

**RELATÓRIO TÉCNICO DA REDE
MUNICIPAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA
DE NOVA PRATA**

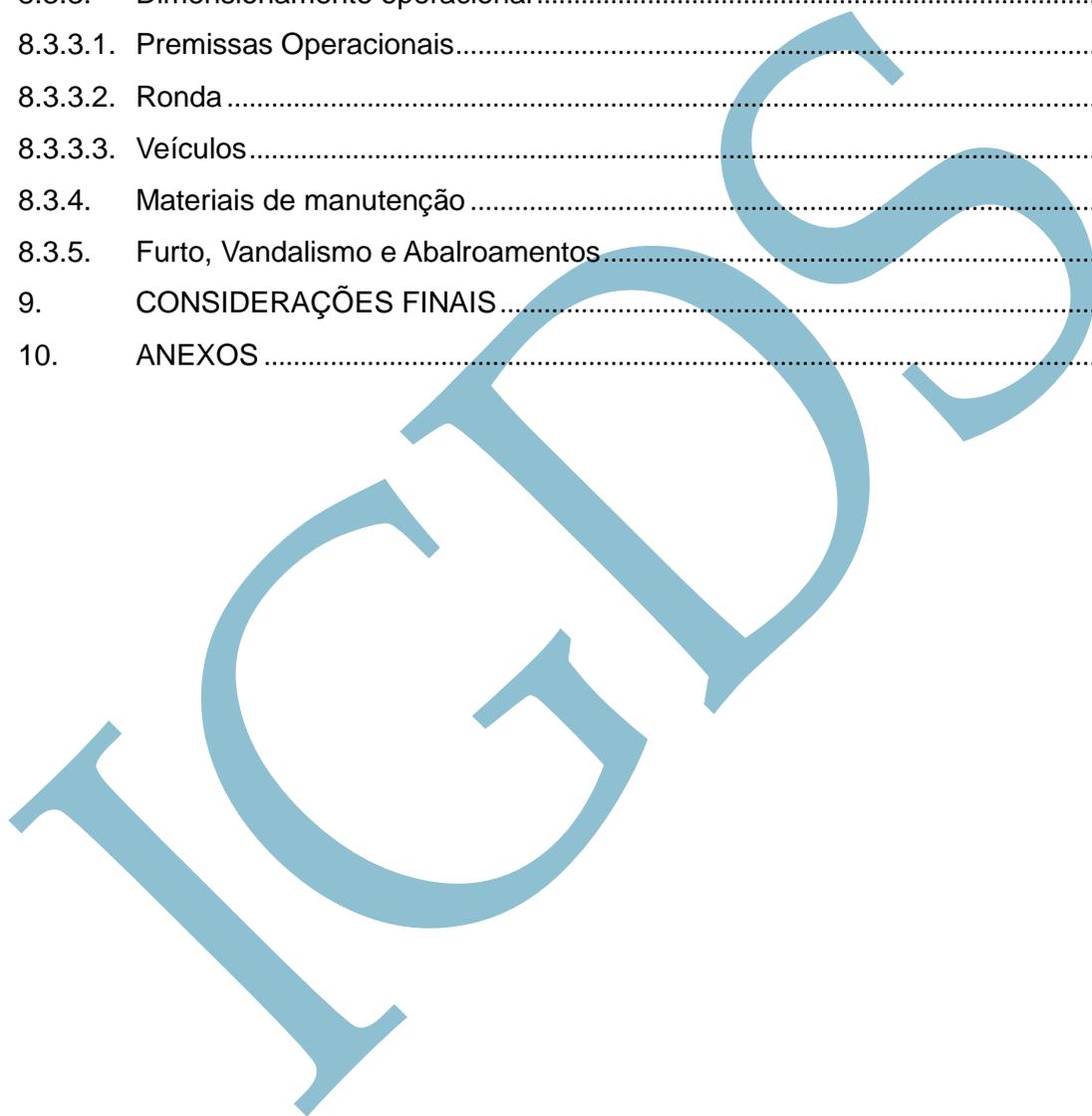
IGDS

NOVA PRATA – 2024

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	4
2.	REDE MUNICIPAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA.....	5
3.	ANÁLISES BASE PARA SOLUÇÕES DE ENGENHARIA.....	5
3.1.	Inventário da rede de iluminação pública do município	5
3.2.	Distribuição de classes de iluminação do município.....	7
4.	METODOLOGIA DO PROJETO.....	9
4.1.	Objetivos	9
4.2.	Normas Técnicas.....	10
4.3.	Nível de detalhamento do projeto de engenharia.....	13
4.4.	Metodologia das Soluções de Engenharia	14
4.4.1.	Critérios luminotécnicos.....	14
4.4.1.1.	Iluminância.....	14
4.4.1.2.	Fator de uniformidade.....	14
4.4.1.3.	Luminância	14
4.4.1.4.	Temperatura de cor correlata.....	15
4.4.1.5.	Índice de reprodução de cor.....	16
4.4.1.6.	Poluição luminosa.....	17
4.4.2.	Adequação e Modernização da Rede de Iluminação Pública	19
4.4.2.1.	Metodologia de correlação entre inventário e amostra inspecionada.....	22
4.4.3.	Expansão da Rede de Iluminação Pública.....	23
4.4.4.	Implantação do Centro de Controle Operacional	24
4.5.	Custos e Investimentos	24
4.6.	Outros aspectos.....	24
5.	CRONOGRAMA DO PROJETO.....	25
6.	PROJETO DE ENGENHARIA.....	26
6.1.	Soluções de iluminação pública	26
6.2.	Expansão da rede de iluminação pública	31
7.	ASSUNÇÃO OPERACIONAL.....	33
7.1.	Cadastro técnico da rede municipal de iluminação pública	33
7.1.1.	Diretrizes para realização do cadastro técnico da rede de iluminação pública.....	33
7.2.	Planos e projetos de iluminação pública.....	36
8.	PLANO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	37
8.1.	Sistema Central de Gestão Operacional	38

8.2.	Estrutura organizacional	42
8.2.1.	Veículos	43
8.3.	Equipes operacionais para manutenção e modernização da rede de iluminação pública	43
8.3.1.	Escopo de serviços para manutenção da Rede Municipal de Iluminação Pública ..	43
8.3.2.	Escopo de serviços para modernização da rede de iluminação pública	46
8.3.3.	Dimensionamento operacional	46
8.3.3.1.	Premissas Operacionais	47
