo 3141/2019), o objetivo deste trabalho também é o de "orientar políticas públicas relativa à gestão, melhorias, padronização e eficientização da iluminação urbana de Viçosa, através da troca do atual sistema por luminárias LED".

Para fundamentar os resultados aqui apresentados, foi realizado no período compreendido entre os dias 30 de outubro a 1° de novembro de 2019 um levantamento amostral "*in loco*" para reconhecimento da situação geral do parque de iluminação municipal e, particularmente, do seu desempenho luminotécnico.

Cabe destacar ainda que para elaboração deste projeto foi de fundamental importância os seguintes documentos disponibilizados pela Prefeitura Municipal:

- Mapa de Viçosa - A0 expandido - 841 x 2350.pdf, de 28/08/2019 do Instituto de Planejamento e Meio Ambiente Municipal - IPLAN (**Anexo I**);
- Quantidade de Pontos de Iluminação CEMIG.pdf (**Anexo I**);
- Quantidade de Pontos de Iluminação ENERGISA.pdf (**Anexo I**);
- Planilha com a listagem das vias do município de Viçosa, contendo 877 vias (**Anexo I**);
- Listagem com relação dos bairros do município de Viçosa (**Anexo I**).

Figura 1.1 - Vista da Igreja Matriz S. Rita de Cássia

2 - Normas, Portarias e Resoluções Normativas

A elaboração deste trabalho se baseou nas seguintes normas, portaria e resoluções normativas abaixo listadas, em suas versões mais atuais, mas sem a elas limitar-se:

- ABNT NBR 5101 – Iluminação pública – Procedimento.
- ABNT NBR 5123 – Relé fotocontrolador intercambiável e tomada para iluminação – Especificação e ensaios.
- ABNT NBR 5426 – Planos de Amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.
- ABNT NBR 5427 – Guia para utilização da Norma ABNT 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.
- ABNT NBR 5461 - Iluminação – Terminologia.
- ABNT NBR 10004 – Resíduos sólidos – Classificação.
- ABNT NBR 15129 - Luminárias para iluminação pública – Requisitos particulares.
- ABNT NBR 16026 - Dispositivo de controle eletrônico c.c. ou c.a. para módulos de LED – Requisitos de desempenho.
- ABNT NBR IEC 60529 - Graus de proteção para invólucros de equipamentos Elétricos (código IP).
- ABNT NBR IEC 60598-1 - Luminárias - Parte 1 - Requisitos gerais e ensaios.
- ABNT NBR IEC 61347-2-13 - Dispositivo de controle da lâmpada – Parte 2-13: Requisitos particulares de controle eletrônicos alimentados em c.c. ou c.a para os módulos de LED.
- ABNT NBR IEC 61643-1 - Dispositivos de proteção contra surtos em baixa tensão - Parte 1: Dispositivos de proteção conectados a sistemas de distribuição de energia de baixa tensão - Requisitos de desempenho e métodos de ensaio.
- ABNT NBR IEC 62031 - Módulos de LED para iluminação em geral - Especificações de segurança.
- ABNT IEC/TS 62504 - Termos e definições para LEDs e os módulos de LED de iluminação geral.
- ABNT NBR IEC 62262 - Graus de proteção assegurados pelos invólucros de equipamentos elétricos contra os impactos mecânicos externos (Código IK).
- ABNT NBR IEC 62722-2-1 - Desempenho de luminárias – Parte 2-1: Requisitos particulares para luminárias LED.
- ANSI/NEMA/ANSLG C78.377 - Specifications for the Chromaticity of Solid State Lighting Products.
- ANSI C 136.15 - American National Standard for Roadway and Area Lighting Equipment — Luminaire Field Identification.
- ANSI C136.41 – American National Standard for Roadway and Area Lighting Equipment – Dimming Control Between an External Locking Photocontrol and Ballast or Driver.
- ANSI IEEE C.62.41 - Recommended Practice on Characterization of Surges in Low-Voltage (1000 V and Less) AC Power Circuits.
- IESNA TM-21- Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED Light Sources.
- IESNA LM-79- Electrical and Photometric Measurement of Solid State Lighting Products.
- IESNA LM-80- Approved Method for Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources.
- IEC 61000-3-2 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤16 A per phase).
- IEC 61347-1 - Lamp control gear – Part 1: General and safety requirements.
- IEC 61643 Low-voltage surge protective devices - Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems - Requirements and test methods.
- IEC 62384 - DC or AC supplied electronic control gear for LED modules - Performance requirements.
- INMETRO /MDIC Portaria Nº 20 - Regulamento Técnico da Qualidade para Luminárias para Iluminação Pública Viária - ANEXO I-B – Requisitos Técnicos para Luminárias para Iluminação Pública Viária que utilizam Tecnologia LED.
- Lei n°8666 de 21 de junho de 1993.

- Resolução Normativa ANEEL n°414 de 09 de setembro de 2010 – Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica.

- Resolução Normativa Aneel n°479 de 09 de setembro de 2010 – Altera a RN 414 - Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica.

- Manual de instruções do art. 26 da REN 414/2010 - Aneel.

- NR -1 - Disposições Gerais.

- NR-4 - Serviços especializados em engenharia e segurança do trabalho.

- NR-6 - Equipamento de Proteção Individual – EPI.

- NR-7 - Programa de controle médico de saúde ocupacional.

- NR-9 - Programa de prevenção de riscos ambientais.

- NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.

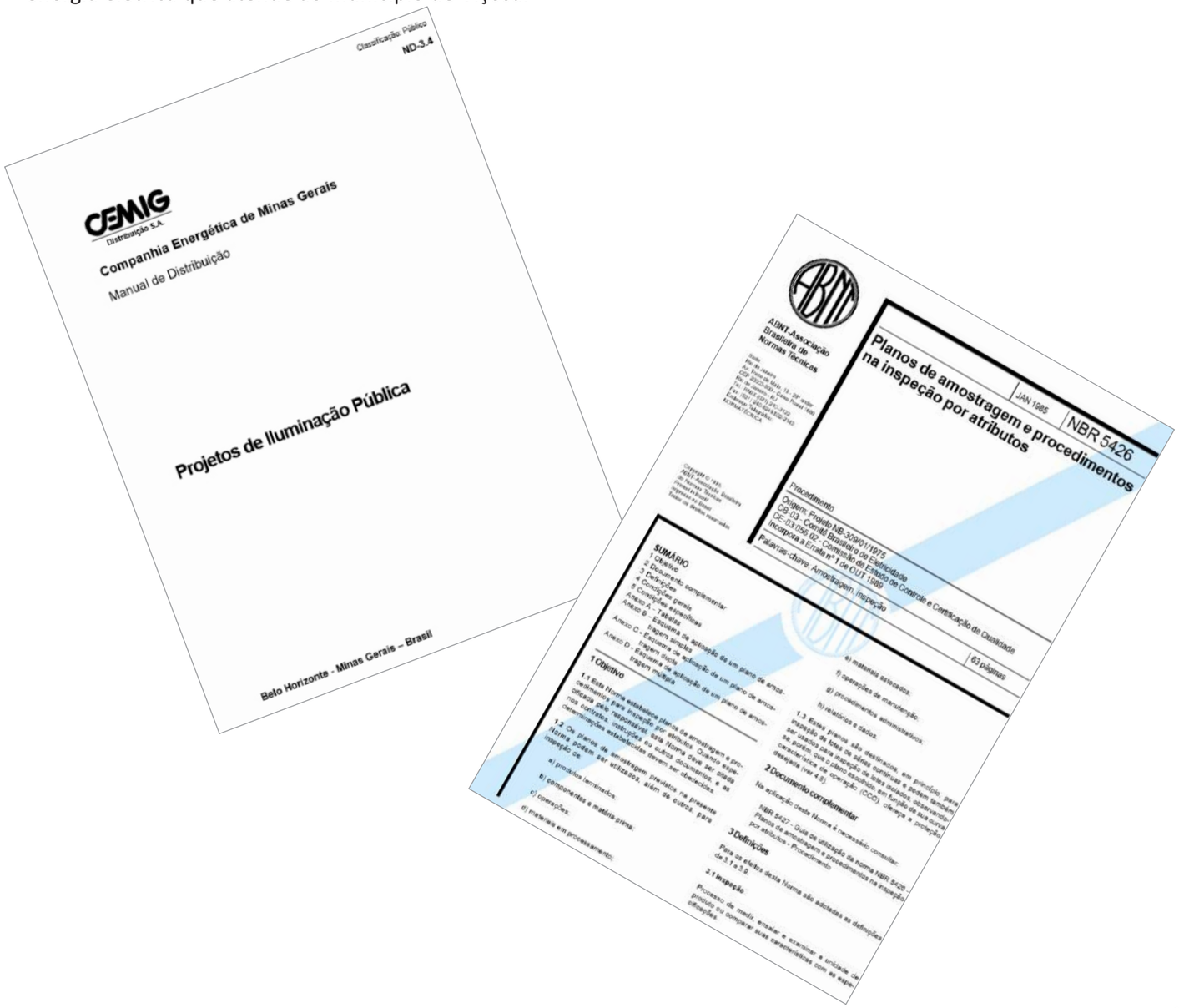
- NR-11 - Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais.

- NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, Anexo 12 - Equipamentos de guindar para elevação de pessoas e realização de trabalhos em altura.

- NR-18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria de construção.

- NR-35 - Trabalho em Altura.

Foram ainda utilizadas como base para este trabalho os desenhos, as normas, as especificações técnicas e disposições da CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais, empresa distribuidora de energia elétrica que atende ao município de Viçosa.



3 - Termos e definições

Para melhor entendimento deste trabalho são apresentadas a seguir, em ordem alfabética, alguns termos e definições importantes, relacionados ao processo de iluminação pública.

- **Altura de montagem [AM]:** distância vertical entre a superfície da via e o centro de luz de uma luminária. Vide tabela 5.3 do Capítulo 5 deste Caderno.

- **Ângulo de instalação [graus]:** ou ângulo de montagem da luminária com relação a uma linha imaginária paralela ao plano da via. Normalmente esse ângulo pode variar de 0° a 15°.

- **Avanço:** vide Pendor.

- **Circuitos de iluminação pública exclusivos:** são aqueles alimentados por redes de distribuição subterrânea, onde os postes utilizados são exclusivos para a iluminação pública.

- **Coeficiente de luminância [Qo]:** para superfícies perfeitamente difusoras, a iluminância E, se relaciona com a luminância através da fórmula L = Qo.E, sendo: L a luminância e Qo o coeficiente de luminância. Nas vias públicas brasileiras de asfalto recomenda-se a utilização de Qo igual a 0,07.

- **Conjunto ótico:** conjunto de dispositivos que permite o direcionamento, controle e distribuição do fluxo luminoso gerado pelo(s) módulo(s) LED(s). É composto pelo LED, pela lente secundária ou parte ótica dos LEDs e pelo refrator em vidro temperado.

- **Controlador integrado (ou driver):** dispositivo de controle eletrônico que converte a corrente alternada da rede de distribuição pública em tensão contínua provendo as condições adequadas para o funcionamento da luminária LED. Pode ser constituído por um ou mais componentes separados e pode incluir meios para dimerização, correção de fator de potência e supressão de rádio interferência.

- **Corpo da luminária:** componente fabricado em alumínio injetado a alta pressão, onde se instalam o controlador integrado, módulo(s) de LED(s) e dispositivos necessários para instalação e acionamento, sendo também responsável pela correta dissipação do calor através do processo de condução térmica, motivo pelo qual o mesmo deverá estar dimensionado e desenhado de acordo com as especificações térmicas do(s) conjunto(s) de LED(s) utilizado(s), dotado de fechamento com refrator em vidro temperado e de tomada para relé fotocontrolador.

- **Dimerização:** é a possibilidade de variação de potência e do fluxo luminoso de uma fonte de luz, de forma pré-programada ou através de sistemas de telegestão.

- **Dialux:** software gratuito utilizado para planejamento e cálculo da iluminação pública.

- **Dispositivo de proteção contra surtos [DPS]:** dispositivo eletrônico separado do controlador integrado e responsável por limitar a tensão aplicada ao(s) módulo(s) de LED(s) e capaz de suportar impulsos de tensão e corrente de descarga, visando assegurar a vida útil do controlador e da luminária.

- **Eficácia da luminária [lm/W]:** é a razão entre o fluxo luminoso útil emitido pela luminária a LED (em lúmens) obtida em goniofotômetro e a potência total consumida (em Watts).

- **Eficiência energética (eficientização):** consiste na substituição de conjuntos de iluminação (luminárias e lâmpadas) obsoletos por conjuntos modernos, de maior eficácia luminosa.

- **Fator de manutenção [FM]:** esse fator é produzido pela multiplicação de diferentes parcelas, entre elas o fator de depreciação da luminária, o fator de depreciação ocasionado pela sujeira e o fator de depreciação do equipamento auxiliar (controlador integrado). Normalmente utiliza-se o fator de 0,8 para luminárias LED.

- **Fator de potência:** é a razão entre potência ativa (W) e potência aparente (VA).

- **Fator de uniformidade da luminância (U_o – uniformidade global):** razão entre a luminância mínima (L_{min}) e a luminância média (L_{med}) em um plano especificado.

- **Fator de uniformidade da luminância (U_L – uniformidade longitudinal):** razão entre a luminância mínima (L_{min}) e a luminância máxima (L_{max}) ao longo das linhas paralelas ao eixo longitudinal da via em um plano especificado.

- **Fator de uniformidade da iluminância (U):** razão entre a iluminância mínima (E_{min}) e a iluminância média (E_{med}) em um plano

especificado.

- **Fluxo luminoso da luminária LED (lm):** fluxo luminoso útil da luminária LED em condições nominais de temperatura e corrente de funcionamento, assim como também as perdas devido ao sistema óptico secundário e refrator. Resultado obtido com medição em goniofotômetro.

- **Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (código IP):** graduação estabelecida em função da proteção provida aos invólucros dos equipamentos elétricos contra o ingresso de sólidos e líquidos em equipamentos elétricos.

- **Iluminação pública em segundo nível:** iluminação pública específica para pedestres, que utiliza os postes de rede aérea ou subterrânea.

- **Iluminação pública:** serviço público que tem por objetivo exclusivo prover de claridade os logradouros públicos e composto da parte da rede de distribuição destinada à iluminação de avenidas, ruas, praças, etc. incluindo postes, condutores, comandos, braços, luminárias, lâmpadas, etc.

- **Iluminância - E [lux]:** é o fluxo luminoso que incide sobre uma determinada superfície, isto é, a quantidade de luz que chega a um determinado ponto, medida em lux (lx).

- **Iluminância média (E_{med}):** valor médio da iluminância em uma determinada área, ao nível da via.

- **Iluminância mínima (E_{min}):** menor valor de iluminância em uma determinada área, ao nível da via.

- **Indicador de densidade de potência - D_P [W/lx.m²] (ou PDI - *Power density indicator*):** fator que indica a eficácia de um sistema de iluminação na hora de converter a potência elétrica em luminosa e de concentrar a luz nas áreas de interesse.

- **Indicador de consumo anual de energia - D_E [kWh/m².ano] (ou AECI - *Anual energy consumption indicator*):** fator que indica o consumo anual de energia em função das áreas (passeio, rua) que são iluminadas levando-se também em consideração eventuais sistemas de dimerização/regulação adotados.

- **Índice de reprodução de Cor (IRC):** é o índice que mede a capacidade de reprodução de cores de uma fonte de luz.

- **LED *(light emitting diode*):** ou diodo emissor de luz; dispositivo semicondutor em estado sólido que converte energia elétrica diretamente em luz.

- **Lentes secundárias:** componentes responsáveis pela distribuição adequada da luz produzida pelos LEDs. São utilizadas para garantir a fotometria da luminária de forma adequada para a sua aplicação. Geralmente fabricadas em policarbonato e/ou outros polímeros.

- **Luminância - L [cd/m²]:** é a razão entre a intensidade luminosa irradiada por uma superfície, em uma determinada direção, e a área aparente dessa superfície vista pelo observador.

- **Luminância máxima (L_{max}):** maior valor de luminância em uma determinada área, ao nível da via.

- **Luminância média (L_{med}):** valor médio da iluminância em uma determinada área, ao nível da via.

- **Luminância mínima (L_{min}):** menor valor de iluminância em uma determinada área, ao nível da via.

- **Luminária a LED:** luminária completamente montada, possuindo em seu interior conjuntos de LED(s) e um controlador integrado eletrônico, assim com protetores conta surtos independentes e dispositivo necessário para sua instalação e acionamento.

- **Módulo(s) LED(s):** fonte de luz composta por um ou mais LEDs montados sob um circuito impresso. Podem conter componentes adicionais, como elemento ótico, elétrico, mecânico e térmico, necessitando de conexão para um dispositivo controlador.

- **Pendor (ou avanço):** distância transversal entre o meio-fio e a projeção do centro de luz de uma luminária. Vide tabela 5.3 do Capítulo 5 deste Caderno.

- **Ponto de alimentação:** ponto no qual um sistema elétrico recebe energia.

- **Ponto de iluminação pública do tipo aéreo:** é o conjunto constituído por uma luminária e seus acessórios, sustentada por estrutura pertencente à concessionária ou à própria Prefeitura, cujo circuito alimentador é constituído de condutores instalados ao ar livre.

- **Ponto de iluminação pública do tipo ornamental:** é o conjunto de concepção estética, auto suportado através de postes de aço, de alumínio ou ferro fundido, constituído por bases, colunas, braços e suportes também em aço ou ferro fundido ou alumínio fundido, para a iluminação de praças, avenidas, trevos, etc. São também classificadas como ornamentais os pontos de iluminação específicos que estão localizados em locais diferenciados, valorizando monumentos públicos.

- **Ponto de iluminação pública do tipo subterrâneo:** é o conjunto constituído por uma luminária e seus acessórios, além de postes, braços ou suportes, e cujo circuito alimentador compõe-se de condutores instalados em eletrodutos subterrâneos, sejam de propriedade da concessionária ou da Prefeitura.

- **Pontos forçados:** são pontos obrigatórios em um projeto e devem ser os primeiros a serem definidos (Ex.: esquinas e futuras derivações).

- **Potência nominal:** é a potência consumida pelos LEDs somada à perda técnica do controlador, declarada pelo fabricante, expressa em watts (W).

- **Projeto básico de iluminação pública:** elemento típico da licitação de obras ou serviços de engenharia, consistindo do conjunto de levantamentos, cadernetas, cálculos, tomados de forma amostral ou não, incluindo procedimentos para dimensionamento dos circuitos elétricos, sendo as informações preliminares necessárias para a avaliação do custo da obra ou serviços e a definição dos métodos e dos prazos de execução consistindo de uma etapa preliminar ao projeto executivo.

- **Projeto executivo de iluminação pública:** consiste do conjunto de desenhos, cálculos, formulários, levantamentos, cadernetas e outros que, sendo as informações necessárias para atendimento às exigências legais em vigor, incluindo projetos luminotécnicos desenvolvidos em softwares especializados, critérios e procedimentos para dimensionamento do circuito elétrico, carga instalada, suportabilidade de atendimento à demanda, estudos de viabilidade, dimensionamento mecânico e elaboração de projetos de interferências, que envolvem de travessias e sinalização de redes, conforme normas específicas.

- **Projetos luminotécnicos:** consistem do conjunto de levantamentos, desenhos, cálculos e formulários visando atender às exigências luminotécnicas para as vias públicas, conforme ABNT em vigor, desenvolvidos em softwares especializados.

- **Ramal de Alimentador Primário:** parte de um alimentador primário que deriva do tronco, e na maioria das vezes, caracteriza-se por condutores de seções inferiores. Atende a parcelas de carga, conforme a sua distribuição em relação ao tronco.

- **Ramal de Circuito Secundário:** parte de um circuito secundário, que deriva do tronco e se caracteriza por bitolas inferiores, atendimento a parcelas de carga, conforme a sua distribuição em relação ao tronco e fechamentos em anel, conforme a configuração da rede.

- **Recuo - distância poste-pista de rodagem [m]:** distância transversal entre o eixo do poste até a linha do meio fio; normalmente de 0,35 m para passeios com largura inferior a 2,5 metros e de 0,50 m para passeios com largura superior a 2,5 metros. Referência: ND-2.1 – Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas – CEMIG - página 2-1.

- **Redes de Distribuição Secundárias (BT):** parte do sistema elétrico de distribuição que deriva dos transformadores ligados às redes primárias (MT) e se destina ao suprimento dos consumidores atendidos em tensão secundária e da iluminação pública.

- **Redes e linhas de distribuição:** conjunto de estruturas, utilidades, condutores e equipamentos elétricos, aéreos ou subterrâneos, utilizados para a distribuição da energia elétrica, operando em baixa, média e/ou alta tensão de distribuição. Geralmente, as linhas são circuitos radiais e as redes são circuitos malhados ou interligados.