8.3.3.2.	Ronda	47
8.3.3.3.	Veículos	48
8.3.4.	Materiais de manutenção	48
8.3.5.	Furto, Vandalismo e Abaloamentos	49
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
10.	ANEXOS	50



INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo detalhar as premissas técnicas determinadas em estudo e consolidar as propostas técnicas para a modernização da rede de iluminação pública do município de Nova Prata/RS. Os itens citados aqui apresentam conjuntos de elementos necessários e suficientes para caracterização dos serviços, sendo organizados conforme a seguinte estrutura:

- Rede Municipal de Iluminação Pública: apresenta os dados obtidos pelas informações disponibilizadas, resultados, conclusões e considerações acerca do estudo realizado;
- Metodologia do projeto: contempla os objetivos desse relatório, normas técnicas e metodologias para as soluções de engenharia;
- Cronograma do projeto de concessão da rede de iluminação pública;
- Modernização e adequação da rede de iluminação pública: relaciona as tecnologias consideradas para modernização da rede de iluminação pública, com as especificações;
- Expansão da rede de iluminação pública: crescimento vegetativo;
- Centro de Controle Operacional: apresenta o descritivo conceitual, com infraestrutura necessária e especificidades que nortearão a implantação do centro de controle operacional;
- Serviços iniciais da concessão: apresenta as diretrizes e serviços operacionais a serem executados pela concessionária nos meses iniciais da concessão relacionados a sua constituição, execução do cadastro da rede de iluminação pública e elaboração de planos e projetos;
- Estrutura organizacional da SPE: Nesta seção é apresentado o dimensionamento dos recursos humanos para gerir, controlar, planejar e garantir o cumprimento do cronograma, diretrizes, especificações, projetos e dos indicadores de qualidade da concessão de iluminação pública, mobiliário, equipamentos e os veículos necessários;
- Sistemas operacionais da rede de iluminação pública: apresenta as diretrizes e especificações técnicas dos softwares operacionais para gerenciamento da rede

de iluminação pública;