- **Refrator da luminária LED:** componente

em vidro temperado que tem como objetivo melhorar a proteção das lentes secundárias em policarbonato e promover a estanqueidade do conjunto óptico da luminária.

- **Resistência a impactos mecânicos (Classificação IK):** graduação que define os níveis de proteção de invólucros e gabinetes contra impactos mecânicos.

- ***Retrofit*:** O termo de língua inglesa "*retrofit*" é utilizado muito em engenharia para designar algum processo de modernização de equipamentos que são considerados ultrapassados.

- **Sistema de distribuição:** conjunto de instalações e equipamentos elétricos existentes na área de atuação de uma distribuidora.

- **Sistema de distribuição de baixa tensão (SDBT):** conjunto de redes de distribuição e de equipamentos associados a tensões nominais inferiores ou iguais a 1 kV.

- **Sistema de distribuição de média tensão (SDMT):** Conjunto de linhas de distribuição e de equipamentos associados a tensões típicas superiores a 1 kV e inferiores a 69 kV, na maioria das vezes com função primordial de atendimento a unidades consumidoras, podendo conter geração distribuída.

- **Sistema de telegestão da iluminação pública:** consiste de ferramentas utilizadas para gerir, controlar e monitorar as redes de iluminação pública, através de equipamentos incorporados, individualmente ou em grupo à(s) luminária(s), que permitem ainda a combinação com outras tecnologias como sensoriamento, segurança, telecomunicações, imageamento, etc.

- **Temperatura de cor correlata - TCC [K]:** é o termo utilizado para descrever a aparência de cor de uma fonte de luz branca quando acesa. Sua unidade é o kelvin [K].

- **Temperatura de operação máxima do invólucro do controlador de LED:** é a temperatura máxima admissível, que pode ocorrer na superfície externa do controlador de LED (e medida em local indicado no controlador), em condições normais de operação, na tensão nominal ou na máxima tensão da faixa de tensão nominal.

- **Tempo de funcionamento do sistema de IP:** número de horas anuais de funcionamento da iluminação pública - 4.331 horas/ano.

- **Tensão de atendimento (TA) ou Tensão de conexão:** valor eficaz de tensão no ponto de conexão, obtido por meio de medição, podendo ser classificada em adequada, precária ou crítica, de acordo com a leitura efetuada, expresso em volts ou quilo volts.

- **Tomada para relé fotocontrolador (antiga base para relé):** dispositivo acoplado à luminária que permite a conexão de relé foto controlador para acionamento automático da luminária (3 pinos) ou de dispositivo de telegestão (5 ou 7 pinos – Padrão NEMA).

- **Vão [m]:** distância entre sucessivas unidade de iluminação (postes), medida paralelamente ao longo da linha longitudinal da via.

- **Vida nominal da manutenção do fluxo luminoso – Lp:** tempo de operação (em horas) no qual a luminária LED irá atingir a porcentagem "p" do fluxo luminoso inicial. A declaração da manutenção do fluxo luminoso pode ser definida conforme descrito a seguir: **L70 (50.000 h) -** tempo em horas, para que a luminária atinja 70% do fluxo luminoso inicial.

A figura 3.1 a seguir apresenta, como referência, uma ilustração das principais partes de uma luminária LED.

Corpo: alumínio injetado.

PCI: placa de circuito impresso, normalmente em alumínio.

Lente secundária: responsáveis pela distribuição adequada da luz. São utilizadas lentes para garantir a fotometria da luminária de forma adequada para a aplicação desejada. Normalmente fabricadas em policarbonato ou outros polímeros.

Lente de vidro (ou refrator): proteção e fechamento da luminária. A falta desta lente de vidro deixa exposta a lente secundária ao ambiente externo causando o seu rápido envelhecimento.

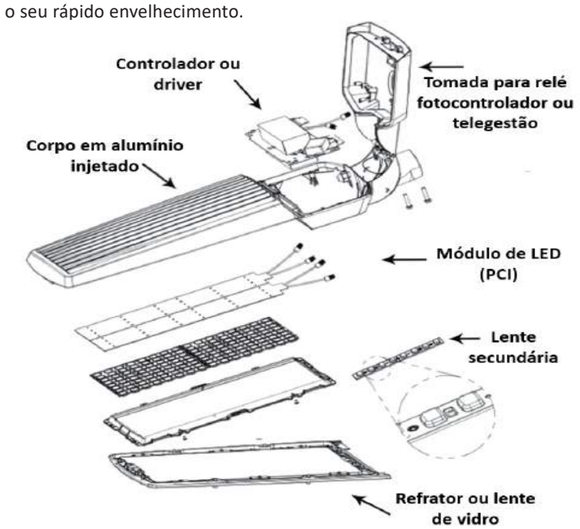


Figura 3.1 - Luminária LED - partes principais (baseada na cartilha ABILUX – "Orientações gerais para usuários sobre luminárias LED para iluminação Pública - viárias , ruas , avenidas , travessas, logradouros , parque e áreas públicas).

4 - Requisitos básicos para um sistema de IP eficiente

Um sistema de **iluminação pública** é eficiente quando satisfaz aos seguintes requisitos:

- a luz chega onde se necessita;
- está **adequado às respectivas classificações do espaço público** (vias exclusivas de trânsito de carros, calçadas, praças, ciclovias, etc.);
- proporciona aos munícipes uma s**ensação de conforto visual e de segurança**;
- contribui para o **embelezamento dos ambientes urbanos**, monumentos históricos e edifícios públicos;
- o i**mpacto ambiental é controlado**;
- a **energia** consumida no seu funcionamento é a necessária, **sem desperdícios nem excessos**;
- o **custo de sua instalação e manutenção** está de acordo com as disponibilidades orçamentárias do município;
- utiliza **tecnologias energeticamente eficientes.**

Figura 4.1 - Vista do município de Viçosa

5 - Levantamento do sistema de IP existente

5.1 - Composição do parque de IP

O parque de iluminação pública do município de Viçosa é atualmente composto por **7.772 pontos de luz.** A Tabela 5.1 abaixo detalha esse parque em função do tipo de lâmpadas, potências e quantitativos.

Os tipos de lâmpadas encontrados no município são:

VMAP = lâmpada a vapor de mercúrio alta pressão;

VSAP = lâmpada a vapor de sódio alta pressão.

Tabela 5.1 - Parque de IP do Município de Viçosa*

Lâmpada	Potência [W]	Qde.	Percentual
VMAP	80	1.275	16,41%
	125	552	6,88%
	400	12	0,15%
Subtotal		**1.839**	**23,66%**
VSAP	70	992	12,71%
	100	2.971	38,23%
	150	830	10,68%
	250	1.058	13,61%
	400	82	1,06%
Subtotal		**5933**	**76,34%**
TOTAL		**7.772**	**100%**

*Ref.: Demonstrativo do faturamento da IP de Viçosa - elaborado pela CEMIG - agosto de 2019.

5.2 - Sistemas de IP analisados

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados **seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos**. Para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, **96 vias (257 pontos de luz), em 24 bairros, foram visitadas, cadastradas e analisadas .** Em todos os postes pesquisados existiam apenas uma luminária, à exceção dos pontos localizados nas esquinas, praças e trevos. As figuras a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.

A Tabela 5.2 a seguir apresenta, por ordem alfabética de logradouros, os **pontos pesquisados durante a etapa de levantamento de dados**.

Tabela 5.2 - Logradouros analisados

Tipo do Logradouro	Nome do Logradouro	Bairro	Classificação da Via	Tráfego Motorizado	Largura da Via	Posteação	Altura do Poste	Espaçamento	Suporte ou Braço	Lâmpada	Potência	Luminária	Altura de Montagem	Reator	Relé	Comando	Cadastro da Via na PM	Tipo de Poste	Largura Passeio Lado do Poste - P1	Largura Passeio Lado Oposto - P2	Tráfego de Pedestres
Rua	Acesso a Romão dos Reis	Romão dos Reis	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	5	Unilateral	11	28	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	0	0	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Acesso ao Supermercado Mineirão	Santo Antônio	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	8	Unilateral	10	32	Braço curto	VM	125 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1,5	2	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Acesso Centro Tecnológio	Novo Silvestre	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	8	Unilateral	10	32	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1,5	2	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Agenor Pires Dantas	Nova Viçosa	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	9	28	Braço curto	VS	70 W	Fechada	6,7	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	0,7	0,7	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Aimorés	Maria Eugênia	V4 - Col/Rad/ Interlig - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	4	Unilateral	10	25	Braço curto	VS	100 W	Fechada	6,7	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	DT	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Alagoas	Sagrada Família	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	10	32	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1	1,2	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Alípio Pires	Sagrada Família	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	4	Unilateral	10	32	PA4	VM	80 W	Aberta	6,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	0,7	0,7	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Almiro Molica	Vale do Sol	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	10	30	Braço curto	VM	80 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1,5	1,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Álvaro Gouveia	São Sebastião	V4 - Col/Rad/ Interlig - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	5	Unilateral	11	30	Braço curto	VS	100 W	Fechada	6,7	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	DT	0,7	0,7	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2
Rua	Antônio Júlio	Nova Viçosa	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	9	30	Braço curto	VM	80 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	0,7	1,2	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Antônio Lelis	Santo Antônio	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Unilateral	12	29	Braço médio	VS	150 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Concreto Circular	2	2	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2
Rua	Assar Nazar	Nova Viçosa	V4 - Local/ Acesso res - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	6	Unilateral	11	32	Braço curto	VM	80 W	Fechada	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Bernardes Filho	Santa Clara	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	11	32	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2

Tipo do Logradouro	Nome do Logradouro	Bairro	Classificação da Via	Tráfego Motorizado	Largura da Via	Posteação	Altura do Poste	Espaçamento	Suporte ou Braço	Lâmpada	Potência	Luminária	Altura de Montagem	Reator	Relé	Comando	Cadastro da Via na PM	Tipo de Poste	Largura Passeio Lado do Poste - P1	Largura Passeio Lado Oposto - P2	Tráfego de Pedestres
Outro	BR 120	Violeira	V1 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf intenso	I - Acima de 1.200	10	Unilateral	11	44	Braço médio	VS	150 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Arterial	Concreto Circular	2	2,5	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2
Outro	BR 120	Silvestre	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	11	Unilateral	11	32	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Rodovia	Concreto Circular	2	2	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Outro	BR 482	Violeira	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	12	Central	10	35	Suporte	VS	400 W	Fechada	10,0	Integrado	Eletrônico	Em grupo	Via Arterial	RC	0	0	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Av.	Brasil	Belvedere	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Unilateral	11	35	Braço curto	VM	80 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Coletora	DT	2	1,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Bruno Martinho	Fátima	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	11	30	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	0,5	1,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Av.	Bueno Brandão	Centro	V1 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf intenso	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Bilateral	11	22	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Arterial	Concreto Circular	2	2	P1 - Calçadões/ Prçs/Zonas Comer - 20 - 0,3
Av.	Bueno Brandão	Centro	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	12	Bilateral	10	22	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Arterial	Concreto Circular	1,5	1,5	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Rua	Cap. José Maria	Santa Clara	V4 - Col/Rad/ Interlig - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	11	30	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	DT	0,5	0,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Chotoro Chimoia	Nova Viçosa	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Unilateral	11	40	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Concreto Circular	0,5	0,5	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2
Rua	Cimbá Trigueira Jacebá	Belvedere	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	10	35	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Cláudio José M Rocha	Nova Viçosa	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	9	35	Braço curto	VM	80 W	Aberta	6,7	Externo	Magnético	Individual	Via Local	DT	1,5	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Clóvis C Castro	Santa Clara	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	11	32	Leve I	VM	80 W	Aberta	7,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1,2	2	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2

Tipo do Logradouro	Nome do Logradouro	Bairro	Classificação da Via	Tráfego Motorizado	Largura da Via	Posteação	Altura do Poste	Espaçamento	Suporte ou Braço	Lâmpada	Potência	Luminária	Altura de Montagem	Reator	Relé	Comando	Cadastro da Via na PM	Tipo de Poste	Largura Passeio Lado do Poste - P1	Largura Passeio Lado Oposto - P2	Tráfego de Pedestres
Rua	da Conceição	Sagrada Família	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	6	Unilateral	12	28	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	DT	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Praça	do Rosário	Centro	P2 - Praça	Apenas pedestres	Indefinida	Mista	3	Indefinido	Outro	VM	125 W	Ornamental	3,0	Integrado	Eletrônico	Em grupo	Praça	Aço	0	0	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Rua	Domicinia L de Faria	João Braz	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	10	36	Leve I	VM	125 W	Aberta	7,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1,5	1,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Doná Carlota	Santo Antônio	V4 - Local/ Acesso res - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	6,5	Unilateral	11	42	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	0,8	0,8	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Praça	Dr. Cristovão Lopes de Carvalho	Centro	P2 - Praça	Apenas pedestres	Indefinida	Mista	6	Indefinido	Outro	Luminária LED	Desconhecida	Luminária LED	6,0	Integrado	Eletrônico	Em grupo	Via Coletora	Aço	0	0	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Rua	Dr. Milton Bandeira	Centro	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	7	Unilateral	11	31	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Coletora	DT	1,5	1,5	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Rua	Ervália	Violeira	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	5	Unilateral	9	35	Leve I	VM	80 W	Aberta	7,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1,2	1,2	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Outro	Estrada São João	Novo Silvestre	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	5	Unilateral	9	40	Braço curto	VS	70 W	Fechada	6,7	Integrado	Eletrônico	Individual	Estrada	DT	0	0	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Estrelas	Sagrada Família	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	6	Unilateral	11	30	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	DT	1	1	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2
Praça	Fernando Vidigal de Carvalho	Santa Clara	P2 - Praça	Apenas pedestres	Indefinida	Mista	10	Indefinido	Outro	VS	400 W	Fechada	10,0	Integrado	Não identificado	Em grupo	Via Local	Aço	0	0	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Rua	Floriano Peixoto	Santa Clara	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	11	32	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Francisco de Souza Fortes	Barrinha	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	7,5	Unilateral	11	30	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Arterial	DT	2,5	2,5	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2

Tipo do Logradouro	Nome do Logradouro	Bairro	Classificação da Via	Tráfego Motorizado	Largura da Via	Posteação	Altura do Poste	Espaçamento	Suporte ou Braço	Lâmpada	Potência	Luminária	Altura de Montagem	Reator	Relé	Comando	Cadastro da Via na PM	Tipo de Poste	Largura Passeio Lado do Poste - P1	Largura Passeio Lado Oposto - P2	Tráfego de Pedestres
Rua	Gerhardus L Voorpostel	Liberdade	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	I - Acima de 1.200	8	Unilateral	11	34	Braço curto	VS	70 W	Fechada	6,7	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1,5	1,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Gilberto Valério Pinheiro	Santo Antônio	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7,5	Unilateral	10	47	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1,5	1,5	P4 - Pass/ Prçs de bair res - 3 - 0,2
Rua	Gomes Barbosa	Bom Jesus	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	12	Unilateral	11	35	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Concreto Circular	1,5	1,5	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2
Rua	Honorina de Jesus	Nova Era	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	6	Unilateral	11	29	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Arterial	DT	0,5	0,5	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2
Rua	J P Filho	Nova Viçosa	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Bilateral	11	30	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Concreto Circular	1,5	1,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Av.	JK	Santa Clara	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	7	Unilateral	11	35	Braço curto	VS	70 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Concreto Circular	1	1,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	João Frankling Fontes	Fátima	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	9	Bilateral	11	35	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Concreto Circular	1,5	1,5	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2
Rua	João R Andrade	Nova Viçosa	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	11	33	Braço curto	VM	80 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	0,8	0,8	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Joaquim Lopes de Faria BR482	Nova Era	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Unilateral	11	34	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Arterial	Concreto Circular	1,2	1,2	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2
Rua	Joaquim Nogueira	Nova Viçosa	V4 - Local/ Acesso res - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Unilateral	11	22	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1,2	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Av.	Jocaob Lopes de Castro	Nova Era	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	12	Unilateral	11	38	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Arterial	DT	1,6	1,6	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2
Rua	José Antônio Rodrigues	Centro	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Unilateral	11	35	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Concreto Circular	2	2	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25

Tipo do Logradouro	Nome do Logradouro	Bairro	Classificação da Via	Tráfego Motorizado	Largura da Via	Posteação	Altura do Poste	Espaçamento	Suporte ou Braço	Lâmpada	Potência	Luminária	Altura de Montagem	Reator	Relé	Comando	Cadastro da Via na PM	Tipo de Poste	Largura Passeio Lado do Poste - P1	Largura Passeio Lado Oposto - P2	Tráfego de Pedestres
Rua	José Arimateia Lustoza	Silvestre	V4 - Col/Rad/ Interlig - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	10	Unilateral	10	38	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Em grupo	Via Coletora	DT	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	José Basílio figueirodo Jr.	Júlia Molar	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	10	36	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	José Cassimiro da Silva	Nova Viçosa	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	4,5	Unilateral	10	32	Braço curto	VM	80 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	José dos Santos	Bom Jesus	V4 - Col/Rad/ Interlig - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	10	32	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	0	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	José Edmar Amaral	Barrinha	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	10	35	Braço curto	VM	80 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	2	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	José Inácio Vargas	Silvestre	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	5	Unilateral	11	30	Braço curto	VM	80 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	0,8	0,8	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	José Rocha Filho	Nova Viçosa	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	4	Unilateral	11	20	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1	0,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Juquinha Condé	Nova Era	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	10	32	Leve I	VM	125 W	Aberta	7,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1,5	1,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Lateral à BR 120	Distrito Industrial	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	I - Acima de 1.200	7,5	Unilateral	11	43	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Via Local	Concreto Circular	2	0,6	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Maria B dos Santos	Sagrada Família	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	5	Unilateral	10	30	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Maria de Castro Silva	São Sebastião	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	5,5	Unilateral	10	35	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Concreto Circular	1,5	1	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2
Praça	Mário del Giudice	Centro	P2 - Praça	Apenas pedestres	Indefinida	Mista	10	21	Suporte	VS	400 W	Fechada	10,0	Integrado	Eletrônico	Em grupo	Praça	RC	0	0	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25

Tipo do Logradouro	Nome do Logradouro	Bairro	Classificação da Via	Tráfego Motorizado	Largura da Via	Posteação	Altura do Poste	Espaçamento	Suporte ou Braço	Lâmpada	Potência	Luminária	Altura de Montagem	Reator	Relé	Comando	Cadastro da Via na PM	Tipo de Poste	Largura Passeio Lado do Poste - P1	Largura Passeio Lado Oposto - P2	Tráfego de Pedestres
Rua	Mariquinha Maciel	Belvedere	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6,5	Unilateral	10	45	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Modesto Apolinário	Romão dos Reis	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	9	34	Braço curto	VM	80 W	Aberta	6,7	Externo	Magnético	Individual	Via Local	DT	0,8	0,8	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Morro do Cruzeiro	Maria Eugênia	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	6	Unilateral	11	37	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	DT	0,7	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	N. Sra. Aparecida	Bom Jesus	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	10	33	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	0,7	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Novo Horizonte	Sagrada Família	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	12	30	Braço curto	VS	100 W	Fechada	6,7	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	0,7	0,7	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Outro	Oraida Mendes de Castro	Novo Silvestre	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	12	Unilateral	10	32	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Arterial	Concreto Circular	0	0	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Ouvídio Lopes Bering	Liberdade	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	8	Unilateral	11	45	Braço médio	VS	150 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	2	2	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Palmeira	Nova Era	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	11	33	Braço curto	VM	125 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1,2	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Papa João XXIII	Santa Clara	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	11	34	Braço médio	VS	150 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Paraná	Sagrada Família	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	5	Unilateral	11	37	Braço médio	VS	100 W	Aberta	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	0,7	0,7	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Paulo M del Guidice	Belvedere	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Unilateral	11	35	Braço médio	VS	150 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Concreto Circular	1,5	1,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Pe. Serafim	Centro	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	9	Unilateral	11	32	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Sem Iluminação	Via Arterial	Concreto Circular	0	0	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Pedro Álvares Cabral	João Braz	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	10	31	Braço curto	VM	125 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2