- Mão de obra para modernização, Operação e Manutenção da Rede de Iluminação Pública: apresenta a previsão do dimensionamento dos recursos humanos e dos veículos operacionais necessários para execução dos serviços de campo e das taxas de falhas que indicam o quantitativo de materiais de manutenção necessários para manutenção preventiva, preditiva e corretiva ao longo da concessão;
- Furto, vandalismo e abaloamento: apresentação das premissas técnicas e estruturas para contemplar serviços relacionados a furto, vandalismo e abaloamento na rede de iluminação pública;
- Outros investimentos: Nesta seção são apresentados outros investimentos associados aos encargos da concessionária ao longo da concessão;
- Outros custos: Nesta seção são apresentados outros custos associados aos encargos da concessionária ao longo da concessão.

1. REDE MUNICIPAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

O município, localizado na encosta superior do Nordeste do estado do Rio Grande do Sul, apresentou o seguinte panorama em relação a rede de iluminação pública:

- Total de 5.072 pontos de iluminação pública;
- Tecnologia predominante na rede de iluminação pública: Vapor de sódio;
- Distanciamento médio entre postes: 32,83 metros;
- Altura de montagem das luminárias com maior predominância: entre 8 e 9 metros;

2. ANÁLISES BASE PARA SOLUÇÕES DE ENGENHARIA

2.1. Inventário da rede de iluminação pública do município

Apresenta-se nesta seção o inventário da rede de iluminação pública do município, que baliza as proposições de engenharia neste relatório. Tal inventário foi feito com base no cadastro dos pontos de IP disponibilizados pelo Município (disponível no ANEXO I) e atualizado de acordo com informações coletadas em inspeção local. Cumpre destacar que as atualizações foram diversas tais como atualização do

quantitativo de pontos e alteração de tecnologia e de potência. O inventário atualizado foi a linha de partida para as proposições e definição do escopo de investimentos para o contrato de concessão.

Um passo imprescindível na estruturação do projeto está a distinção dos pontos de iluminação pública, uma vez que diferentes soluções de modernização são propostas segundo sua finalidade de uso. Nessa linha, são considerados os seguintes usos finais para iluminação pública.

- IV (Iluminação Viária): iluminação em vias de veículos, de pedestres e ciclovias;

Com base nessa conceituação, apresenta-se a seguir o quantitativo de pontos de iluminação pública por tecnologia de iluminação, potência e uso final conforme inventário atualizado.

Tabela 1 – Inventário da rede de iluminação pública do município

Uso final	Tecnologia	Potência	Reator	Quantidade
IV	Fluorescentes compactas	25		9
IV	Fluorescentes compactas	40		23
IV	Led	20		1
IV	Led	50		352
IV	Led	70		197
IV	Led	96		50
IV	Led	100		14
IV	Led	110		9
IV	Led	113		199
IV	Led	120		3
IV	Led	150		241
IV	Mercúrio com Filamento	250		1
IV	Vapor de Sódio	70	14	740
IV	Vapor de Sódio	150	22	2589
IV	Vapor de Sódio	250	30	371
IV	Vapor de Sódio	400	38	254

IV	Vapor Metálico	150	14	8
IV	Vapor Metálico	250	30	11

Fonte: Instituto Brasileiro de Gerenciamento e Projetos de Desenvolvimento Sustentável - IGDS (2024)

Analisando o inventário disposto na tabela anterior, apresenta-se a distribuição por pontos de iluminação pública em função dos seus respectivos usos finais, conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 2 – Inventário por uso final

Uso final	Quantidade	Representatividade
IV	5.072	100,00%
Uso final	Quantidade	Representatividade
TOTAL	5.072	100,00%

Fonte: Instituto Brasileiro de Gerenciamento e Projetos de Desenvolvimento Sustentável - IGDS (2024)

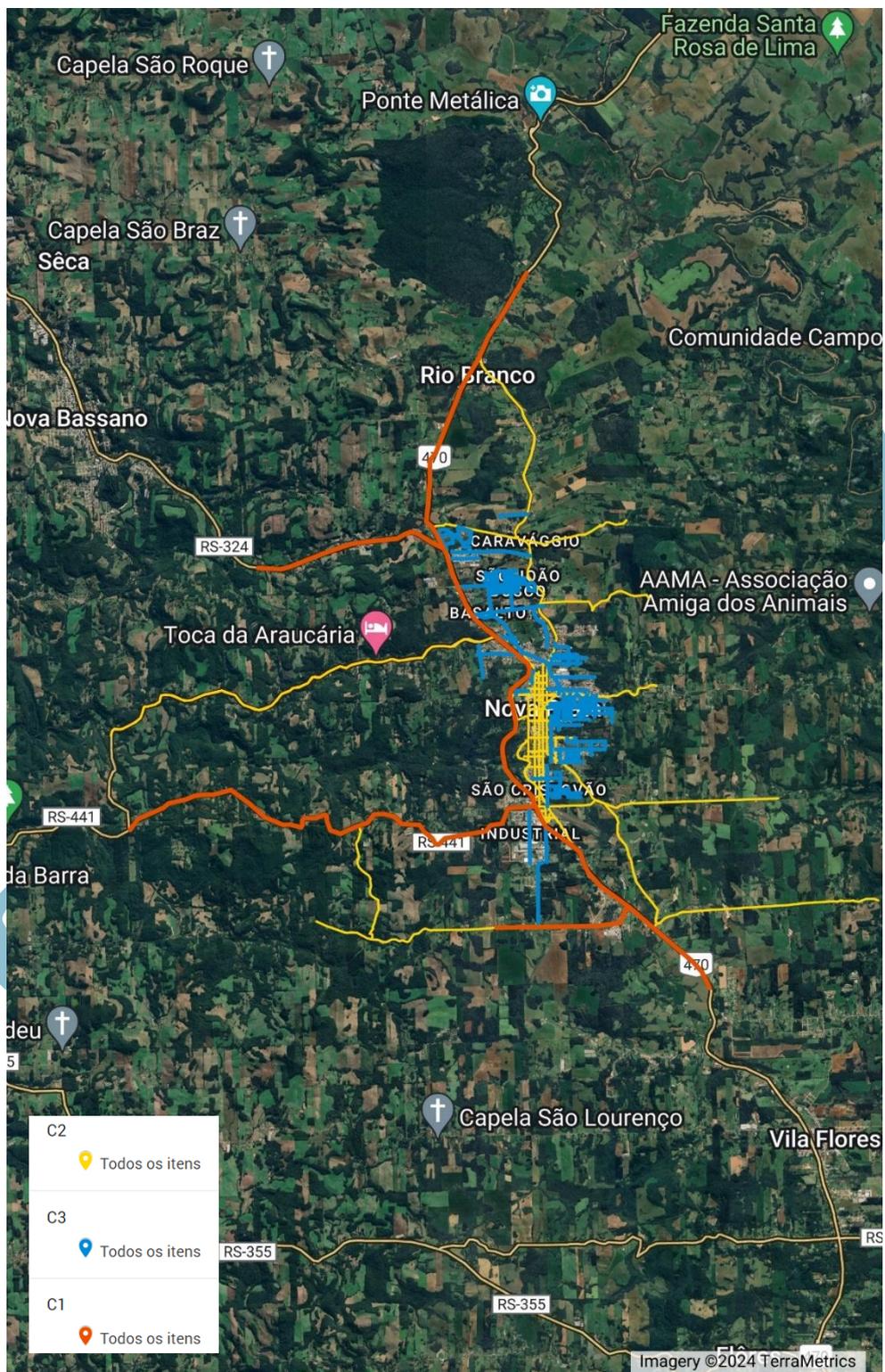
2.2. Distribuição de classes de iluminação do município

Uma vez definido o quantitativo de pontos de iluminação pública por tecnologia e potência para os pontos destinados à iluminação viária, é fundamental definir a distribuição de classes de iluminação no município para utilizar as metodologias de soluções de engenharias abordadas na seção a seguir.

Dessa forma, com o intuito de definir a distribuição de classes de iluminação, foram utilizadas as inspeções realizadas em campo, a hierarquização viária disponibilizada pelo município (ligação regional, arterial, coletora, local), tráfego usual de veículos nas vias, informações estabelecidas no Projeto de Lei Complementar nº 797/2019 (dispondo da revisão do plano diretor do município) e reuniões de alinhamento com a prefeitura.

Com o intuito de possibilitar a visualização das vias classificadas conforme cada uma das classes de iluminação dispostas pela ABNT NBR 5101, é apresentada a figura a seguir. A relação completa das vias classificadas em níveis de iluminação se encontra no ANEXO II deste relatório.