Tipo do Logradouro	Nome do Logradouro	Bairro	Classificação da Via	Tráfego Motorizado	Largura da Via	Posteação	Altura do Poste	Espaçamento	Suporte ou Braço	Lâmpada	Potência	Luminária	Altura de Montagem	Reator	Relé	Comando	Cadastro da Via na PM	Tipo de Poste	Largura Passeio Lado do Poste - P1	Largura Passeio Lado Oposto - P2	Tráfego de Pedestres
Rua	PH Rolps	Centro	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Unilateral	11	35	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Concreto Circular	2	2	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Rua	Prof. Sebastiao Lopes Carvalho	Centro	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Bilateral	11	40	Braço médio	VS	100 W	Fechada	3,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Aço	2	2	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Rua	Prof. Sebastião Lopes Carvalho	Centro	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Bilateral	3,5	20	Outro	VS	100 W	Ornamental	3,5	Integrado	Eletrônico	Em grupo	Via Coletora	Aço	2	2	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Rua	Rhame Curi	Nova Viçosa	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	4	Unilateral	9	35	Braço curto	VM	80 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	0,5	0,7	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Outro	Rod. MG 280	Bela Vista	V2 - T. Ráp/Art/ AutoEst - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	9	Unilateral	12	35	Chicote Simples	VS	250 W	Fechada	10,0	Integrado	Não identificado	Em grupo	Via Arterial	Aço	0	0	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Santa Luzia	João Braz	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	11	37	Leve I	VM	125 W	Aberta	7,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Av.	Santa Rita	Ramos	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	7	Bilateral FaF	11	35	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Concreto Circular	1,7	1,7	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Av.	Santa Rita	Ramos	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	11	Unilateral	11	32	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Arterial	Concreto Circular	1,7	1,7	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Rua	Santana Garambeo	Nova Viçosa	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	10	32	Braço curto	VM	80 W	Aberta	6,7	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	0,5	0,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Santo Antônio	João Braz	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	11	38	Leve I	VM	80 W	Aberta	7,4	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	0,9	0,9	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Av.	São João Batista	Nova Era	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Unilateral	10	35	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	DT	2	2	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	São Vicente	Bom Jesus	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	11	28	Leve I	VS	70 W	Fechada	6,7	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1	1,2	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2

Tipo do Logradouro	Nome do Logradouro	Bairro	Classificação da Via	Tráfego Motorizado	Largura da Via	Posteação	Altura do Poste	Espaçamento	Suporte ou Braço	Lâmpada	Potência	Luminária	Altura de Montagem	Reator	Relé	Comando	Cadastro da Via na PM	Tipo de Poste	Largura Passeio Lado do Poste - P1	Largura Passeio Lado Oposto - P2	Tráfego de Pedestres
Rua	São Vicente de Paula	Sagrada Família	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	9	32	Leve I	VM	80 W	Aberta	7,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1	1,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Sebatião Cupertino	Fátima	V3 - Col/Rad/ Interlig - tráf médio	M - de 501 a 1.200 carros por h	8	Unilateral	10	38	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Coletora	Concreto Circular	1	1	P3 - Pass/ Acosta/ Prçs - 5 - 0,2
Rua	Sofia Bernardes	Santa Clara	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	8	Unilateral	11	30	Braço médio	VS	150 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1,2	1,2	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Teixeiras	Violeira	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	5	Unilateral	11	34	Leve I	VM	80 W	Aberta	7,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Local	DT	1,5	1,5	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Tenente Kummel	Ramos	V2 - Col/Rad/ Interlig - tráf intenso	M - de 501 a 1.200 carros por h	7	Unilateral	11	30	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Externo	Eletrônico	Individual	Via Arterial	Concreto Circular	1,5	2	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Rua	Travessa Dom Viçoso	Bom Jesus	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	11	36	Braço médio	VS	70 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Outro	Travessa Sagrado Coração de Jesus - Calçadão	Centro	P2 - Praça	Apenas pedestres	7	Unilateral	11	43	Braço médio	VS	250 W	Fechada	8,0	Externo	Eletrônico	Individual	Praça	Concreto Circular	7	0	P2 - Pass de ave./ Prçs/Á de lazer - 10 - 0,25
Rua	Tres	João Mariano	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	9	33	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	0	0	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Ver. Almiro Pontes	Belvedere	V5 - Local/ Acesso res - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	6	Unilateral	10	30	Braço médio	VS	100 W	Fechada	8,0	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2
Rua	Vinícius de Moraes	Fátima	V4 - Col/Rad/ Interlig - tráf leve	L - de 150 a 500 carros por h	7	Unilateral	10	31	Braço médio	VS	100 W	Fechada	7,4	Integrado	Eletrônico	Individual	Via Local	Concreto Circular	1	1	P4 - Pass/ Prçs de bairros res - 3 - 0,2

O Anexo II do **Caderno 2 - Anexos** apresenta vistas aéreas do município de Viçosa com a localização georreferenciada dos 257 pontos identificados durante a realização da etapa de levantamento de campo com base na ABNT NBR 5426 – Planos de Amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.

5.3 - Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (**lâmpadas, luminárias, relé fotocontroladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes**) encontradas no município de Viçosa.

5.3.1 - Lâmpadas

Conforme pode ser verificado pela Tabela 5.1, o principal tipo de lâmpada instalada na cidade é a de vapor de sódio a alta pressão – **VSAP (70, 100, 150, 250 e 400 W). Esse tipo de lâmpada representa mais de 76% do total dos pontos existentes no município**. Deste percentual, as lâmpadas nas potências de 100 e 250 W se destacam com aproximadamente 68%. Depois, em ordem decrescente, seguem as lâmpadas de vapor de sódio de 70 W, 150 W e por último de 400 W.

As lâmpadas a vapor de mercúrio, nas potências de 80, 125 e 400 W representam 23,44% do total do parque de iluminação da cidade.

5.3.2 - Luminárias

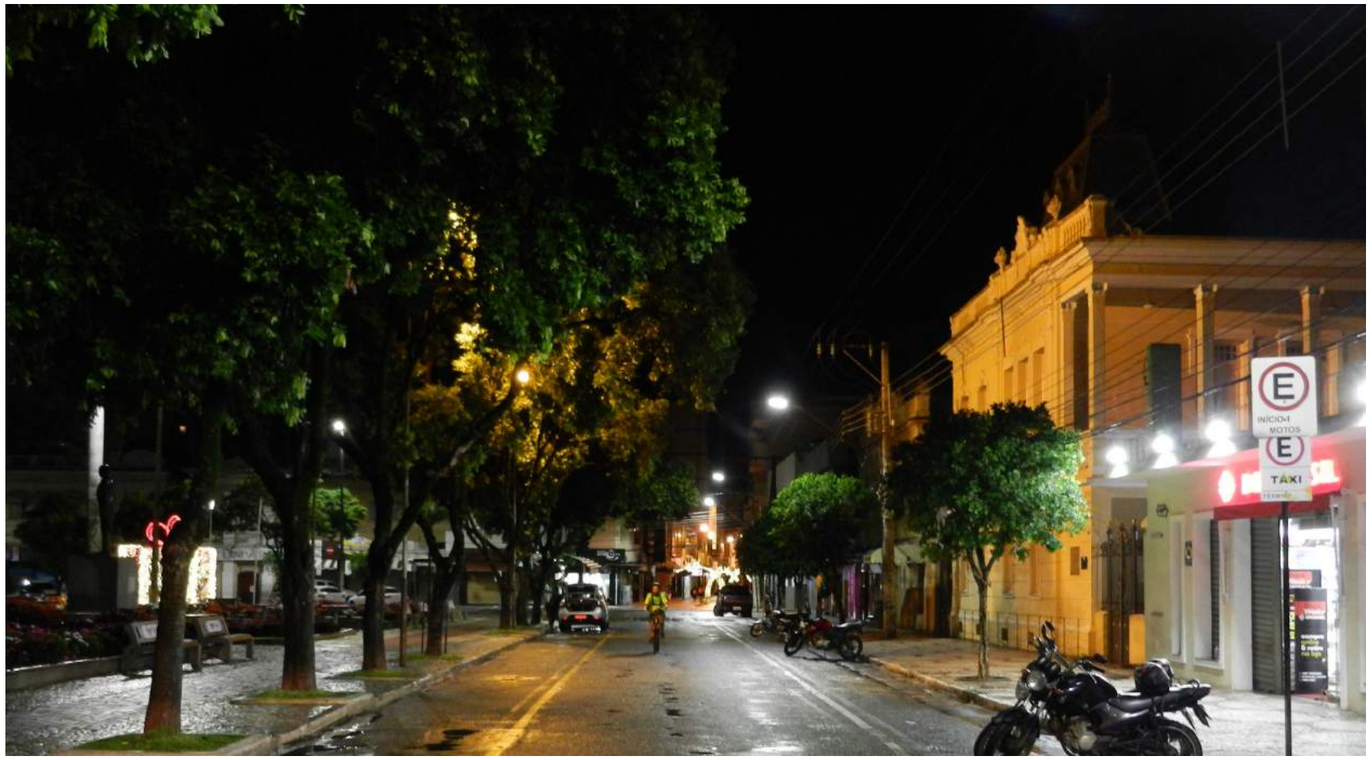
Mais de 69% das luminárias pesquisadas são do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, sem alojamento para equipamento incorporado e sem tomada integrada para relé fotocontrolador. Foi identificado também um significativo número de luminárias abertas durante o levantamento (aproximadamente 26,6% do total). Além dessas luminárias, foram identificados durante o levantamento de campo luminárias ornamentais tipo bola ou chapéu chinês (2,13% do total) e lampiões coloniais (1% do total).

Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também algumas luminárias LED, com temperaturas de cor de 4.000 K, em algumas vias e praças do município, como na Rua Benjamin Araújo, Rua Virgílio Val e Praça Dr. Cristóvão Lopes de Carvalho.

Foram também identificadas antigas luminárias fechadas fundidas com alojamento para equipamento incorporado e luminárias abertas com tela.

O tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o fabricado em vidro borossilicato. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano, policurvo e com refrator em policarbonato.

Em algumas vias, como em um trecho da rua Pe. Serafim e da rua lateral à BR 120, foram identificados postes de concreto sem a presença da iluminação pública. As figuras a seguir exemplificam os tipos de luminárias descritos anteriormente.



5.3.3 - Relés fotocontroladores e tipos de comandos

Aproximadamente 70% dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé fotocontrolador do tipo eletrônico instalado em tomada, na própria luminária. Entretanto, ainda podem ser encontrados no comando da iluminação pública do município de Viçosa relés eletromagnéticos como o identificado na Rua Cláudio José M. Rocha (figura abaixo) e na Rua Modesto Apolinário. Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

5.3.4 - Reatores

Mais de 38% dos pontos pesquisados possuíam reatores do tipo externo. O restante era do tipo integrado.

5.3.5 - Braços e suportes

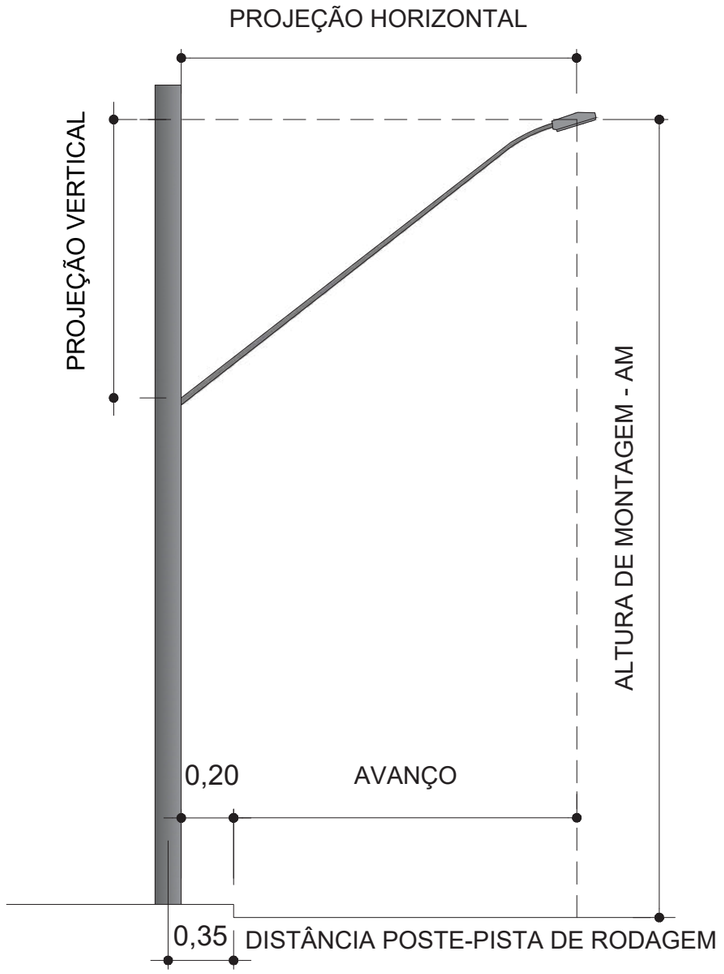
Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. **Nas avenidas e corredores principais se destacam os postes de concreto e os braços médios. Já nas demais vias são utilizados braços curtos.**

Foram identificados também durante a etapa de levantamento de dados a utilização de braços tipo PA4, Leve I e Leve II, além do chicote simples e suporte para 4 pétalas.

As figuras a seguir apresentam os diferentes tipos de braços e suportes encontrados durante a etapa de levantamento.

A Tabela 5.3 abaixo apresenta características dimensionais dos principais braços (curto, médio e pesado) encontrados na IP do município de Viçosa.

Tabela 5.3 - Características dos braços



TIPO DE BRAÇO	CURTO	MÉDIO	PESADO
PROJEÇÃO HORIZONTAL (P.H.)	1,165 m	2,92 m	3,85 m
PROJEÇÃO VERTICAL (P.V.)	0,90 m	2,20 m	2,90 m
AVANÇO	0,965 m	2,72 m	3,65 m
ALTURA DE MONTAGEM	6,70 m	8,00 m	8,70 m

5.3.6 - Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto circular. Esse tipo de poste totalizou aproximadamente 52% do parque pesquisado. Também foram identificados postes do tipo Duplo T, representando aproximadamente 40% do total dos pontos pesquisados.

Os postes de aço (6%) podem ser encontrados em praças e em rodovias de acesso ao município.

Em algumas vias de trânsito rápido, com posteação no canteiro central e alimentação subterrânea e em praças observou-se o uso de postes de concreto com conicidade reduzida, tipo “RC”. Esse tipo de poste totalizou 2% das vias pesquisadas.

Não foram identificados postes de madeira na iluminação pública do município de Viçosa.

Figura 5.1 - Poste de ferro fundido com luminária ornamental

5.4 - Tipos de vias para iluminação pública

A NBR 5101:2018 estabelece os tipos de vias públicas de acordo com a sua natureza e função. **Visa estabelecer os requisitos mínimos necessários para iluminação de vias públicas para prover segurança para pedestres e trafego de veículos** . Assim, as vias públicas podem ser definidas como:

Vias urbanas:

- **via de trânsito rápido;**
- **via arterial;**
- **via coletora;**
- **via local.**

Vias rurais:

- rodovias;
- estradas.

A Figura 5.2 a seguir ilustra os tipos de vias, segundo os critérios da NBR 5101:2018.

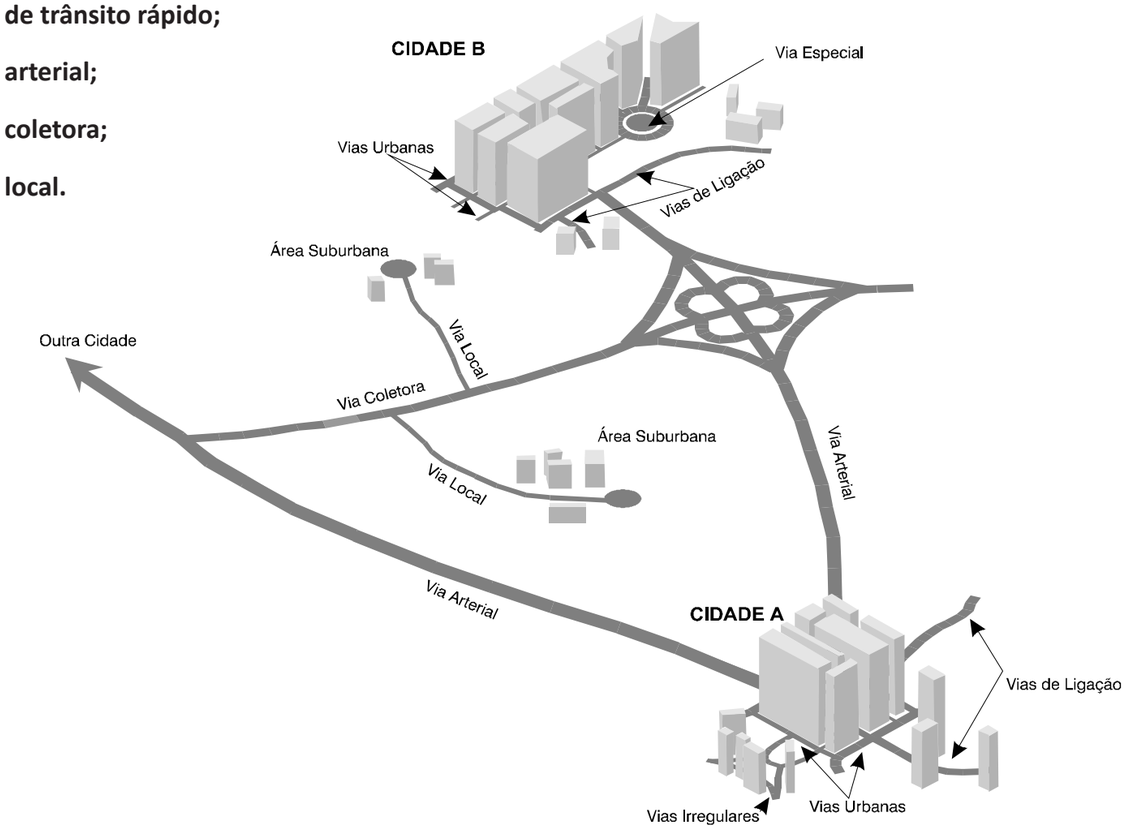


Figura 5.2 - Tipos de vias públicas

5.4.1 - Classificação em função do volume de tráfego em vias públicas

A NBR 5101:2018 também estabelece a classificação das vias públicas de acordo com o volume de tráfego noturno de veículos e/ou de pedestres que passam nessa via num período de 1 hora. As Tabelas 5.4 e 5.5 apresentam essas classificações.

Tabela 5.4 - Classificação de uma via em função do tráfego motorizado

Classificação	Número de veículos por hora
Leve (L)	150 a 500
Médio (M)	501 a 1.200
Intenso (I)	Acima de 1.200

Tabela 5.5 - Classificação de uma via em função do trânsito de pedestres

Classificação	Pedestres cruzando a via
Sem (S)	Como nas vias Arteriais
Leve (L)	Como nas vias Residenciais médias
Médio (M)	Como nas vias Comerciais secundárias
Intenso (I)	Como nas vias Comerciais principais

A NBR 5101:2018 define também cinco Classes de Iluminação (de V1 a V5) conforme apresentado na Tabela 5.6 a seguir. Importante frisar que embora boa parte das ruas e avenidas de Viçosa sequer apresentam tráfego de veículos e pedestres em níveis citados na NBR, ainda assim por critérios próprios, inerentes à administração pública local se efetuou a classificação destas vias dentre V1 a V5, para que se possa haver

um parâmetro adequado e confiável da iluminância ou luminância desejada àquela localidade. Desta forma, os estudos luminotécnicos prévios e consequente definição das luminárias (potências e fluxos luminosos ideias) foram baseados nestes parâmetros pre estabelecidos.

Este projeto básico estabeleceu, de comum acordo com as informações provenientes da Administração local e das observações coletadas durante a etapa de campo, as classes de Iluminação para Vias Públicas conforme NBR 5101 para o município de Viçosa.

Tabela 5.6 - Classes de Iluminação para Vias Públicas

Descrição da via	Classe
Vias de trânsito rápido; vias de alta velocidade de tráfego, com separação de pistas, sem cruzamento em nível e com controle de acesso; vias de trânsito rápido em geral; Autoestradas.	
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2
Vias arteriais; vias de alta velocidade de tráfego com separação de pistas; vias de mão dupla, com cruzamento e travessias de pedestre eventuais em pontos bem definidos, vias rurais de mão dupla com separação por canteiro ou obstáculo.	
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2
Vias coletoras; vias de tráfego importante, vias radiais e urbanas de interligação entre bairros, com tráfego de pedestres elevado.	
Volume de tráfego intenso	V2
Volume de tráfego médio	V3
Volume de tráfego leve	V4
Vias locais; vias de conexão menos importante; vias de acesso residencial.	
Volume de tráfego médio	V4
Volume de tráfego leve	V5

5.4.2 - Níveis de Iluminância em vias públicas

Experiências realizadas na Europa e EUA constataram que, visando assegurar uma boa visão a pedestres e motoristas, devem ser utilizados níveis de iluminância variando entre 3 e 60 lux. Dentro desta faixa, o poder de percepção do condutor de um veículo aumenta consideravelmente, mas para valores acima de 60 lux o ganho é pequeno. Vale ressaltar que os EUA e a Europa, em suas respectivas normas e recomendações para projetos de iluminação pública, vêm retirando os critérios de iluminância e trabalhando preferencialmente com os índices de luminância geral e longitudinal.