Figura 1 – Vias Classificadas de Acordo com a ABNT NBR 5101



Fonte: Instituto Brasileiro de Gerenciamento e Projetos de Desenvolvimento Sustentável - IGDS (2024)

Cabe ressaltar que as vias apresentadas nas figuras anteriores correspondem àquelas que tiveram classe de iluminação pública proposta. Dessa forma, não se aborda a totalidade das vias existentes no município para apuração dessa classificação.

Com o intuito de distribuir os pontos de iluminação pública restantes, instalados em vias não classificadas em níveis de iluminação, utilizou-se por base a distribuição de vias apurada pela amostra, para distribuí-los entre C5.

Por fim, é elencada a distribuição de classes de iluminação para vias de veículos, de acordo com a classificação estabelecida pela ABNT NBR 5101. Tal distribuição é apresentada na tabela a seguir.

Tabela 3 – Distribuição dos pontos por classe de iluminação viária

Classe de Iluminação	%
C1	7,93%
C2	28,84%
C3	25,91%
C4	37,32%

Fonte: Instituto Brasileiro de Gerenciamento e Projetos de Desenvolvimento Sustentável - IGDS (2024)

3. METODOLOGIA DO PROJETO

3.1. Objetivos

Sabendo-se da necessidade de melhoria da rede de iluminação pública de Nova Prata, o presente relatório tem como objetivo apresentar as soluções de engenharia necessárias para adequação, modernização e efficientização da rede municipal de iluminação pública, implementando novas tecnologias de luminárias LED e centro de controle operacional, adequação estrutural dos braços de iluminação pública, além da previsão de expansão da rede municipal de iluminação pública. Portanto, este projeto de engenharia traz o conjunto dos seguintes objetivos:

- Iluminação pública em consonância com os requisitos normativos estabelecidos pela ABNT NBR 5101, provendo iluminação de qualidade aos municípios;

- Adequação estrutural dos braços de iluminação pública para cumprimento dos requisitos normativos da ABNT NBR 5101;
- Eficientização da rede municipal de iluminação pública a partir de tecnologias mais eficientes que conduzam a redução do custo com energia elétrica;
- Melhoria da qualidade da iluminação pública a partir da modernização das soluções de iluminação com melhor desempenho fotométrico, durabilidade, melhor índice de reprodução e menor taxa de falha operacional;
- Projeção adequada de novos pontos de iluminação pública ao longo da concessão de tal forma que nenhum novo logradouro público permaneça aquém dos requisitos estabelecidos em norma;
- Implantação de Centro de Controle Operacional que permita controlar e conduzir de forma otimizada todos os serviços atribuídos à concessionária responsável pela iluminação pública do município.

3.2. Normas Técnicas

Os serviços e as obras de engenharia descritos no presente relatório tomam como premissa as recomendações das normas publicadas pelas instituições Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Illuminating Engineering Society of North America (IESNA), da International Commission Illumination (CIE) e da legislação vigente estabelecida pelo órgão regulador do setor elétrico nacional, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

São observados também normas e padrões estabelecidos pela empresa distribuidora, detentora dos ativos de distribuição de energia elétrica, plano diretor do município, lei de uso e ocupação do solo e instrução técnica que estabelece os procedimentos para execução e planejamento de projetos de iluminação de vias públicas em novos loteamentos

Entre as normas para prestação dos serviços do objeto de concessão, citam-se, de maneira não exaustiva e não se limitando a elas:

- **Normas técnicas brasileiras:**

- ABNT NBR 5101 – Iluminação pública - Procedimentos;
- ABNT NBR 15129 – Luminárias para iluminação pública - Requisitos particulares;
- ABNT NBR IEC 60598-1 – Luminárias Parte 1: Requisitos gerais e ensaios;
- ABNT NBR IEC 60529 – Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP);
- ABNT NBR IEC 62262 – Graus de proteção assegurados pelos invólucros de equipamentos elétricos contra os impactos mecânicos externos (código IK);
- ABNT NBR 6323 – Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido – Especificação;
- ABNT NBR 14744 – Postes de aço para iluminação;
- ABNT NBR 8451 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica;
- ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 16026 Dispositivo de Controle Eletrônico c.c. ou c.a. para módulo de LED – Requisitos de Desempenho;
- ABNT NBR 13593 – Reator e ignitor para lâmpada a vapor de sódio a alta pressão - Especificação e ensaios;
- ABNT NBR 5125 – Reator para lâmpada a vapor de mercúrio a alta pressão;
- ABNT NBR 15688 – Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus;
- ABNT NBR NM 247-3 – Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750V, inclusive - Parte 3: Condutores isolado (sem cobertura) para instalações fixas (IEC 60227-3, MOD);
- ABNT NBR 9117 - Condutores flexíveis ou não, isolados com policloreto de vinila (PVC/EB), para 105° C e tensões até 750 V, usados em ligações internas de

aparelhos elétricos;

- 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 8182 - Cabos de potência multiplexados autossustentados com isolamento extrudado de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV — Requisitos de desempenho;
 - ABNT NBR 7290 - Cabos de controle com isolamento extrudado de XLPE, EPR ou HEPR para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho;
 - ABNT NBR 15715 - Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações – Requisitos;
 - ABNT NBR 5111 - Fios de cobre nus, de seção circular, para fins elétricos;
 - ABNT NBR IEC 60439-1-2-3 - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão – Parte 1, 2 e 3;
 - ABNT NBR 5419 – Proteção contra descargas atmosféricas;
 - ABNT NBR 15749 – Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento;
 - ABNT NBR ISO 9001 – Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos;
 - ABNT NBR ISO/IEC 27001 - Tecnologia da informação — Técnicas de segurança — Sistemas de gestão da segurança da informação — Requisitos;
 - ABNT NBR ISO 14001 – Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso.
- ***Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, onde se destacam:***
 - NR 6 – Equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva (EPC);
 - 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;
- NR 21 - Trabalhos a Céu Aberto;
- NR 24 - Condições Sanitárias E De Conforto Nos Locais De Trabalho;
- NR 35 – Trabalho em altura.
 - **Norma da empresa distribuidora – Cemig Distribuidora**
- ND-3.3 – Projetos de Redes de Distribuição;
- ND-3.4 – Projetos de Iluminação Pública;
- ND-5.1 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Rede de Distribuição Aérea – Edificações Individuais;
- ND-5.2 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Rede de Distribuição Aérea – Edificações Coletivas;
- ND-5.5 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária Rede de Distribuição Subterrânea.
- IT-PART- 015 – 2018 – Fornecimento de Energia a Ativos de Iluminação Pública Municipais – Empresas Credenciadas
 - **Resolução Normativa ANEEL**
- Resolução Normativa nº 414/2010
 - **INMETRO e Procel:**
- Portaria nº 62 INMETRO;
- Selo Procel de economia de energia.

3.3. Nível de detalhamento do projeto de engenharia

O presente projeto de engenharia apresenta nível de detalhamento de anteprojeto, estando em consonância com a Lei 11.079/2004, Art. 10 §4º. A partir do presente projeto torna-se possível avaliar a viabilidade geral do projeto e estabelecer o dimensionamento de equipamentos, materiais, equipes, para modernização e para operação e manutenção, percentual de efficientização, expansão da rede municipal de iluminação pública além de investimentos e custos operacionais das soluções propostas.

3.4. Metodologia das Soluções de Engenharia

Apresentam-se a seguir as metodologias que consubstanciaram as propostas descritas neste relatório.

3.4.1. Critérios luminotécnicos

Os critérios luminotécnicos tratados na presente seção estão relacionados com as principais definições técnicas que foram consideradas ao longo do desenvolvimento das soluções de engenharia.

3.4.1.1. Iluminância

A iluminância é o critério que avalia a quantidade de raios luminosos que incide sobre uma determinada área de análise, ou seja, a intensidade do fluxo luminoso (medido em lúmens ou lm) nesta mesma área, sendo mensurada em lux (lx ou lm/m²). A norma de iluminação pública ABNT NBR 5101 estabelece níveis mínimos de iluminância média EMED (média das iluminâncias medidas entre dois postes) de acordo com a utilização das vias públicas por veículos e pedestres, os quais são abordados na seção 4.4.2 deste relatório.