Com base nesses resultados, a ABNT, através da Norma NBR 5101:2018, foram fixados os níveis mínimos de luminância e iluminância necessários à iluminação de vias públicas, de acordo com sua importância, tipo e volume de tráfego, os quais são destinados a propiciar segurança a pedestres e veículos.

A Tabela 5.7 a seguir apresenta os valores de luminância média mínima (L_{med}), uniformidade global mínima (U_O) e uniformidade longitudinal mínima (U_L) **obrigatórios para as vias V1, V2 e V3.**

Tabela 5.7 - Níveis de luminância e uniformidade (V1, V2 e V3)

Classe	Luminância média mínima [L_{med}]	U. global mínima [U_O]	U. longitudinal mínima [U_L]
V1	2,00	0,4	0,70
V2	1,50	0,4	0,70
V3	1,00	0,4	0,70

A Tabela 5.8 apresenta os valores de iluminância média mínima (E_{med}) e uniformidade mínima (U) para vias públicas recomendados pela NBR 5101:2018.

Tabela 5.8 - Níveis de iluminância e uniformidade (V4 e V5)

Classe	Iluminância média mínima [E_{med}]	Uniformidade mínima [U]
V1	30	0.4
V2	20	0.3
V3	15	0.2
V4	10	0.2
V5	5	0.2

5.5 - Compatibilização da IP com a arborização

A arborização urbana é muito importante para a sociedade como um todo, embelezando ruas, avenidas e praças dos nossos municípios. Contudo, se o tamanho e o formato das árvores adultas não forem considerados durante a etapa de elaboração de um projeto luminotécnico as mesmas poderão comprometer a segurança e a efetividade da IP.

Árvores grandes e copadas, dependendo de sua posição com relação aos postes de luz podem reduzir os níveis médios de iluminação para valores abaixo dos mínimos recomendados para proporcionar a segurança para pedestres, ciclistas e motoristas de um determinado tipo de via. Da mesma forma, a localização dos postes de luz ou um projeto de iluminação inadequado, incompatíveis com a arborização, podem exigir podas constantes, o que por sua vez poderá ser inviável em termos de custos de manutenção e operação do ponto de vista da administração municipal. Inclusive sob o ponto de vista da saúde das plantas.

Cidades muito arborizadas provavelmente irão produzir significantes impactos no sistema de

iluminação e nos níveis luminotécnicos (E_{med} e U, por exemplo) de suas ruas e avenidas. Estudos conduzidos em uma cidade dos Estados Unidos comprovam que a arborização compromete a iluminação dos passeios em até 33%.

5.6 - Utilização de diferentes temperaturas de Cor – TCC

É sabido que a escolha da aparência de cor de uma lâmpada (ou temperatura de cor correlata - TCC) é uma questão psicológica, estética e do que é considerado natural. Em climas quentes geralmente se prefere a utilização de lâmpadas de temperatura de cor mais fria, enquanto em climas frios se prefere a utilização de lâmpadas de cor mais quente.

Como a grande maioria das lâmpadas utilizadas na IP do município é do tipo vapor de sódio, existe uma padronização pela temperatura na cidade por uma TCC de 2.000 K.

Entretanto, luminárias LED com temperatura de cor de 4.000 K e lâmpadas VMAP com temperatura de 4.800 K foram também identificadas durante a etapa de levantamento de campo.

5.7 - Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotossensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotossensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário.

A figura 5.3 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.

Figura 5.3 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

5.8 - Medições luminotécnicas

Durante o processo de medição, o elemento fotossensor foi posicionado de tal forma que não fosse sombreado pelo observador, e que ele pudesse ser sombreado de fontes de luz externas que não deviam ser medidas. A figura 5.4 a seguir exemplifica o processo de medição de uma das vias do município de Viçosa.

Para realização deste diagnóstico foram medidos à noite 22 logradouros. Além dessas medições, foram apuradas diversas características importantes, como classificação e largura da via, classificação e largura dos passeios, tipo de posteação, altura do postes, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária, altura de montagem, tipo de reator, tipo de comando, além do registro das coordenadas UTM das luminárias do vão medido.

Tendo em vista a grande padronização existente no parque de iluminação do município (lâmpadas VS 100 W e 250 W – espaçamento médio entre 30 a 40 metros - largura da via variando entre 6 a 8 metros), tornou-se desnecessária a realização de um número maior de medições para se chegar a um diagnóstico seguro com relação à iluminação pública do município.

A classificação do logradouro conforme a NBR 5101:2018 partiu das informações dadas pela Prefeitura com relação ao tipo de via (Arterial, Coletora, Local, Estrada ou Rodovia) bem como da observação do trânsito da via durante a etapa de levantamento de campo. **A Tabela 5.9 a seguir apresenta um resumo dos valores fotométricos para as 22 vias medidos durante a etapa de levantamento de campo, com destaque em amarelo para valores que não atendem à NBR.**

*Tabela 5.9 - Resultados das medições fotométricas**

Tipo do logradouro	Nome do logradouro	Classificação da Via	Lâmpada	Potência	Emed NBR	U NBR	Rua		Passeio 1		Passeio 2	
							Emed	U	Emed	U	Emed	U
Outro	BR 120	V1 - T. Ráp/Art/AutoEst - tráf intenso	VS	150 W	V1 - 30 lx	V1 - 0,4	7,94	0,38	6,49	0,40	5,02	0,70
Av.	Bueno Brandão	V1 - T. Ráp/Art/AutoEst - tráf intenso	VS	250 W	V1 - 30 lx	V1 - 0,4	40,96	0,61	25,28	0,76	23,18	0,81
Rua	Tenente Kummel	V2 - Col/Rad/Interlig - tráf intenso	VS	250 W	V2 - 20 lx	V2 - 0,3	13,16	0,65	10,02	0,52	13,90	0,74
Rua	Francisco de Souza Fortes	V2 - T. Ráp/Art/AutoEst - tráf médio	VS	100 W	V2 - 20 lx	V2 - 0,3	14,10	0,18	6,31	0,28	4,62	0,34
Rua	Prof. Sebastião Lopes Carvalho	V2 - T. Ráp/Art/AutoEst - tráf médio	VS	100 W	V2 - 20 lx	V2 - 0,3	25,28	0,51	16,95	0,53	21,39	0,56
Outro	BR 120	V2 - T. Ráp/Art/AutoEst - tráf médio	VS	250 W	V2 - 20 lx	V2 - 0,3	26,45	0,33	21,65	0,46	34,07	0,19
Rua	Dr. Milton Bandeira	V2 - T. Ráp/Art/AutoEst - tráf médio	VS	250 W	V2 - 20 lx	V2 - 0,3	23,54	0,22	15,74	0,78	16,98	0,61
Rua	José Antônio Rodrigues	V2 - T. Ráp/Art/AutoEst - tráf médio	VS	250 W	V2 - 20 lx	V2 - 0,3	15,72	0,53	6,68	0,76	13,40	0,83
Rua	PH Rolps	V2 - T. Ráp/Art/AutoEst - tráf médio	VS	250 W	V2 - 20 lx	V2 - 0,3	43,37	0,55	17,33	0,92	15,22	0,75
Rua	Morro do Cruzeiro	V3 - Col/Rad/Interlig - tráf médio	VS	100 W	V3 - 15 lx	V3 - 0,2	9,82	0,38	5,88	0,52	9,85	0,67
Av.	São João Batista	V3 - Col/Rad/Interlig - tráf médio	VS	100 W	V3 - 15 lx	V3 - 0,2	13,73	0,22	11,70	0,20	3,26	0,72
Rua	Antônio Lelis	V3 - Col/Rad/Interlig - tráf médio	VS	150 W	V3 - 15 lx	V3 - 0,2	29,11	0,25	11,76	0,19	18,14	0,86
Rua	Gomes Barbosa	V3 - Col/Rad/Interlig - tráf médio	VS	250 W	V3 - 15 lx	V3 - 0,2	38,17	0,21	15,70	0,75	16,55	0,97
Av.	Santa Rita	V3 - Col/Rad/Interlig - tráf médio	VS	250 W	V3 - 15 lx	V3 - 0,2	29,04	0,33	13,55	0,49	43,86	0,56
Rua	Sebastião Cupertino	V3 - Col/Rad/Interlig - tráf médio	VS	250 W	V3 - 15 lx	V3 - 0,2	30,65	0,11	20,00	0,18	21,02	0,21
Av.	JK	V3 - Col/Rad/Interlig - tráf médio	VS	70 W	V3 - 15 lx	V3 - 0,2	9,01	0,23	5,95	0,24	5,05	0,42
Rua	Vinícius de Moraes	V4 - Col/Rad/Interlig - tráf leve	VS	100 W	V4 - 10 lx	V4 - 0,2	20,51	0,41	13,26	0,51	13,44	0,57
Rua	Bruno Martinho	V5 - Local/Acesso res - tráf leve	VS	100 W	V5 - 5 lx	V5 - 0,2	19,44	0,36	7,85	0,65	17,55	0,59
Rua	Gilberto Valério Pinheiro	V5 - Local/Acesso res - tráf leve	VS	100 W	V5 - 5 lx	V5 - 0,2	9,11	0,07	2,28	0,00	3,92	0,25
Rua	Santo Antônio	V5 - Local/Acesso res - tráf leve	VM	80 W	V5 - 5 lx	V5 - 0,2	5,62	0,11	4,94	0,24	4,21	0,36
Rua	José Edmar Amaral	V5 - Local/Acesso res - tráf leve	VM	80 W	V5 - 5 lx	V5 - 0,2	4,65	0,12	4,44	0,13	2,70	0,10
Outro	Travessa Sagrado Coração de Jesus - Calçadão	P2 - Praça	VS	250 W	P1 - 20	P1 - 0,3	45,38	0,37	x	x	x	x

** os valores destacados em amarelo indicam que os pontos medidos através do uso de luxímetro nas vias amostrais listadas acima não atendem à norma NBR 5101.*

Figura 5.5 - Vista de edificação histórica

5.8 - Equipamentos e sistemas de suporte utilizados na etapa de levantamento de dados em campo

Além do luxímetro descrito anteriormente, para realização da etapa de levantamento de dados em campo foram ainda utilizados os seguintes equipamentos e sistemas:

- trena digital a laser – modelo DLE 70 3 601 K16 609 número de série 992321005, fabricada em dezembro de 2009 da Bosch;
- sistema C7 GPS Dados Campeiro – desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Ciências Rurais / Departamento de Engenharia Rural e Laboratório de Geomática;
- sistema SISLUX – V3.0 desenvolvido pelo CEILUX para sistematização da coleta de dados de iluminação pública em campo;
- espectrofotômetro LMS-6000S da Lisum Group;
- e máquina fotográfica digital Nikon 12 megapixels com tripé.

6 - Diagnóstico do sistema de IP

6.1 - Introdução

Como pode ser observado na Tabela 5.1, o parque de iluminação do município de Viçosa é composto majoritariamente de lâmpadas a vapor de sódio alta pressão - VSAP, com aproximadamente 76% do total, enquanto as lâmpadas VMAP representam apenas 24%.

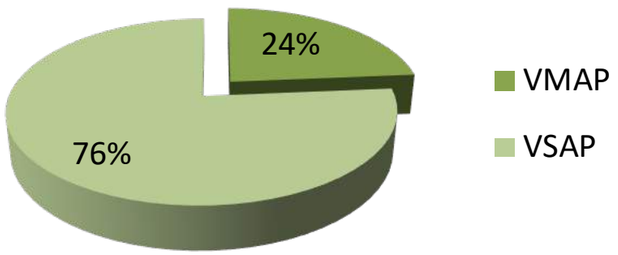


Gráfico 6.1 - Distribuição do parque de IP do município de Viçosa por tipo de lâmpada

Desse total de lâmpadas VSAP, as **de potência de 100 W e 250 W representam aproximadamente 68%.**

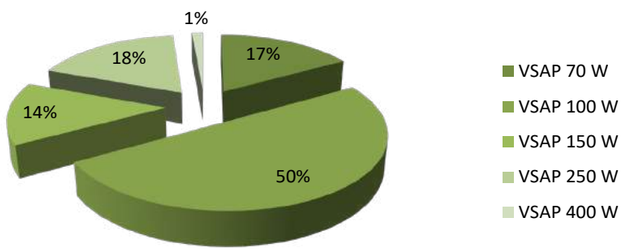


Gráfico 6.2 - Distribuição das lâmpadas VSAP por potência

Tendo em vista os dados apresentados na Tabela 5.2, observa-se que as luminárias fechadas estavam presentes em 69% das vias pesquisadas. Já as luminárias abertas apresentaram-se em 27% das vias. Ainda foram encontradas 3% de luminárias ornamentais e 1% de luminárias LED (apesar delas ainda não constarem nas informações disponibilizadas pelas empresas distribuidoras de energia).

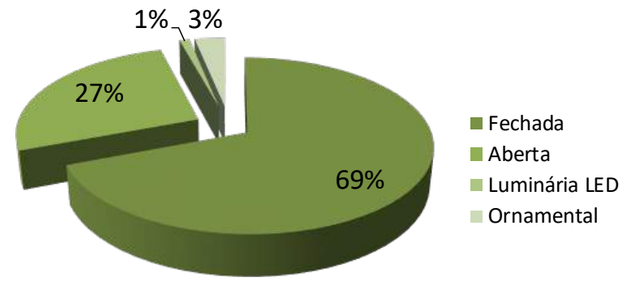


Gráfico 6.3 - Distribuição do parque de IP do município de Viçosa por tipo de luminária

Ou seja, em se tratando de lâmpadas e luminárias pode se concluir que o parque de iluminação pública do município de Viçosa é bastante padronizado.

6.2 - Critérios de projetos luminotécnicos

Conforme apresentado no item 5.4 deste documento, a norma brasileira ABNT NBR 5101 – Iluminação pública – Procedimento - determina as condições específicas a serem observadas na elaboração de um projeto de iluminação pública, dentre elas, a Iluminância média mínima (E_{min}) e o Fator de Uniformidade mínimo (U).

Valores muito superiores de E_{med} podem indicar a utilização de lâmpadas com potência (ou fluxo luminoso) inadequadas. Valores de uniformidade bem acima dos recomendados pela Norma 5101:2018 podem decorrer de um reduzido espaçamento entre postes, tornando o projeto mais caro.

Apesar da padronização identificada no parque de iluminação pública do município de Viçosa não significa que este tenha um sistema eficaz. Uma inspeção visual noturna nos principais corredores de trânsito da cidade é suficiente para comprovar o baixo índice de iluminância média (Emed), o que, em alguns casos, provoca sensação de insegurança e falta de visualização adequada na via durante esse período.

Entretanto, nesse sentido, devem ser feitas algumas ressalvas, como por exemplo a Praça Dr. Cristóvão Lopes de Carvalho, já iluminada por LED.

Conforme apresentado na Tabela 5.7, foram medidas à noite 22 vias divididas entre as cinco classes descritas na NBR 5.101 – 2018. Do total de vias medidas, 14 delas, ou seja, 63,64 % atendiam ao critério de Emed.

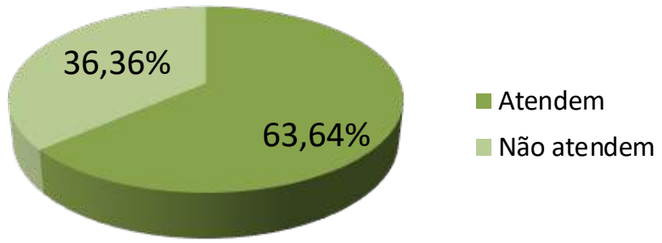


Gráfico 6.4 – Atendimento aos critérios de Emed - NBR 5.101 – 2018

Das vias estudadas, mais de 27% estavam com o valor de uniformidade (destacados na Tabela 5.7 em amarelo) abaixo dos recomendados pela norma.

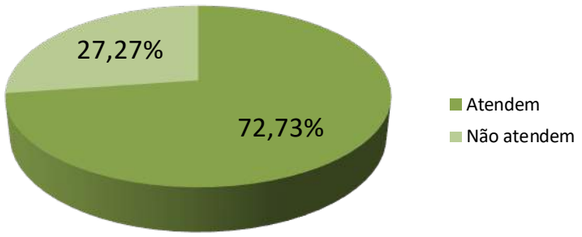


Gráfico 6.5 – Atendimento aos critérios de U - NBR 5.101 – 2018

Quando se analisa os dois requisitos simultaneamente, verifica-se que apenas 45% das vias pesquisadas atendiam aos requisitos básicos para um sistema de IP eficiente de forma simultânea.

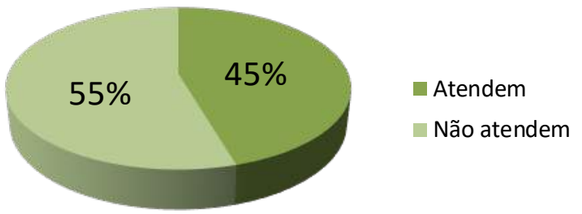


Gráfico 6.6 – Atendimento a ambos os critérios de projetos da NBR 5.101 – 2018 - Emed e U

Os principais motivos para o não atendimento aos critérios de iluminância média e fator de uniformidade foram a utilização de lâmpadas de descarga com fluxo luminoso inferior ao necessário para a via (VMAP de 80W , VSAP de 70W e VSAP de 100 W) bem como um espaçamento inadequado, grande depreciação da luminária em função de um conjunto ótico ineficaz e refratores amarelados ou ainda luminárias sem refratores.

Mais de 87% das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8 m (mais de 56% dos pontos pesquisados) e grande espaçamento entre poste (mais de 38% das vias pesquisadas tinham espaçamento igual ou superior a 35 metros), características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

Ou seja, pode-se concluir que existe hoje no município uma metodologia inadequada para a manutenção corretiva, para a elaboração de projetos luminotécnicos bem como para a especificação do tipo e da potência das luminárias e lâmpadas utilizadas.

6.3 - Refratores de policarbonato danificados

A utilização dos refratores em policarbonato nas luminárias brasileiras surgiu no início dos anos 2000, com a necessidade da redução dos custos causados pelo vandalismo por quebra de refratores de vidro e de lâmpadas, em luminárias fechadas.

Se por um lado o policarbonato é um plástico de grande resistência mecânica, por outro lado ele sofre um amarelamento (“*yellowing*”) rápido em função da ação dos raios ultravioletas emitidos pelas lâmpadas de descarga e pelos raios solares.

A metodologia mais adequada para utilização desse tipo de refrator deve considerar o estabelecimento de um procedimento de manutenção preventiva (substituição) dos refratores em um período máximo de 4 a 5 anos. Assim, as características luminotécnicas do conjunto lâmpada/luminária são preservadas, bem como a vida útil da luminária será mais elevada.

Conforme pode-se verificar em alguns exemplos detalhados na Figura 6.1 abaixo, em Viçosa mais de 40% das luminárias pesquisadas encontravam-se com o refrator em policarbonato amarelado, quebrado ou mesmo faltando. Esse fato revela deficiência no processo de manutenção preventiva, o que acarreta agora na necessidade de substituição não só do refrator mas de todo o conjunto.

Figura 6.1 – Refratores danificados

6.4 - Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

De acordo com as normas de luminárias ABNT NBR 15.129 - 2018, a identificação dos equipamentos auxiliares instalados em luminárias fechadas com alojamento para equipamento de IP deve seguir uma padronização específica, sendo utilizada a etiqueta amarela para identificar as lâmpadas a vapor de sódio e para as lâmpadas a vapor metálico etiqueta em cor vermelha. Nessa etiqueta deve ser especificada a potência da lâmpada sendo, por exemplo, o símbolo 7 em uma etiqueta amarela identificando uma luminária com equipamento para lâmpada VS de 70 W. Um número 40 no centro de uma etiqueta vermelha mostra que o equipamento utilizado naquela luminária é do tipo MVM com potência de 400 W.

Atualmente em Viçosa verifica-se que várias luminárias já não mais possuem essa etiqueta, dificultando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

Este problema se torna ainda mais sério quando se busca analisar as luminárias LED instaladas. Atualmente não existe nas luminárias LED instaladas no município nenhuma identificação visível ao nível da rua quanto a sua potência ou fluxo luminoso.

Recomenda-se que para as luminárias LED sejam utilizadas etiquetas brancas, com caracteres de identificação de potência na cor preta. Como sugestão uma segunda etiqueta com um para de caracteres poderá ser adicionada à luminária visando identificar o tipo fotométrico da mesma (Tipo I, II, III e IV – Curta/Média/Longa – Totalmente limitada/Limitada).

6.5 - Plaquetas de identificação de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção e além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

6.6 - Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 10% de braços Tipo Leve I. Esses braços foram retirados do padrão da distribuidora de energia ainda na década de 1980. Atualmente apenas os braços Curto, Médio e Pesado são utilizados com padrão.

Os braços do tipo médio representaram 58% dos encontrados durante o levantamento. Por outro lado, a boa situação física dos braços levantados durante a etapa de visita de campo indica uma vida útil dos mesmos superior a 15 anos.

6.7 - Particularidades inerentes às áreas especiais – balaustrada

Uma característica importante de iluminação pública do município de Viçosa é a presença de rede de distribuição subterrânea, situada na Avenida Bueno Brandão e Rua Prof. Sebastião Lopes Carvalho, com a utilização de postes de aço decorado e lampião colonial, com lâmpadas VS de 100 W. A utilização dos lampiões coloniais na iluminação dessa via tem como objetivo principal a compatibilização da iluminação com o elemento arquitetônico balaústre que representa o período de expansão da cidade com a chegada da linha férrea.

Essa solução de projeto de iluminação cria uma ambiência agradável, adicionando um charme extra àquela porção da cidade. A figura 6.2 apresenta uma vista da balaustrada iluminada com lampiões coloniais.

Tendo em vista uma possível padronização das luminárias LED, recomenda-se a substituição das lâmpadas VSAP de 100 W, que atualmente equipam os lampiões coloniais, por lâmpadas de LED.

Figura 6.2 – Vista do lampião colonial da balaustrada com lâmpada VS 100 W

De acordo com informação da Prefeitura Municipal, atualmente o município possui 34 lampiões coloniais instalados em suas ruas e avenidas (25 instalados e 9 em processo de instalação).

7 - Valorização dos monumentos por meio da luz artificial

7.1 - Introdução

Se por um lado a cena diurna depende da iluminação proveniente diretamente do sol e da abóbada celeste, à noite a cena muda de forma significativa. A cor da luz emitida pelas lâmpadas instaladas é completamente diferente da luz natural. A aparência visual do ambiente urbano é um componente importante na atração ou interesse na vida noturna do município para o desfrute de seus habitantes e turistas.

Neste contexto a iluminação pública torna-se um instrumento importante para o embelezamento da cidade, agregando–lhe valores como objeto de apreciação, criando cartões postais incentivando a divulgação do município em propagandas, valorizando e destacando lugares, prédios e vias de circulação.

Ou seja, a **iluminação urbana é um meio eficaz para promoção de atividades como o lazer, comércio, a indústria do turismo e a imagem do espaço urbano, podendo inclusive transformar uma fachada em um recurso atrativo que, de outro modo, poderia passar despercebida.**

Dentre os principais monumentos já iluminados em Viçosa destaca-se a Casa Arthur Bernardes, apresentada na figura 7.1 a seguir, tombada pelo patrimônio público em abril de 1999, conforme decreto 3437 desse mesmo ano.

Cabe destacar que a técnica utilizada para iluminação desta edificação foi muito utilizada nas décadas de 1970 e 1980 e que atualmente, tendo em vista a evolução dos equipamentos e materiais de iluminação, se encontra em desuso.

Figura 7.1 – Casa Arthur Bernardes

7.2 - Porque iluminar o patrimônio

O objetivo principal da implantação de um sistema de iluminação de destaque é a valorização do patrimônio e a criação de eventos que possibilitem uma nova e inusitada fruição dos bens, servindo para ressaltar e potencializar os seus valores. Entretanto, manipular as formas de uma edificação através do jogo de luz e sombras não é uma tarefa fácil e nos obriga a um estudo detalhado do impacto que essa nova iluminação irá causar.

A nova iluminação deverá se transformar em um convite aos locais, visitantes e ao público em geral, a conhecer melhor o patrimônio, acrescentado valor às edificações e incentivando melhores comportamentos sociais.

Nos últimos tempos, é cada vez mais comum observar como os municípios históricos como Salvador, Rio de Janeiro, Ouro Preto, Mariana, Tiradentes ou Diamantina, destinos turísticos há muito tempo explorados, empregando para sua divulgação imagens noturnas de seus centros históricos com seus monumentos iluminados e em destaque na paisagem noturna dessas cidades.

Entretanto, em países da Europa e na China, por exemplo, já é possível assistir a uma escalada sem proporções na iluminação de fachadas e monumentos, levando a um emprego exagerado de produtos luminotécnicos que acabam por distorcer por completo a edificação iluminada bem como o entorno dessa edificação.

A partir das considerações resumidas nos parágrafos anteriores, recomenda-se que as administrações municipais e os órgãos de defesa e preservação do patrimônio estabeleçam normas e critérios que regulamentem a elaboração e implantação de projetos de iluminação em edifícios e/ou monumentos históricos.

7.3 - Princípios básicos a serem observados

O Brasil ainda carece de uma regulamentação específica sobre o que pode e o que não pode na hora de se elaborar um projeto de iluminação específico para fachadas e monumentos. Principalmente para aqueles edifícios tombados pelos organismos de proteção ao patrimônio, seja ele municipal, estadual ou mesmo federal.

Infelizmente, até a presente data, não existe uma norma de conduta que determine as linhas mestras que um projetista de iluminação deva seguir no momento de realização dos projetos. Na maioria das vezes a aprovação de um projeto luminotécnico junto a esses organismos fica mais a cargo do profissional responsável por aquela aprovação, do que de uma metodologia estudada e padronizada.

São muito comuns hoje em dia visões diferentes do que se pode ou não fazer em termos de projetos de iluminação, em função do nível de atuação (município/estado/federação) ou do órgão que está responsável pela aprovação de determinado projeto. Na verdade, o que é mais preocupante é que essa falta de regulamentação acaba por prejudicar a conservação de uma maneira geral.

De qualquer forma, **são propostas a seguir algumas disposições gerais que devem sempre ser observadas com relação a iluminação de monumentos e prédios históricos:**

• poluição luminosa: efeito de redução da visibilidade das estrelas durante o período noturno causado principalmente pelo excesso de luz artificial, que de forma direta ou por reflexão é redirecionada para cima, em direção ao céu;

• ecossistema: observar o impacto da iluminação no ecossistema local. Pássaros, morcegos, tartarugas e outros animais podem sofrer consequências significativas por conta da iluminação artificial mal projetada;

• uso racional da energia: atualmente, principalmente as regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil passam por uma crise energética, causada pela longa estiagem e também por isso os projetos de iluminação do patrimônio devem sempre se balizar pelo uso de equipamentos eficientes e seguros;

• luz intrusa: nas grandes cidades, a iluminação ornamental não poderá causar desconforto ou prejuízo à qualidade de vida aos vizinhos das edificações iluminadas.

7.4 - Proposta de valorização da imagem noturna da cidade

Salvo raríssimas exceções, os prédios hoje classificados como patrimônio não foram concebidos para serem visíveis durante a noite. Técnicas, fonte de luz e conhecimentos atuais são bastante diferentes daqueles existentes quando da concepção dos projetos desses prédios. A implantação de uma iluminação resulta em intervir no patrimônio sobre três aspectos distintos: o primeiro é quanto a visão de sua imagem noturna, que pode variar em função do tipo e da temperatura de cor da fonte de luz utilizada para essa iluminação, o segundo impacto acontece pela instalação dos acessórios necessários ao funcionamento dessa iluminação, como por exemplo, a instalação de calhas e/ou suportes para as luminárias, e o terceiro aspecto, e de todos o mais evidente, diz respeito a fixação de luminárias nas fachadas e abertura de espaços para passagem de cabos de energia e, se for o caso, dados.

Assim sendo, a primeira etapa de elaboração de um projeto de iluminação de um patrimônio passa pela elaboração de um estudo quanto aos objetivos e consequências dessa iluminação e com isso definir uma estratégia de como fazê-lo, de forma a promover sua valorização e impedir efeitos negativos na sua imagem e integridade física.

A segunda etapa da elaboração de um projeto luminotécnico para um patrimônio passa por levantar o principal ponto de vista desse monumento. De onde ele será visto? Desde a calçada mais próxima, ou de outro ponto da cidade? Mais acima ou mais abaixo da edificação? Qual é a direção de observação deverá ser privilegiada pelo projeto?

Responder às questões acima apresentadas é de fundamental importância para definição dos índices de iluminância necessários à iluminação das fachadas da edificação. Além disso, características como o material utilizado para revestimento e condições de limpeza da superfície, bem como tipos das fontes de luz utilizadas influenciam de maneira decisiva na determinação desses valores.

O projeto deverá especificar luminárias e demais equipamentos necessários ao funcionamento do sistema, de tamanho e cor adequados, reduzindo problemas de visibilidade desses equipamentos durante o dia, sem perturbar a leitura da edificação, além de observar o princípio da reversibilidade durante o seu processo de instalação. Para tanto, quando se tratar de pedras ou superfícies especiais, deverá ser evitado o uso de parafusos e buchas para fixação de luminárias e ou cabos e acessórios. Nesse caso recomenda-se a fixação das luminárias através da utilização de colas especiais, ou outras formas que garantam a possibilidade de ampla reversão. Ou seja, é de fundamental importância para garantir que o patrimônio seja mantido, encontrar soluções que, quando um dia forem substituídas, causem o mínimo impacto, ou não deixem marcas no patrimônio.

A proposta deverá ter ainda os seguintes objetivos específicos:

- A implantação de um sistema que permita, a um só tempo, ressaltar tanto a leitura dos elementos singulares, quanto a sua pertinência ao conjunto monumental, criando um tratamento luminotécnico que assegure a harmonização e unidade ao objeto/conjunto iluminado;

- A valorização e preservação de um patrimônio que reflete uma parte importante da memória da cidade, mediante a ampliação de seus significados artísticos e históricos e a multiplicação de sua força comunicativa e simbólica;

- A melhoria das condições de fruição do conjunto por meio da criação de ambientes propícios ao desenvolvimento de atividades externas e o incremento das condições de segurança de locais que atualmente abrigam utilizações indesejáveis;

- Ampliação da atração de visitantes ao monumento, incrementando o fluxo de público em horário noturno;

- Geração de empregos diretos e, principalmente, indiretos por meio da criação de postos de trabalho em empresas de turismo, hotelaria e serviços.

Dentro de uma proposta para continuar a valorizar o patrimônio público local, bem como gerar novos pontos de visitação noturna, este documento propõem a iluminação dos seguintes monumentos: Igreja Matriz de Santa Rita de Cássia, Estação ferroviária, Casa Arthur Bernardes e Escola Municipal Ministro Edmundo Lins (atual sede da Prefeitura Municipal de Viçosa).

Após a apresentação das propostas para iluminação das fachadas das edificações escolhidas são apresentados os investimentos necessários para elaboração dos projetos, aquisição dos materiais e instalação da iluminação de destaque de cada edificação.

A seguir são apresentadas as edificações selecionadas bem como um pequeno descritivo da edificação, uma simulação e um levantamento de custo para execução de possíveis projetos de iluminação especial para as mesmas.

7.4.1 - Igreja Matriz de Santa Rita de Cássia

Situada na Praça Silviano Brandão, no centro da cidade de Viçosa, a Igreja Matriz Santa Rita de Cássia apresenta em sua fachada elevada, aberturas em arcos ogivais com duas pequenas torres laterais e uma esbelta torre central que se destaca no *skyline* da cidade.

Inaugurada em 1951, a nova Igreja Matriz do município representa um dos marcos da capacidade e desenvolvimento do povo de Viçosa, bem representada pela bela ornamentação feita pela rosácea central e vitrais, além dos aspectos arquitetônicos imponentes do seu estilo neogótico.

A figura 7.2 a seguir apresenta uma imagem da fachada dessa igreja.

Figura 7.2 – Fachada principal da Igreja Matriz

7.4.1.1 - Simulação da iluminação ornamental

A figura 7.3 a seguir apresenta uma simulação de proposta (anteprojeto) para iluminação de destaque para a fachada dessa edificação.

Figura 7.3 – Anteprojeto de iluminação - fachada da Igreja Matriz de Santa Rita de Cássia

7.4.1.2 - Orçamento estimativo para iluminação da edificação

O valor aproximado para execução deste projeto, contando a elaboração dos projetos luminotécnicos e de instalações elétricas executivos, aquisição e instalação das luminárias é de aproximadamente R$752.000,00 (setecentos e cinquenta e dois mil reais).

A tabela 7.1 a seguir apresenta um detalhamento do custo aproximado para iluminação das fachadas da igreja Matriz de Santa Rita de Cássia.

Tabela 7.1 - Fachada da Matriz Santa Rita de Cássia - levantamento de custos.

Material/Serviço	Qtd	Valor [un.]	Valor total [R$]
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3D e cálculos computacionais para atendimento aos critérios técnicos dos órgãos municipais, estaduais e federais.	01	50.000,00	50.000,00
Projeto de instalações elétricas para atendimento ao projeto luminotécnico e aos critérios técnicos dos órgãos municipais, estaduais e federais.	01	30.000,00	30.000,00
Projetor tipo barra de LED Linear	60	6.000,00	360.000,00
Projetor de LED facho aberto de embutir no piso - IP 67.	04	4.000,00	16.000,00
Projetor de LED facho concentrado de embutir no piso - IP 67.	04	4.000,00	16.000,00
Materiais elétricos (controladores, data enablers, software, etc.)	01	150.000,00	150.000,00
Mão do obra	01	30.000,00	30.000,00
Outros (BDI, grelhas, limitadores de facho e/ou outros acessórios)	01	100.000,00	100.000,00
		Custo total	752.000,00

7.4.2 – Estação ferroviária

Figura 7.4 – Estação Ferroviária

O atual prédio da antiga estação ferroviária de Viçosa foi inaugurado em novembro de 1912 e tombado pelo patrimônio público em abril de 1999 através do decreto 3534/1999, abrigando o uso atual de centro cultural e biblioteca da cidade.

Conforme pode ser visto na figura anterior, trata-se de uma edificação singela mas que confere grande valor histórico para a população, localizada próxima a balaustrada bem no centro do município.

7.4.2.1 - Simulação da iluminação ornamental

A figura 7.5 a seguir apresenta uma simulação de uma proposta para iluminação de destaque para a fachada dessa edificação.

Figura 7.5 – Anteprojeto de iluminação - fachada da antiga Estação Ferroviária

7.4.2.2 - Orçamento estimativo para iluminação da edificação

O valor aproximado para execução deste projeto, contando a elaboração dos projetos luminotécnicos e de instalações elétricas executivos, aquisição e instalação das luminárias é de aproximadamente R$696.000,00 (seiscentos e noventa e seis mil reais).

A tabela 7.2 a seguir apresenta um detalhamento do custo aproximado para iluminação das fachadas da antiga Estação Ferroviária de Viçosa.

Tabela 7.2 - Fachada da Estação Ferroviária - levantamento de custos.

Material/Serviço	Qtd	Valor [un.]	Valor total [R$]
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3D e cálculos computacionais para atendimento aos critérios técnicos dos órgãos municipais, estaduais e federais.	01	40.000,00	40.000,00
Projeto de instalações elétricas para atendimento ao projeto luminotécnico e aos critérios técnicos dos órgãos municipais, estaduais e federais.	01	30.000,00	30.000,00
Projetor tipo barra de LED Linear	20	6.000,00	120.000,00
Projetor de LED facho aberto de sobrepor no teto	26	4.000,00	104.000,00
Materiais elétricos (controladores, data enablers, software, etc.)	01	100.000,00	100.000,00
Mão do obra	01	20.000,00	20.000,00
Outros (BDI, grelhas, limitadores de facho e/ou outros acessórios)	01	50.000,00	50.000,00
		Custo total	464.000,00

7.4.3 - Escola Municipal Ministro Edmundo Lins (atual sede da Prefeitura Municipal de Viçosa)

Localizada na Avenida Santa Rita, área central da cidade, a edificação simétrica e com poucos ornamentos representa um marco arquitetônico na paisagem. Além disso, possui grande valor cultural para a população viçosense, por ser referência no ensino de diversas gerações da cidade.

O prédio foi construído na década de 1930 abrigando o presídio público até 1962, quando se instituiu a escola Municipal Edmundo Lins, e foi tombado em 1999 através do Decreto n° 3438/1999.

Atualmente essa edificação abriga a Prefeitura Municipal de Viçosa.

Figura 7.6 – Escola Municipal Ministro Edmundo Lins (atual sede da Prefeitura Municipal de Viçosa)

7.4.3.1 - Simulação da iluminação ornamental

A figura 7.7 a seguir apresenta uma simulação de uma proposta para iluminação de destaque para a fachada dessa edificação.

Figura 7.7 – Anteprojeto de iluminação - fachada da Prefeitura Municipal de Viçosa

7.4.3.2 - Orçamento estimativo para iluminação da edificação

O valor aproximado para execução deste projeto, contando a elaboração dos projetos luminotécnicos e de instalações elétricas executivos, aquisição e instalação das luminárias é de aproximadamente R$568.000,00 (quinhentos e sessenta e oito mil reais).

A tabela 7.3 a seguir apresenta um detalhamento do custo aproximado para iluminação das fachadas da Prefeitura Municipal de Viçosa.

Tabela 7.3 - Fachada da Prefeitura Municipal - levantamento de custos.

Material/Serviço	Qtd	Valor [un.]	Valor total [R$]
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3D e cálculos computacionais para atendimento aos critérios técnicos dos órgãos municipais, estaduais e federais.	01	40.000,00	40.000,00
Projeto de instalações elétricas para atendimento ao projeto luminotécnico e aos critérios técnicos dos órgãos municipais, estaduais e federais.	01	30.000,00	30.000,00
Projetor tipo barra de LED Linear	50	6.000,00	30.000,00
Projetor de LED facho aberto de embutir no piso - IP 67.	07	4.000,00	28.000,00
Materiais elétricos (controladores, data enablers, software, etc.)	01	100.000,00	100.000,00
Mão do obra	01	20.000,00	20.000,00
Outros (BDI, grelhas, limitadores de facho e/ou outros acessórios)	01	50.000,00	50.000,00
		Custo total	568.000,00

7.4.4 - Casa Arthur Bernardes

Em estilo eclético, a antiga residência do ex-presidente da República, Dr. Arthur da Silva Bernardes, atualmente se encontra restaurada e iluminada com o uso de projetores e lâmpadas a vapor de sódio posicionados no passeio oposto à fachada. O prédio foi inaugurado em 1926 e registrado como patrimônio tombado pelo Decreto Estadual n.° 29.399, em abril de 1989.

A edificação de dois pavimentos conserva características arquitetônicas do estilo eclético apresentando varandas com guarda-corpo e balaustrada configurando uma construção elegante e bem acabada.

Figura 7.8 – Casa Arthur Bernardes

7.4.4.1 - Simulação da iluminação ornamental

A figura 7.9 a seguir apresenta uma simulação de uma proposta para iluminação de destaque para a fachada dessa edificação.

Figura 7.9 – Anteprojeto de iluminação - casa Arthur Bernardes

7.4.4.2 - Orçamento estimativo para iluminação da edificação

O valor aproximado para execução deste projeto, contando a elaboração dos projetos luminotécnicos e de instalações elétricas executivos, aquisição e instalação das luminárias é de aproximadamente R$458.000,00 (quatrocentos e cinquenta e oito mil reais).

A tabela 7.4 a seguir apresenta um detalhamento do custo aproximado para iluminação das fachadas da Casa Arthur Bernardes.

Tabela 7.4 - Fachada da Casa Arthur Bernardes - levantamento de custos.

Material/Serviço	Qtd	Valor [un.]	Valor total [R$]
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3D e cálculos computacionais para atendimento aos critérios técnicos dos órgãos municipais, estaduais e federais.	01	40.000,00	40.000,00
Projeto de instalações elétricas para atendimento ao projeto luminotécnico e aos critérios técnicos dos órgãos municipais, estaduais e federais.	01	30.000,00	30.000,00
Projetor tipo barra de LED Linear	25	6.000,00	150.000,00
Projetor de LED facho aberto de embutir no piso - IP 67.	07	4.000,00	28.000,00
Projetor de LED facho concentrado de sobrepor - IP 67.	10	4.000,00	40.000,00
Materiais elétricos (controladores, data enablers, software, etc.)	01	100.000,00	100.000,00
Mão do obra	01	20.000,00	20.000,00
Outros (BDI, grelhas, limitadores de facho e/ou outros acessórios)	01	50.000,00	50.000,00
		Custo total	458.000,00

8 - Eficientização energética da Iluminação pública

8.1 - Introdução

Neste item será apresentada a metodologia a ser utilizada pela prefeitura municipal de Viçosa para promover a melhoria da eficiência energética do sistema de iluminação pública do município, com a identificação do potencial técnico de economia de energia e a estrutura operacional a ser disponibilizada para execução desses serviços.

8.2 - Metodologia considerada para eficientização energética da IP de Viçosa

As medidas de eficiência energética em iluminação pública não devem contemplar o apagar de lâmpadas, sob pena de violação dos critérios de segurança das vias e das características de iluminação consideradas na fase de projeto. Para a implementação de projetos de eficientização de iluminação pública em Viçosa, as seguintes premissas foram consideradas:

- o nível de iluminância da via pode variar em função da densidade de tráfego e do movimento de pedestres, tanto quanto possível. Esta medida implica na utilização de reatores/drivers especiais (eletromagnéticos ou eletrônicos de duplo nível) que permitem a redução do fluxo das lâmpadas - dimming);

- a opção de manter a iluminação pública ligada a noite inteira provoca igualmente um desperdício energético, visto não estar adequada à quantidade de tráfego existente em cada horário;

- o controle e monitorização da tensão e da corrente da lâmpada permitem, com antecedência de meses, prever quando é que a lâmpada vai falhar, isto é, quando será necessário ser substituída;

- sistemas de telegestão respondem às necessidades de supervisão e controle à distância, de modo permanente e automatizado, reduzindo custos de operação e de manutenção e melhorando a qualidade do serviço prestado. Consiste numa infraestrutura informática que garante uma gestão técnica e eficaz de unidades locais, bem como uma gestão econômica e estatística de um determinado sistema (exemplo de referência técnica de um sistema de telegestão da IP - **Anexo V**) ;

- a gestão técnica é efetuada mediante o tratamento da informação em tempo real proveniente de instalações remotas (unidades locais) e a gestão estatística, por sua vez, é feita através da análise de dados históricos, cujas vantagens são melhorar as condições técnicas e econômicas da exploração e fornecer indicações acerca do tempo de utilização dos equipamentos e respectivo estado de funcionamento e confiabilidade, consumo energético dos mesmos e necessidades de expansão futura ou outras informações complementares que possam contribuir para um planejamento adequado e a tomada de decisões sobre futuros investimentos;

- a utilização de sistemas de telegestão ou redutores de fluxo não poderão comprometer, em circunstância alguma, os requisitos mínimos inerentes a um sistema de iluminação pública para o projeto em questão.

8.3 - Síntese da metodologia

A execução dos projetos de melhoria da eficiência energética do parque de IP de Viçosa foi precedido, dos seguintes critérios e diretrizes para aplicação futura :

- análise dos estudos detalhados dos sistemas a serem eficientizados, incluindo avaliação das vias, das edificações existentes, do mobiliário urbano, das características físicas e elétricas das instalações de IP; dos aspectos de segurança noturna da área, do consumo de energia, etc, apresentados neste documento - **Caderno 1 - Diagnóstico de Engenharia**.

- necessidade de estudos luminotécnicos de caráter executivo, considerando que a mudança de luminárias convencionais para luminárias a LED implica na avaliação da ótica (das luminárias) totalmente diferente umas das outras a depender do equipamento e ou fabricante escolhido.

- análise do contrato de fornecimento entre a distribuidora de energia e a PMV, para verificar, dentre outras questões, a potência e energia contratadas, condições para redução de carga da IP, perdas nos equipamentos auxiliares, etc.

- definição da sistemática de monitoramento e verificação dos resultados, com a participação da distribuidora de energia local.

A Tabela 8.1 a seguir apresenta os percentuais de representatividade das classes de iluminação por tipo e potência de lâmpadas, determinados em função das características dos pontos pesquisados.

Tabela 8.1 - Representatividade de lâmpadas por classe de iluminação

Classe de Iluminação	Tipo da lâmpada e potência	Percentual de representatividade por classe
V1	VSAP 150 W	17%
	VSAP 250W	6%
V2	VSAP 100W	12%
	VSAP 250W	56%
	VSAP 400W	100%
V3	VSAP 70W	17%
	VSAP 100W	24%
	VSAP 150 W	33%
	VSAP 250W	22%
	VM 80W	6%
V4	VSAP 100W	21%
	VSAP 250W	6%
	VM 80W	6%
V5	VSAP 70W	83%
	VSAP 100W	44%
	VSAP 150 W	50%
	VSAP 250W	11%
	VM 80W	89%
	VM 125W	100%

8.4 - Objetivos do programa de melhoria da eficiência energética na IP

- Fomentar uma iluminação eficiente e adequada às vias do município.
- Promover um ponto de equilíbrio entre os níveis de iluminação necessários e o máximo de economia;
- Reduzir os custos com energia relativos às instalações de IP;
- Promover e divulgar a adoção de boa prática ambiental.

8.5 - Potencial de economia de energia

A utilização da tecnologia LED na IP vem crescendo gradativamente em razão de apresentar características técnicas melhores que as lâmpadas de descarga (HID). Para exemplificar, a vida mediana de um módulo LED é de 2 a 4 vezes maior que a das lâmpadas vapor de sódio, o que proporciona menores custos de manutenção. As luminárias com módulo LED's também produzem menores índices de ofuscamento e de poluição luminosa, possuindo elevada eficácia luminosa (lm/W), se constituindo assim numa opção tecnicamente adequada para iluminação pública.

Conforme pode ser verificado nas Figuras 8.1 e 8.2, estudos realizados mostram que valores de investimento para a inserção da tecnologia LED tendem a cair ao longo do tempo e substituir as tecnologias convencionais, a exemplo das lâmpadas de descarga.

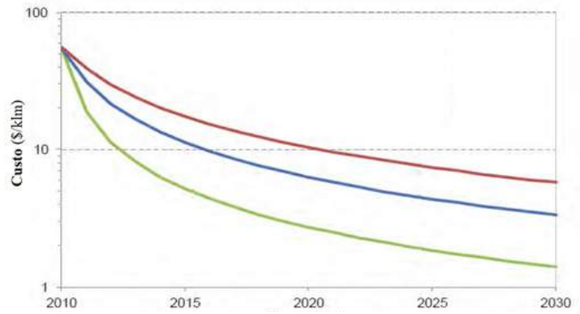


Figura 8.1 – Curvas de estimativa de tendências de custo

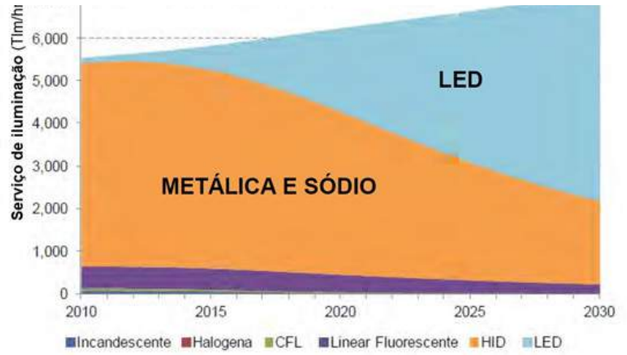


Figura 8.2 – Curvas de tendências de substituição de tecnologia

8.6 - Proposta de eficientização energética para Viçosa

Após análise detalhada do parque de iluminação pública do município de Viçosa, bem como das possíveis metodologias apresentadas anteriormente, este documento propõe a substituição de 100% das luminárias HID por luminárias LED.

A Tabela 8.2 apresenta as tipologias utilizadas para realização dos cálculos luminotécnicos para a substituição (*retrofit*) das luminárias VSAP por Luminárias LED para as seguintes situações modelo:

- SITUAÇÃO 1: **Via Arterial V1** – posteação bilateral alternada - VS 250 W por **LED 55 W – 7.000 lm**;
- SITUAÇÃO 2: **Via Arterial V1** – posteação unilateral – VS – 150 W por **LED 150 W – 16.800 lm;**
- SITUAÇÃO 3: **Via Arterial V2** – posteação unilateral – VS – 250 W por **LED 120 W – 13.300 lm;**
- SITUAÇÃO 4: **Via Arterial V2** – posteação

unilateral – de VS 100 W para **LED 120 W – 13.300 lm;**

- SITUAÇÃO 5: **Via Coletora V3** – posteação unilateral – de VS 250 W para **LED 120 W – 13.300 lm;**

- SITUAÇÃO 6: **Via Coletora V3** – posteação unilateral – de VS 150 W para **LED 68 W – 8.300 lm;**

- SITUAÇÃO 7: **Via Coletora V4** – posteação unilateral – de VS 100 W para **LED de 55 W – 7.000 lm;**

- SITUAÇÃO 8: **Via Local V5** – posteação unilateral – de VM 80 W para **LED de 30 W – 3.600 lm;**

- SITUAÇÃO 9: **Via Local V5** – posteação unilateral – de VS 100 W para **LED de 30 W – 3.600 lm.**

Para realização dos estudos luminotécnicos acima descritos (Situação de 1 a 9) utilizou-se como referência um dos fabricantes com luminárias pré homologadas pela CEMIG (**Anexo IX** - Tabela de luminárias pré homologadas CEMIG). Foram utilizadas as curvas IES deste fabricante, visando atender, no mínimo, ao que exige a Norma NBR 5101, no que se refere à índices mínimos de luminância, iluminância e uniformidade.

Para melhor aproveitamento do fluxo luminoso das luminárias LED, e levando-se em consideração que os atuais braços de IP possuem uma inclinação de 15°, foi proposto a utilização de suporte nivelador articulado visando ajustar o ângulo de instalação das luminárias para valores entre 0° a 10°.

Tabela 8.2 - Tipologia atual utilizada para os estudos (trechos típicos analisados 1-9)

Situação	Via		Passeio		Espaçamento [m]	Posteação	Altura de montagem [m]	Lâmpada	Potência [W]
	Classif.	Largura [m]	Classif.	Largura [m]					
1	V1	8	P1	2	11	Bilateral	8,0	VSAP	250
2	V1	10	P3	2	44	Unilateral	8,0	VSAP	150
3	V2	8	P2	2	35	Unilateral	8,0	VSAP	250
4	V2	7,5	P3	2,5	30	Unilateral	8,0	VSAP	100
5	V3	12	P3	1,5	35	Unilateral	8,0	VSAP	250
6	V3	8	P3	2	29	Unilateral	8,0	VSAP	150
7	V4	7	P4	1	31	Unilateral	8,0	VSAP	100
8	V5	6	P4	0,9	38	Unilateral	7,4	VMAP	80
9	V5	7,5	P4	1,5	47	Unilateral	8,0	VSAP	100

Após a realização desses estudos luminotécnicos, foi elaborada uma tabela com opções para substituição das lâmpadas atuais (vapor de sódio alta pressão e vapor de mercúrio alta pressão) por luminárias LED, vide Tabelas 8.3 a seguir:

Tabela 8.3 - Proposta de retrofit (luminária LED)

Lâmpada Atual	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4
VSAP 70	30 W - 3.600 lm	55 W - 7.000 lm	X	X
VSAP 100	30 W - 3.600 lm	55 W - 7.000 lm	120W - 13.300 lm	True force-55W - 7500 lm[1]
VSAP 150	55 W - 7.000 lm	68 W - 8.300 lm	150W - 16.800 lm	X
VSAP 250	55 W - 7.000 lm	68 W - 8.300 lm	120W - 13.300 lm	150 W - 16.800 lm
VMAP 400	180W - 20.300 lm [2]	X	X	X
VSAP 400	180W - 20.300 lm [2]	X	X	X
VM 80	30 W - 3.600 lm	55 W - 7.000 lm	X	X
VM 125	30 W - 3.600 lm	True force-55W - 7500 lm[1]	X	X

*Nota 1: lâmpadas LED (tipo Corn led) em substituição as lâmpadas VS 100/VM125 W existentes nos lampiões coloniais e luminárias ornamentais. Não são necessários estudos luminotécnicos para este item.

*Nota 2: luminárias de 180 W LED sugeridas: SOMENTE NESTE CASO DE SUBSTITUIÇÃO DE VS 400 e VMAP400 ESTÁ EXCLUÍDA A NECESSIDADE DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS EM FUNÇÃO DE SEREM APLICAÇÕES ISOLADAS E SEM CONTINUIDADE. BOA PARTE DESTAS LÂMPADAS HID DE 400 W NÃO SE ENCONTRAM MAIS INSTALADAS NO MUNICÍPIO. INDICAÇÃO DESTA LUMINÁRIA DE COM 20.300 LÚMENS PARA QUE POSSA HAVER NA LICITAÇÃO A POSSIBILIDADE DE APLICAÇÃO DE UM ITEM DE MAIOR FLUXO A SER UTILIZADO EM PONTOS ESPECÍFICOS.

Através da substituição das lâmpadas atuais por luminárias LED, calculou-se o potencial de economia de energia elétrica e de demanda no sistema de IP. Para a realização desses cálculos, foram adotadas as seguintes premissas:

- Tempo de funcionamento do sistema de iluminação pública: 4.331 horas/ano, conforme Resolução ANEEL 414/2018;

- Coeficiente de luminância [Qo] igual a 0,07**;**

- fator de manutenção [FM] igual 0,80;
- utilização de suporte nivelador articulado (0°, 5° ou 10°);
- valor do pendor para o Braço Curto/Médio/Pesado respectivamente (em metros): 0,965/2,72/3,65;
- distância poste-pista de rodagem: 0,35 m;
- altura de montagem para o Braço Curto/Médio/Pesado respectivamente (em metros): 6,7/8,0/8,7;
- atendimento aos critérios de luminância, uniformidade global e uniformidade longitudinal (para vias classificadas como V1, V2 e V3) e de iluminância e fator de uniformidade (para as vias classificadas como V4 e V5);
- atendimento aos critérios de iluminância e fator de uniformidade para os passeios de acordo com a classificação dos mesmos (P1, P2, P3 e P4).

O Anexo III do **Caderno 2 - Anexos**, apresenta os relatórios emitidos pelo DIALux para as simulações efetuadas para cada uma das situações propostas anteriormente. Para as situações de simulação 8 recomenda-se a substituição dos braços do tipo Leve I por braços tipo Curto. A partir da Tabela 8.1 - Representatividade, da Tabela 8.3 – Proposta de *Retrofit* e das situações de projeto anteriormente descritas, foi elaborada a Tabela 8.4 abaixo, **onde são apresentados os resultados esperados para o projeto de melhoria da eficiência energética da IP de Viçosa.**

Tabela 8.4 - Cálculo do percentual de economia média de energia após eficientização com LED

SISTEMA EXISTENTE																							
Lâmpada (Tipo/ Potência)	VS 70	VS 100	VS 150	VS 250	VM 80	VM125	VM 125	VS 100	VS 250	VM 80	VS 70	VS 100	VS 150	VS 250	VM 80	VS 100	VS 100	VS 250	VM 400	VS 400	VS 150	*VS 250*	*TOTAL*
Quantidade (un.)	827	1.311	415	118	1.141	100	452	612	59	67	165	699	277	235	67	25	325	588	12	82	138	*59*	**7.772**
Potência (lâmpada + balastro) [W]	84	117	172	280	91	139	139	117	280	91	84	117	172	280	91	117	117	280	440	485	172	*280*	*X*
Potência instalada [kW]	69,44	153,36	71,38	32,92	103,81	13,90	62,83	71,57	16,46	6,11	13,89	81,79	47,59	65,83	6,11	2,93	38,03	164,58	5,28	39,77	23,79	*16,46*	*1.108*
Energia consumida [MWh/ano]	300,77	664,24	309,17	142,57	449,64	60,21	272,13	309,98	71,28	26,45	60,15	354,26	206,11	285,14	26,45	12,67	164,70	712,84	22,87	172,26	103,06	*71,28*	*4.798*
SISTEMA PROPOSTO (LUMINÁRIAS TECNOLOGIA LED)																							
Lâmpada (Tipo/ Potência)	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	**LED**	*X*
Quantidade (un.)	827	1.311	415	118	1.141	100	452	612	59	67	165	699	277	235	67	25	325	588	12	82	138	*59*	*X*
Potência LED - [W]	**30**	**30**	**55**	**55**	**30**	**55**	**30**	**55**	**68**	**55**	**55**	**55**	**68**	**120**	**55**	**55**	**120**	**150**	**180**	**180**	**150**	**55**	*X*
Potência instalada [kW]	24,80	39,32	22,83	6,47	34,22	5,50	13,56	33,64	4,00	3,69	9,09	38,45	18,81	28,21	3,69	1,38	39,00	88,17	2,16	14,76	20,75	*3,23*	*456*
Energia consumida [MWh/ano]	107,42	170,32	98,86	28,00	148,23	23,82	58,73	145,72	17,31	15,99	39,39	166,53	81,49	122,20	15,99	5,96	168,92	381,88	9,36	63,93	89,88	*14,00*	*1.974*
RESULTADOS EFICIENTIZAÇÃO																							
Redução de Demanda [kW]	44,64	114,03	48,56	26,45	69,59	8,40	49,27	37,92	12,46	2,42	4,79	43,34	28,77	37,62	2,42	1,55	-0,98	76,41	3,12	25,01	3,04	*13,23*	*652,06*
Energia Economizada [MWh/ano)	193,35	493,92	210,31	114,56	301,41	36,38	213,40	164,26	53,97	10,46	20,77	187,73	124,63	162,94	10,46	6,71	-4,22	330,96	13,51	108,33	13,18	*57,28*	*2.824,30*
Economia Média de Energia (%)	64,29%	74,36%	68,02%	80,36%	67,03%	60,43%	78,42%	52,99%	75,71%	39,56%	34,52%	52,99%	60,47%	57,14%	39,56%	52,99%	-2,56%	46,43%	59,09%	62,89%	12,79%	*80,36%*	**58,86%***

**Resultado de economia obtida através dos cálculos de eficientização em LED. Consideradas potências e eficiências de luminárias com respeito ao atendimento das normas, de acordo com cálculos efetuados neste trabalho.*

De acordo com os resultados apresentados na tabela anterior, observa-se após a execução do projeto de melhoria da eficiência energética será possível obter uma economia de 58,86% no consumo de energia elétrica no sistema de IP analisado, o que se constitui numa alternativa bastante viável para a PM de Viçosa.

Com a implementação desse projeto espera-se obter os seguintes benefícios:

Para a população:

- **Modernização tecnológica do sistema de iluminação pública** com a utilização de equipamentos energeticamente eficientes e de maior vida útil;
- **Melhoria da qualidade da iluminação pública;**
- **Melhoria das condições de segurança pública** durante a noite;
- **Melhoria do tráfego de veículos e de pedestres** com vias mais iluminadas;
- **Maior satisfação da população** com o serviço de iluminação pública;
- **Melhoria da qualidade de vida** dos habitantes do município,

Para a Administração Pública (Município de Viçosa):

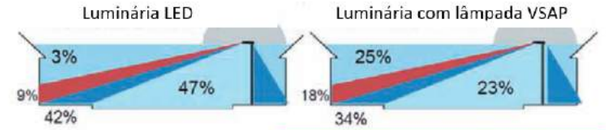
- Favorecimento da **segurança pública;**
- Melhoria da **imagem noturna da cidade;**
- Incremento das atividades econômicas, turísticas e de lazer;
- **Redução dos gastos com a conta de energia elétrica** de iluminação pública;
- **Redução dos custos de manutenção,** com a utilização de equipamentos mais eficientes e de maior vida útil.

Para o Sistema Elétrico Nacional:

- Redução do consumo de energia elétrica no horário de pico;
- Postergação de investimentos em obras de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica;
- Redução dos impactos sociais e ambientais.

8.7 - Direcionalidade do fluxo luminoso das luminárias LED

As luminárias LED são projetadas com uma ótica que permite direcionar a luz produzida diretamente para as zonas que se deseja iluminar, reduzindo a poluição luminosa e a luz intrusiva. A figura 8.3 apresenta, comparativamente, a distribuição do fluxo luminoso da luminária VSAP e LED.



Zonas	LED	VSAP
Via	47%	23%
Passeio	42%	34%
Fachada abaixo dos 3 m	9%	18%
Fachada acima dos 3 m	3%	25%

Figura 8.3 – Comparação da forma de distribuição de fluxo luminoso por zonas

Conforme se observa, 47% do fluxo luminoso produzido pelas luminárias a LED é direcionado diretamente para a pista de rolamento, o que corresponde a mais do que o dobro do fluxo direcionado para a via quando comparado com as luminárias VSAP (23%).

8.8 - Fabricantes e modelos de luminárias que atendem a este projeto básico

Os projetos luminotécnicos para melhoria da eficiência energética da iluminação urbana de Viçosa foram elaborados com auxílio do programa DIALux evo, versão 8.2 e utilizando as curvas fotométricas digitais disponibilizadas pelo fabricante Philips, como referência. Entretanto, foram identificados outros renomados fabricantes tais como Tecnowatt e Ilumatic, dentre alguns, que também fabricam produtos com as mesmas características físicas e fotométricas adequadas ao que sugere este trabalho conforme Anexo IX - Tabela de Luminárias pré homologadas CEMIG, do **Caderno 2 - Anexos**. A Tabela 8.5 a seguir apresenta as principais especificações

técnicas das luminárias utilizadas para as simulações.

Tabela 8.5 - Características técnicas das luminárias utilizadas nos projetos básicos de eficientização

Especificação técnica	Valor
Faixa de potência [W]	30 a 180 W
Faixa de fluxo luminoso [lm]	3.600 a 20.300
Temperatura de cor [K]	4.000
IRC	>= 70
Fator de potência	>= 0,92
Garantia	Mínima de 05 anos
IP	66
Distorção harmônica	Inferior a 20%
Atendimento às exigência da Portaria 20 do INMETRO?	Sim

Dentre os fabricantes e modelos que eventualmente poderão vir a atender às características citadas na Tabela 8.5 (todas as características técnicas e fotométricas deverão ser avaliadas durante processo licitatório, conforme Nota 7, do Anexo VIII, do **Caderno 2 - Anexos)** destacam-se:

Fabricante: PHILIPS

Modelo: BRP220 LED36-5S/NW 30W DME NEMA7P.

Características técnicas: LUMINÁRIAS PÚBLICAS VIÁRIAS: POTÊNCIA: 30W; FLUXO LUMINOSO: 3.600 LM; EFICÁCIA LUMINOSA: 120 LM/W; FATOR DE POTÊNCIA: > 0,92; TEMPERATURA DE COR: 4.000 K.

Modelo: BRP220 LED70-4S3/NW 55W DW1 P7.

Características técnicas: LUMINÁRIAS PÚBLICAS VIÁRIAS POTÊNCIA: 55W; FLUXO LUMINOSO: 7.000LM; EFICÁCIA LUMINOSA: 127LM/W; FATOR DE POTÊNCIA: >0,92; TEMPERATURA DE COR: 4.000K.

Modelo: BRP220 LED83-4S3/NW 68W DW1 P7.

Características técnicas: LUMINÁRIAS PÚBLICAS VIÁRIAS POTÊNCIA: 68W; FLUXO LUMINOSO: 8.300LM; EFICÁCIA LUMINOSA: 122LM/W; FATOR DE POTÊNCIA: >0,92; TEMPERATURA DE COR: 4.000K.

Modelo: BRP371 A LED133-5S/NW 120W DME NEMA7P.

Características técnicas: LUMINÁRIAS PÚBLICAS VIÁRIAS: POTÊNCIA: 120W; FLUXO LUMINOSO: 13.300 LM; EFICÁCIA LUMINOSA: 111 LM/W; FATOR DE POTÊNCIA: > 0,92; TEMPERATURA DE COR: 4.000 K.

Modelo: BRP371 A LED168-5S/NW 150W DME NEMA7P.

Características técnicas: LUMINÁRIAS PÚBLICAS VIÁRIAS: POTÊNCIA: 150W; FLUXO LUMINOSO: 16800 LM; EFICIÊNCIA LUMINOSA: 112 LM/W; FATOR DE POTÊNCIA: > 0,92; TEMPERATURA DE COR: 4.000 K.

Modelo: BRP371 A LED203-5S/NW 180W DME NEMA7P.

Características técnicas: LUMINÁRIAS PÚBLICAS VIÁRIAS: POTÊNCIA: 180W; FLUXO LUMINOSO: 20300 LM; EFICIÊNCIA LUMINOSA: 113 LM/W; FATOR DE POTÊNCIA: > 0,92; TEMPERATURA DE COR: 4.000 K.

Fabricante: TECNOWATT

Modelo: ESAT 40W 4000K.

Características técnicas: LUMINÁRIA LED VIÁRIA: 127/220/277V; 150W; 15.000LM; 100LM\W; FP>95; 5000K; IRC>70.

Modelo: ESAT 54W 4000K .

Características técnicas: LUMINÁRIA LED VIÁRIA 127/220/277V;54W; 5.670LM; 105LM\W; FP>95; 4000K; IRC>70.

Modelo: ESAT 80W 4.000K.

Características técnicas: LUMINÁRIA LED VIÁRIA 127/220/277V; POTÊNCIA: 80W; FLUXO LUMINOSO: 8.640 LM; EFICÁCIA LUMINOSA: 108 LM\W; FATOR DE POTÊNCIA: >95; TEMPERATURA DE COR: 4.000K; IRC>70.

Modelo: ESAT 115W 4.000K.

Características técnicas: LUMINÁRIA LED VIÁRIA 127/220/277V; POTÊNCIA: 115W; FLUXO LUMINOSO: 11.500 LM; EFICÁCIA LUMINOSA: 100 LM\W; FATOR DE POTÊNCIA: >95; TEMPERATURA DE COR: 4.000K; IRC>70.

Modelo: NATH S 130W 4.000K.

Características técnicas: LUMINÁRIA LED VIÁRIA, 127/220/277V; POTÊNCIA: 130W; FLUXO LUMINOSO: 14.300 LM; EFICÁCIA LUMINOSA: 110 LM\W; FATOR DE POTÊNCIA: >95; TEMPERATURA DE COR: 4.000K; IRC>70.

Modelo: ESAT 150W 4000K.

Características técnicas: LUMINÁRIA LED VIÁRIA: 127/220/277V; 130W; 13.130LM; 101LM\W; FP>95; 5000K; IRC>70.

Modelo: NATH S 180W 4000K.

Características técnicas: LUMINÁRIA LED VIÁRIA

127/220/277V;180W;19.800LM;110LM\W;FP>95; 4000K;IRC>70.

Fabricante: ILUMATIC

Modelo: ARESMINI30W4.000K(MINI304KCZCBOS).

Características técnicas: LUMINÁRIAS PÚBLICAS VIÁRIAS POTÊNCIA: 30W; FLUXO LUMINOSO: 3.600 LM; EFICÁCIA LUMINOSA: 120 LM/W; FATOR DE POTÊNCIA: >0,95; TEMPERATURA DE COR: 4.000 K.

Modelo: ARESMINI60W4.000K(MINI604KCZCBOS).

Características técnicas: LUMINÁRIAS PÚBLICAS VIÁRIAS POTÊNCIA: 60W; FLUXO LUMINOSO: 7.200 LM; EFICÁCIA LUMINOSA: 120 LM/W; FATOR DE POTÊNCIA: >0,95; TEMPERATURA DE COR: 4.000 K.

Modelo: ARESMIDI80W4.000K(MIDI804KCZCBOS).

Características técnicas: LUMINÁRIAS PÚBLICAS VIÁRIAS POTÊNCIA: 80W; FLUXO LUMINOSO: 9.600 LM; EFICÁCIA LUMINOSA: 120 LM/W; FATOR DE POTÊNCIA: >0,95; TEMPERATURA DE COR: 4.000 K.

Modelo: ARES MIDI 100W 4.000K (MIDI1004KCZCBPH).

Características técnicas: LUMINÁRIA LED VIÁRIA POTÊNCIA: 100W; FLUXO LUMINOSO: 12.000 LM; EFICÁCIA LUMINOSA: 120 LM/W; FATOR DE POTÊNCIA: >0,95; TEMPERATURA DE COR: 4.000 K.

Modelo: ARES MIDI 120W 4.000K (MIDI1204KCZCBPH).

Características técnicas: LUMINÁRIA LED VIÁRIA POTÊNCIA: 120W; FLUXO LUMINOSO: 14.400 LM; EFICÁCIA LUMINOSA: 120 LM/W; FATOR DE POTÊNCIA: >0,95; TEMPERATURA DE COR: 4.000 K.

Modelo: ARES MIDI 150W 4000K (MIDI1504KCZCBPH).

Características técnicas: LUMINÁRIA LED VIÁRIA POTÊNCIA: 150W; FLUXO LUMINOSO: 18000 LM; EFICIÊNCIA LUMINOSA: 120 LM/W; FATOR DE POTÊNCIA:=0,95; TEMPERATURA DE COR: 4000 K.

Modelo: ARES MAXI 180W 4000K (MAXI1804KCZCBPH).

Características técnicas: LUMINÁRIA LED VIÁRIA POTÊNCIA: 180W; FLUXO LUMINOSO: 21600 LM; EFICIÊNCIA LUMINOSA: 120 LM/W; FATOR DE POTÊNCIA: =0,95; TEMPERATURA DE COR: 4000 K.

8.9 - Projetos de instalações elétricas

O Anexo VI do **Caderno 2 - Anexos**, apresenta os projetos de instalações elétricas por trecho típico, lista de materiais e cálculos de queda de tensão.

8.10 - Estrutura básica dos recursos técnicos e operacionais para o serviço de eficiência energética

Recomenda-se que a PMV realize as obras e serviços relativos a eficientização do sistema de iluminação pública de Viçosa, atendendo todas as exigências requeridas em projeto básico específico, sob as diretrizes dos seguintes critérios e procedimentos:

- As obras deverão ser precedidas de projeto executivo, incluindo memorial de cálculo luminotécnico e orçamento, elaborado de acordo com especificações técnicas apresentadas neste projeto básico;
- O projeto executivo deverá atender também os seguintes requisitos técnicos: não comprometer a estética urbanística do logradouro; utilizar um único modelo de luminária para cada tipo de aplicação, exceção para os casos em que o projeto urbanístico exija mais de um modelo; reutilizar, quando necessário, apenas materiais e equipamentos em condições de uso, eficientes e que não comprometam a estética urbanística do logradouro; revisar e/ou substituir as conexões com a rede elétrica;
- Após a implantação das obras ou serviços relativos à eficientização e antes da sua inauguração, deverão ser realizadas as medições dos índices de iluminância média e uniformidade da iluminação, conforme orientação da Norma ABNT NBR-5101, de modo a comprovar o atendimento das condições estabelecidas no projeto;
- Deverá ser utilizado luxímetro digital profissional, devidamente calibrado, para realização das medições dos índices de iluminância média e cálculo da uniformidade de iluminação, conforme orientação da Norma ABNT NBR-5101, de modo a comprovar o atendimento das condições estabelecidas no projeto.
- Para a execução dos serviços de eficientização será utilizada, no mínimo, a seguinte estrutura técnico-operacional:

a) Veículos e equipamentos: caminhões equipados com cesto aéreo de alcance até 10 m; Pick-ups equipadas com escada metropolitana; Pick-up para cadastramento e colocação da plaqueta de

identificação dos pontos eficientizados, e veículos leve para apoio e supervisão.

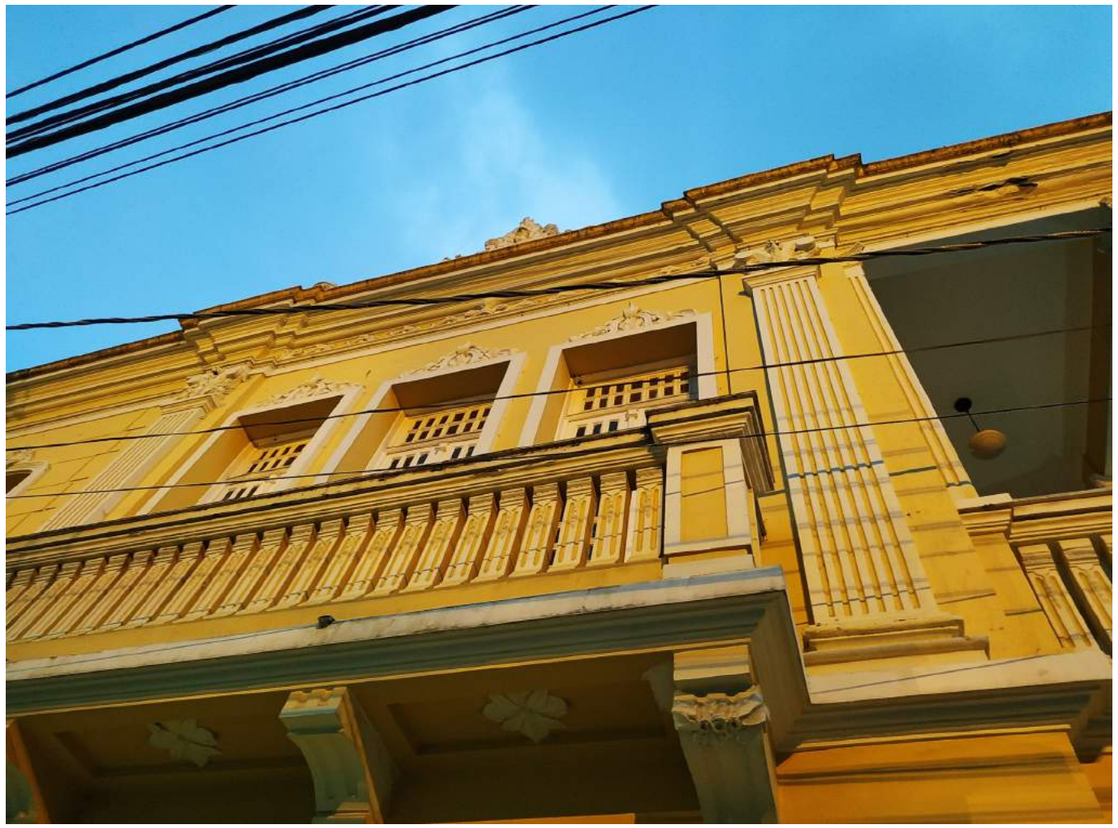
Ressalte-se que os veículos utilizados serão equipados com todos os itens necessários para a adequada execução dos serviços, bem como serão cumpridas todas as normas, resoluções e demais exigências pertinentes.

b) Pessoal: Cada equipe de eficientização será composta de eletricista-motorista; eletricista e ajudante. A equipe de cadastramento será composta de cadastrador e ajudante. As equipes serão supervisionadas por eletrotécnico e auxiliar administrativo. Os serviços contarão ainda com a supervisão de técnico em segurança do trabalho.

- Após a execução dos serviços deverá ser elaborado relatório com, no mínimo, as seguintes informações: nome do logradouro e bairro onde o projeto foi executado; data do início/término dos trabalhos; tipo e quantidade de substituições de luminárias e lâmpadas; programação das dimerizações; redução de potência (kW) e energia economizada (MWh).

8.11 - Aterramento definitivo de ferragens

Com o objetivo de aumentar a segurança dos eletricistas e de terceiros, além de proteger a luminária, para os casos de energização acidental das ferragens, provocados principalmente pela falha nos equipamentos elétricos e/ou deterioração da isolação dos cabos e dos conectores, recomenda-se a instalação do sistema de aterramento definitivo de ferragens e de ligação dos equipamentos da iluminação pública. As alterações para a ligação e aterramento da iluminação deverão ser realizadas a partir das premissas básicas apresentadas no documento 02.111-TD/AT-2031a - Alterações do Padrão para Ligação e Aterramento Definitivo de Ferragens da Iluminação em Primeiro e Segundo Nível de setembro de 2012 elaborado pela CEMIG.



9 - Especificações técnicas

9.1 - Especificações técnicas mínimas

Este capítulo visa estabelecer as características técnicas e os requisitos mínimos a serem satisfeitos para os principais materiais, em especial para as luminárias LED, a serem licitados pela Prefeitura Municipal de Viçosa, durante o processo de eficientização do parque de iluminação pública.

9.2 - Luminárias LED

As luminárias deverão ser fornecidas completamente montadas e conectadas, prontas para serem ligadas à rede de distribuição nas variações de tensão entre 220 V e 240 V, em corrente alternada e 60 Hz.

9.2.1 Requisitos mínimos construtivos exigidos para as luminárias LED

- **Corpo das luminárias:** as luminárias deverão ser confeccionadas em corpo único em liga de alumínio injetado a alta pressão SAE 305 e devem ser projetadas de modo a garantir que, tanto o módulo (placa) de LED quanto o controlador, possam ser substituídos em caso de falha ou queima, evitando a inutilização do corpo (carcaça). Não serão aceitas luminárias dotadas de corpo em alumínio extrudado nem luminárias com corpo composto de mais de uma parte, conforme Nota 1, do Anexo VIII, do **Caderno 2 - Anexos.**

- **Refrator:** o conjunto ótico da luminária LED deve ser fechado com um refrator em vidro temperado de no mínimo 5 mm de espessura garantindo os graus de proteção (IP e IK) exigidos neste documento. Não serão aceitas luminárias abertas, conforme Nota 2, do Anexo VIII, do **Caderno 2 - Anexos**.

- **Tipo do LED:** as luminárias devem possuir tecnologia de LED montados com tecnologia SMD "*surface-mounted device*". Só serão aceitas luminárias com as tecnologias *High Power* e ou *Mid Power*. Não serão aceitas luminárias dotadas da tecnologia COB (*Chip on Board*), conforme Nota 3, do Anexo VIII, do **Caderno 2 - Anexos.**

- **Sistema óptico secundário (lentes secundárias):** deve ser confeccionado em policarbonato ou acrílico, injetados a alta pressão e estabilizados para resistir à radiação ultravioleta e às intempéries, não devendo apresentar impurezas de qualquer espécie. A transparência mínima inicial das lentes deve ser de 85%.

- **Grau de proteção das luminárias (código IP):** a luminária deve assegurar o grau de proteção total contra a penetração de pó, objetos sólidos e umidade igual ou superior a IP66 conforme ABNT NBR IEC 60598-1. Este grau de proteção deverá ser tanto para o conjunto ótico quanto para os compartimentos onde estão instalados drivers e DPS.

- **Juntas de vedação:** as juntas de vedação ou gaxetas, devem ser de borracha de silicone, resistentes a uma temperatura e devem garantir o grau de proteção (IP) especificado neste documento além de conservar inalteradas suas características ao longo da vida útil da luminária, considerada maior ou igual a 50.000 horas.

As juntas de vedação devem ser fabricadas e instaladas de modo que permaneçam em sua posição normal nas operações de abertura, fechamento ou troca do refrator da luminária, sem apresentar deformações permanentes ou deslocamento. **Desta forma, as juntas não poderão se desprender nem apresentar sintomas de relaxamento durante aberturas, testes ou trocas do refrator.**

- **Dissipadores:** os dissipadores de calor do conjunto, circuitos e LEDs deverão ser alumínio injetado, vedado o uso de ventiladores, bombas ou líquido de arrefecimento. Deverão ser fabricados de forma a não acumular detritos que prejudiquem a dissipação térmica do sistema ótico e do alojamento do controlador. As luminárias deverão possuir dissipadores de calor incorporados à carcaça formando um corpo único de alumínio injetado sendo vedados a utilização de módulos de LED com dissipadores em alumínio extrudado ou outro componente, conforme Nota 1, do Anexo VIII, do **Caderno 2 - Anexos**.

- **Acabamento:** pintura eletrostática em poliéster, com proteção UV, resistente a intempéries e corrosão, com camada mínima de 60 micrômetros, na cor cinza Munsel N 6,5. Caso sejam empregadas peças galvanizadas, estas deverão ser também na tonalidade cinza ou prata. Não serão aceitas peças que apresentem imperfeições como manchas, arranhões, bolhas, etc.

- **Alojamento:** o alojamento para os equipamentos auxiliares (controlador, conexões,

DPS) deve ter proteção IP66. O acesso ao alojamento deverá se dar de maneira simples, sem a necessidade de utilização de ferramentas especiais.

- **Conexões mecânicas:** deverão ser efetuadas através de fechos de pressão inseridos no próprio corpo da luminária (em aço inox e/ou alumínio) ou parafusos.

- **Fiação:** os cabos de ligação à rede devem ser de cobre flexível, classe 5 de encordoamento, seção mínima de 1,0 mm^2, isolação mínima de 500 V, temperatura de regime permanente de 90°C. Os cabos deverão suportar temperaturas equivalentes à temperatura de operação do equipamento.

- **Aterramento:** a luminária deve ter um ponto de aterramento, em conformidade com a norma ABNT NBR IEC 60598-1 e ABNT NBR 15129, conectado aos equipamentos eletrônicos e partes metálicas, através de cabos de cobre de 1,0 mm^2, 300/500 V, isolados com PVC para 105°C. Os cabos de aterramento devem ser na cor verde e amarela (ou verde).

- **Resistência da luminária a impactos mecânicos (classificação IK):** mínimo IK-08, conforme Nota 4, do Anexo VIII, do **Caderno 2 - Anexos**.

- **Temperatura de operação:** a luminária deverá operar, sem prejuízos a quaisquer materiais e/ou equipamentos, no mínimo entre temperaturas de -5°C e +45°C.

- **Montagem:** as luminárias deverão possibilitar a fixação longitudinal em braços com diâmetro de 25,4 a 60,3 mm, através de, no mínimo, dois parafusos de fixação em aço (fornecidos juntos com a luminária). Excetuando-se as luminárias ornamentais que deverão possibilitar sua montagem em topo de poste.

- **Resistência à vibração:** deverá ser conforme a ABNT NBR IEC 60598-1.

- **Resistência à força do vento**: a luminária deverá suportar esforços de ventos de até 150 km/h.

- **Resistência ao torque dos parafusos e conexões:** os parafusos utilizados no corpo da luminária e conexões não deverão apresentar qualquer deformação durante aperto e desaperto ou provocar deformações e/ou quebra do equipamento.

- **Tomada integrada de 7 posições para relé fotocontrolador:** as luminárias com potências **iguais ou superiores a 120 W,** devem ser fornecidas com uma tomada embutida para relé fotocontrolador de 5 ou 7 contatos sendo 3 para carga e até 4 para dimerização e dados, conforme ANSI C136.41. O controlador integrado (controlador) dimerizável deve estar com os cabos de controle 1-10V conectado aos contatos de dimerização da tomada. Para as luminárias com potências iguais ou inferiores a 120 W são aceitas tomadas de 03 pinos para relés fotocontroladores, conforme ABNT NBR 5123 Relé fotocontrolador intercambiável e tomada para iluminação – Especificação e ensaios.

- **Fator de potência:** deverá ser maior ou igual a de 0,92 (considerando THD);

- **Taxa de distorção harmônica de Corrente (THD):** Deverá estar em conformidade com a norma IEC 61000-3-2.

- **Potência máxima:** maior valor de potência aceito para uma determinada luminária, com uma tolerância de +5%.

- **Fluxo luminoso útil mínimo:** menor valor de fluxo luminoso aceito para uma determinada luminária, com uma tolerância de -5%.

- **Eficácia luminosa mínima:** mínimo 110 lm/W (tolerância de -5%) considerando fluxo luminoso útil da luminária.

- **Controlador ou driver**: deverá estar incorporado internamente à luminária e ser dimerizável (1 a 10 V) para todas as luminárias especificadas com potências **igual ou superior a 120 W**. Eficiência do controlador deve ser igual ou superior a 90% com 100% de carga e ligada em 220 V.

- **Dispositivo protetor contra surtos (DPS)**: a luminária deverá ser fornecida com dispositivo protetor contra surtos (DPS), classe de proteção II, capaz de suportar impulsos de tensão de pico de 10 kV e corrente máxima de descarga de 10 kA, em conformidade com a norma ANSI IEEE 61643-11. Verificar demais especificações no item 9.2.3 deste **Caderno 1 - Diagnóstico de Engenharia**.

.• **Índice de Reprodução de Cor (IRC):** deverá ser igual ou superior a 70.

• **Temperatura de Cor Correlata (TCC) :** as luminárias devem ter a temperatura de cor de 4.000 Kelvin, admitindo-se o valor mínimo de 3.710 K e o valor máximo de 4.260 K, conforme Nota 5, do Anexo VIII, do **Caderno 2 - Anexos**. Para as luminárias ornamentais a temperatura deverá ser de 3.000 K.

• **Vida útil do conjunto (luminária):** mínimo de 50.000 horas L70, conforme Nota 6, do Anexo VIII, do **Caderno 2 - Anexos**.

• **Índice de depreciação do fluxo luminoso:** mínimo L70 (perda máxima de 30% do fluxo luminoso inicial após 50.000 horas de utilização).

• **Classe de isolamento elétrico:** Classe I.

• **Temperatura de operação:** luminária deve estar preparada para trabalhar em temperatura média do ar ambiente, num período de 24 horas, não superior a 50°C e inferior -5°C.

• **Marcação das luminárias:** as luminárias devem ser marcadas de acordo com as exigências da ABNT NBR 15129, ABNT NBR IEC 60598-1 e da ABNT NBR IEC 62031, complementado pelo número de série individual de fabricação e modelo da luminária. Adicionalmente as luminárias devem possuir externamente uma marcação para identificação da potência total conforme ANSI C136.15.

• **Marcação no controlador:** o controlador deve possuir marcação conforme ABNT IEC 61347-2-13, ABNT NBR 16026 e IEC 62384.

• **Folheto com instruções de uso:** cada luminária deve ser acompanhada de um folheto redigido em português, contendo as seguintes informações:

a) nome e ou marca do fornecedor;

b) modelo ou código do fornecedor;

c) classificação fotométrica, para cada indicação do ângulo de elevação correspondente (0°, 5°, 10° e 15°);

d) potência nominal, em Watts;

e) faixa de tensão nominal, em Volts;

f) frequência nominal, em Hertz;

g) país de origem do produto;

h) instruções ao usuário quanto à instalação elétrica, manuseio e cuidados recomendados;

i) informações sobre o fabricante;

j) garantia do produto, a partir da data da nota de venda ao consumidor, sendo, no mínimo, de 05 (cinco) anos;

k) data de validade para armazenamento: indeterminada;

l) classe de proteção contra choque elétrico;

m) etiqueta ENCE, quando houver;

n) Selo Procel, quando houver;

o) diagrama elétrico de ligação;

p) informações ambientais.

• **Identificação:** as luminárias deverão possuir etiquetas brancas, com caracteres de identificação de potência na cor preta. Como sugestão uma segunda etiqueta com um par de caracteres poderá ser adicionada à luminária visando identificar o tipo fotométrico da mesma (Tipo I, II, III e IV – Curta/ Média/Longa – Totalmente limitada/Limitada).

• **Acondicionamento:** as luminárias devem ser acondicionadas individualmente em caixas de papelão adequadas ao transporte rodoviário, ferroviário ou marítimo e às operações usuais de carga, descarga, manuseio e armazenamento. As embalagens devem ser identificadas externamente com as seguintes informações, marcadas de forma legível e indelével:

a) nome e/ou marca do fabricante;

b) modelo ou tipo da luminária;

c) etiqueta ENCE de identificação da luminária.

9.2.2 - Requisitos fotométricos

Além dos requisitos construtivos e técnicos apresentados anteriormente, as luminárias deverão atender a parâmetros luminotécnicos mínimos conforme padrões estruturais das vias onde serão instaladas, a serem demonstrados através de simulações no software DIALux evo.

Para a definição destes parâmetros luminotécnicos mínimos, foram consideradas

características das vias (largura das faixas, canteiros e calçadas), posteamento (distância e altura do ponto de luz) e braços para iluminação pública aplicável (inclinação, avanço/pendor, comprimento), compondo, assim, um projeto luminotécnico típico, conforme Anexo III - Projetos Típicos - simulações luminotécnicas do **Caderno 2 – Anexos**.

Um projeto luminotécnico típico consiste em um arranjo pré-determinado de postes, luminárias e braços, para diferentes classificações de vias, conforme tabelas do Anexo III - Projetos Típicos - simulações luminotécnicas, do **Caderno 2 – Anexos**.

Deverá ser efetuado, a critério da prefeitura, estudo de auditoria para comprovar com teste prático de campo o atingimento dos níveis luminotécnicos calculados pela licitante.

9.2.3 - Dispositivo protetor contra surtos - DPS

O DPS deverá possuir conexão em série com o driver de forma que caso o protetor seja atingido por uma descarga ou chegue ao final de sua vida útil, o circuito elétrico se abra, desenergizando o driver, salvaguardando assim a luminária.

O DPS deve ser facilmente substituído, sem a necessidade do uso de ferramentas especiais, devendo também obedecer aos seguintes requisitos:

Invólucro: material com características de não propagação e auto extinção de chamas;

Condição de instalação/modo de conexão: conexão em série com a luminária;

Grau de proteção: maior ou igual a IP20;

Características elétricas mínimas:

Suportabilidade a sobretensões temporárias: ≥ 380V por período de duração >100min;

Nível de proteção de tensão via aterramento L-N (Up): ≤ 1,5 kV;

Corrente de descarga nominal (In @8/20µs): ≥ 5kA;

Corrente de descarga máxima (Imax @8/20µs): ≥ 10kA;

Corrente de carga nominal (IL @60Hz): ≥ 7A.

9.3 - Suporte nivelador articulado - acessório angulador ou TILT

Dispositivo fabricado em tubo de aço carbono, espessura mínima da parede de 3 mm, zincado por imersão a quente, com superfícies lisas e uniformes, livres de asperezas, rebarbas, lascas e carepas. Demais características devem atender à especificação técnica 02.118-CEMIG-304 - Ferragens de fixação e sustentação.

O Anexo IV - Suporte Nivelador Articulado, do **Caderno 2 - Anexos,** apresenta um desenho de referência para as características dimensionais desse suporte. Serão aceitos outros modelos de suportes desde que fabricados em tubo de aço carbono, e com as mesmas dimensões de encaixe apresentadas no Anexo IV do **Caderno 2 - Anexos**.

Não serão aceitos suportes fabricados em polímeros conforme Nota 8, do Anexo VIII, do **Caderno 2 - Anexos**.

9.4 - Relé fotocontrolador

As características dimensionais do relé fotocontrolador devem estar de acordo com a Figura A.4 da NBR5123. A tampa do relé deve ser em policarbonato estabilizado contra raios ultravioletas, resistente a impacto e intempéries. Os contatos deverão ser do tipo NF (normalmente fechado). Os pinos de contato de encaixe na base devem ser de latão cadmiado ou estanhado, rigidamente fixados ao suporte de montagem.

O consumo máximo de potência dever ser menor ou igual a 1,0 W, considerando apenas o consumo destinado as funções do relé fotoelétrico. O suporte de montagem deve ser em material plástico ou equivalente, altamente resistente à uma temperatura mínima de 100°C e deve estar firmemente preso à tampa.

Com relação ao Funcionamento, Comportamento a 70°C, Durabilidade, Impulso de tensão, Resistência mecânica, Resistência a Ultravioleta, Resistência a Corrosão, Magnetização Residual, Aderência de Gaxeta, Grau de Proteção, Consumo de Potência, Fechamento de Contatos, Impacto e Quantidade de Operações serão adotados os critérios da NBR 5123.

9.5 - Braço de iluminação pública

As características dimensionais dos braços de iluminação pública devem estar de acordo com os desenhos 02.118 CEMIG 67d e 02.118 CEMIG 588a, ou versões mais recentes, além de atender à especificação técnica 02.118-CEMIG-304 - Ferragens de fixação e sustentação. Deverão ser obedecidos também os seguintes requisitos:

- acabamento – isento de rebarbas, cantos vivos, achatamento de seções ou outros defeitos incompatíveis com o seu uso;
- proteção superficial – devem ser zincados por imersão a quente conforme a NBR 6323. A massa e a espessura da camada de zinco devem atender as seguintes condições: Massa média de 600g/m² e espessura mínima de 86 cm. A zincagem deve ser feita após a fabricação, furação soldagem e identificação da peça. Quanto ao aspecto visual as partes zincadas devem estar isentas de áreas não revestidas é irregularidade tais como inclusão de fluxo e borras e outros defeitos;
- resistência mecânica – O braço corretamente instalado no poste deve atender os valores de fecha quando aplicado os esforços verticais e os esforços horizontais;
- resistência ao torque - A base deve suportar o torque de instalação de 7,6 daN x m aplicado no (s) parafuso (s) que fixa (m) a base sem sofrer deformação permanente ou afundamento.

10 - Proposta de reordenação luminotécnica

A seguir é apresenta uma proposta para reordenação luminotécnica da iluminação urbana para o município de Viçosa.

A partir da entrega, análise e entendimento deste projeto, recomenda-se que essa reordenação seja conduzida pela equipe técnica da Prefeitura Municipal devendo a mesma estar baseada em quatro grandes grupos de ações:

Ações de Padronização:

- padronizar o uso de luminárias LED com temperatura de cor igual a 4.000 K e com e tomadas para relé fotocontrolador;
- padronizar o uso do shorting-cap (dispositivo para efetuar o by-pass da tomada do relé) em luminárias projetadas para circuitos de iluminação exclusivos e comandadas em grupo; substituir os braços Leve I e Leve II por braços curtos;
- utilizar lâmpadas LED True force, de 55 W - 2.700 K para *retrofit* das lâmpadas VSAP utilizadas nos lampiões coloniais e em luminárias ornamentais instaladas em praças e/ou calçadões.

Ações de caráter projetual:

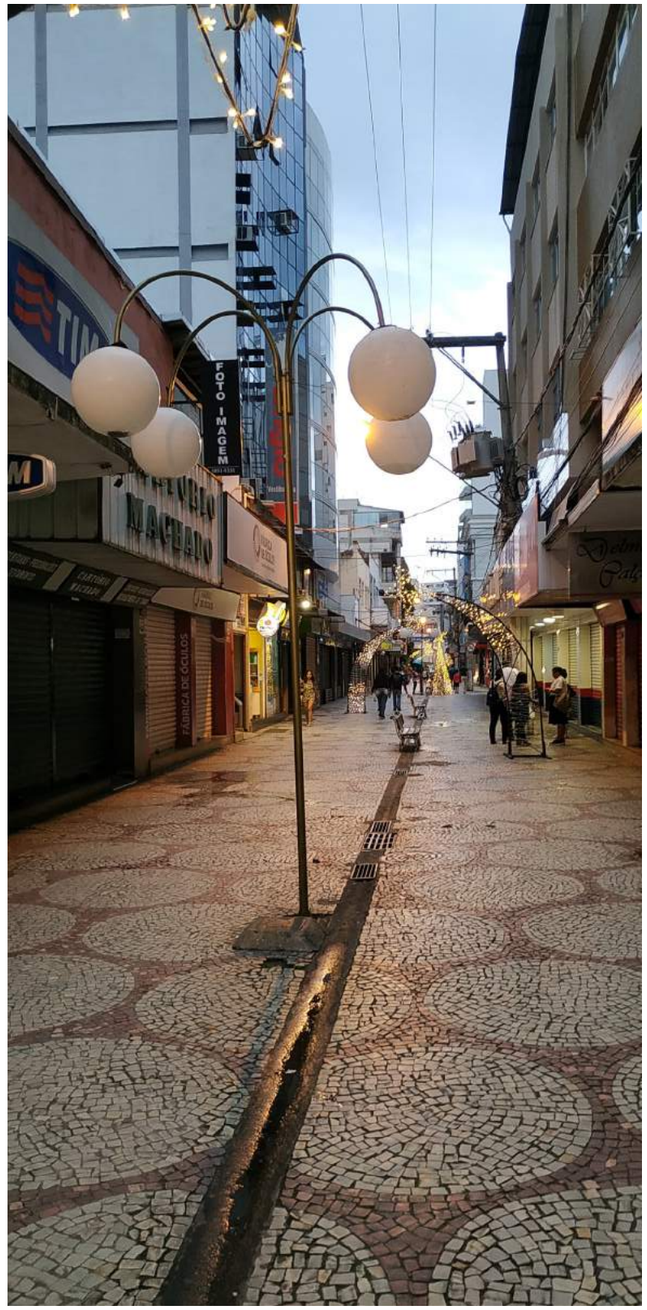
- melhorar os critérios técnicos para elaboração dos projetos luminotécnicos através do uso de softwares de iluminação específicos e o compromisso de evitar a elaboração de projetos com fatores de uniformidade tão elevados, como os que hoje são encontrados;
- criar zonas especiais no município com a utilização de novas redes de distribuição de energia subterrânea;
- padronizar o procedimento de verificação dos valores de Emed e U em novos projetos implantados;
- propor iluminação especial em vias onde se localizam escolas, paradas de ônibus e faixas de cruzamento de pedestre.

Ações de manutenção:

- identificar as luminárias que não possuam os caracteres alfanuméricos de acordo com os padrões adequados;
- georreferenciar e instalar a placa de identificação do ponto de luz em 100% dos mesmos;
- adequar a potência de lâmpadas de acordo com o nível de iluminância e uniformidade recomendados por norma para cada tipo de via.

Ações de melhorias no sistema:

- executar a iluminação de destaque/ realce dos principais monumentos do município visando valorizar o *landscape* (ambiente) noturno da cidade, conforme capítulo 7 deste **Caderno 1 - Diagnóstico de Engenharia**;
- criar rotas noturnas de iluminação através da substituição das atuais luminárias a vapor de sódio e a vapor metálico por luminárias de tecnologia LED.



11 - Conclusões e recomendações

Este documento teve por objetivo apresentar um diagnóstico do atual parque de iluminação urbana do município de Viçosa/MG, bem como propor um Projeto Básico de Melhoria da Eficientização Energética na IP do município - ferramenta imprescindível que proporciona base legal e técnica de acordo com a Lei 8.666, para realização de processos licitatórios futuros - visando a orientação de políticas públicas relativas à gestão, melhorias, padronização e eficientização da iluminação através de troca ou "*retrofit*" dos ativos municipais neste setor, com recomendação de produtos LED e demais acessórios.

Este diagnóstico se baseou em visitas técnicas e levantamentos de campo realizados no período diurno e noturno durante o período compreendido entre os dias 30 de outubro e 1° de novembro de 2019.

Foram de significativa importância para a elaboração deste documento informações sobre as classificações das vias e composição do parque de IP fornecidas pela Prefeitura Municipal.

Conforme apresentado no item 6.2, 63% dos logradouros analisados atendem ao critério de iluminância média, enquanto 72% das vias atendem ao critério de Uniformidade. Entretanto, apenas 45% das vias atendem aos dois critérios de fora simultânea.

Se por um lado a iluminação da maioria das vias não atende aos requisitos normativos, por outro lado, é de se reconhecer que as vias principais e as centrais, iluminadas por lâmpadas VSAP de 250 W e luminárias fechadas, atendem aos requisitos normativos.

Destaca-se que a significativa redução do consumo de energia elétrica em Viçosa (58,86%) pode ser justificada pela grande quantidade (2.819) dessas lâmpadas no parque de iluminação do município. A substituição das atuais luminárias com lâmpadas VMAP 80 W, 125 W e VSAP 70 W por luminárias LED de 30 ou 55 W, por exemplo, além de trazer uma significativa economia de energia para o município, poderá solucionar também a questão do nível baixo de iluminância bem como do fator de uniformidade inadequado nas vias menos importantes.

Tendo em vista a significativa redução de potência e demanda obtidas a partir da substituição das lâmpadas convencionais por luminárias LED, recomenda-se a utilização deste projeto básico para a contratação dos serviços relacionados com a melhoria da eficiência energética na iluminação pública do município.

A redução de aproximadamente 58,86% no consumo de energia da iluminação pública pela substituição da tecnologia atual pelos LED, implicará numa **economia aproximada de R$128 mil, por mês,** para os cofres do município.

De acordo com a planilha orçamentária apresentada no caderno **2 - Caderno de Anexos** deste Projeto Básico, o custo aproximado para realização dos serviços de instalação da nova iluminação LED (trun-key) será de R$9 milhões, ou aproximadamente R$1.188,10 por ponto. Desta forma o *payback* para execução desse projeto será de aproximadamente 6 anos. Cabe ainda destacar que nesse cálculo do *payback* não foi considerado a significativa redução dos custos com a manutenção da IP proporcionado pela utilização de luminárias com vida útil de no mínimo 50 mil horas, ou aproximadamente 12 anos.

Tendo em vista a instalação dessa nova tecnologia em todo parque de iluminação do município de Viçosa, recomenda-se a busca pela padronização do produto (luminárias LED) o que, sem dúvidas, trará economia de escala, segurança durante futuros processos de manutenção e reposição de componentes, além de proporcionar um padrão estético uniforme para todo o parque.

Cabe observar que o Brasil possui atualmente a presença de renomados fabricantes desta tecnologia em detrimento a tantos outros produtos importados de baixa qualidade. Recomenda-se a preferência por produtos fabricados no Brasil, como o propósito de reduzir os riscos citados no parágrafo anterior, além de promover o desenvolvimento nacional sustentável, conjecturado na Lei 8666, em seu artigo 3°.

Recomenda-se também a substituição das lâmpadas VSAP de 100 W utilizadas nos lampiões e em luminárias ornamentais por lâmpadas LED - True Force de 55 W e 2.700 K.

Por fim, destaca-se que a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção e além de comprometer o cadastro dos pontos de IP. Recomenda-se aqui que a PMV, durante a etapa de *retrofit* da IP, avalie a possibilidade de, concomitantemente com o processo de melhoria da eficiência energética na iluminação pública, realizar o cadastramento georreferenciado de todos os pontos de iluminação pública do município com a instalação das plaquetas de sinalização junto aos braços ou suportes das luminárias.

EFICIENTIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA

VALOR TOTAL ORÇADO: **R$ 9.234.487,36**

VALOR ORÇADO POR PONTO DE IP: **R$ 1.188,10**

PROPOSTA DE PRAZO DE EXECUÇÃO: **120 dias**

CONSUMO ATUAL: **4.798 MWh/ano**

CONSUMO PROJETADO: **1.974 MWh/ano** :

EFICIÊNCIA PRETENDIDA: **58,86%**

ECONOMIA DE ENERGIA: **R$1.533.000,00/ano**

PREFEITURA DE VIÇOSA