3.4.1.2. Fator de uniformidade

O fator de uniformidade apresenta uma metodologia de avaliação em relação ao quão uniforme um ambiente está iluminado. Este fator é calculado pela razão entre a menor iluminância registrada ao longo das medições realizadas e a iluminância média EMED. Ressalta-se que quanto mais próxima a iluminância mínima estiver próxima de EMED, corresponde a ambientes mais uniformes e, conseqüentemente, com menores concentrações de áreas com sombreamento.

3.4.1.3. Luminância

A luminância se refere a uma intensidade luminosa que atinge o observador e que pode ser proveniente de reflexão de uma superfície ou de uma fonte de luz ou, simplesmente, de um feixe de luz no espaço. Não obstante, a luminância média LMED é dada pelo valor médio da luminância na área delimitada pela malha de pontos considerada, ao nível da via. Sua unidade é em candelas por metro quadrado (cd/m²).

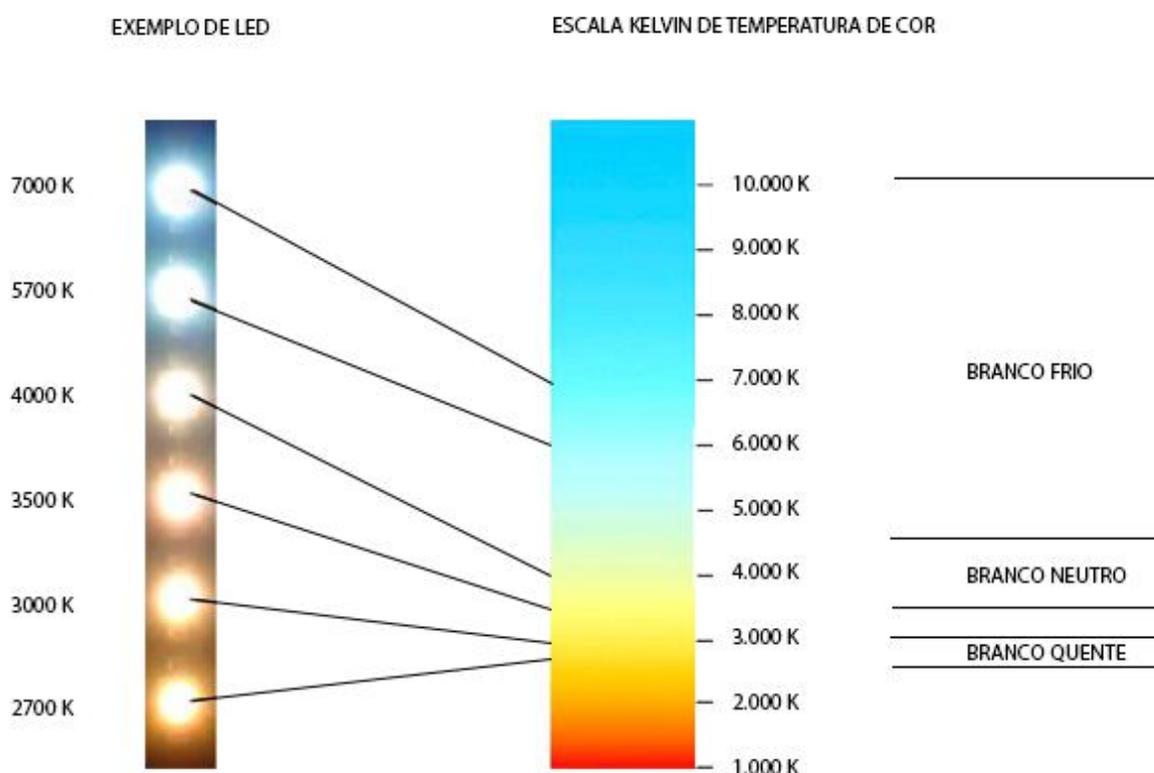
Assim como para iluminância existe a avaliação do fator de uniformidade, para a luminância existe a avaliação da uniformidade global, obtida pela razão entre a

luminância mínima e a luminância média LMED e, portanto, representando o quão uniforme a intensidade luminosa incide sobre o observador ao longo da área analisada.

3.4.1.4. Temperatura de cor correlata

A temperatura de cor correlata (TCC) de uma fonte de luz não está relacionada com a emissão de calor, mas com a sensação de conforto que essa proporciona em determinado ambiente. Usualmente é dada em Kelvin [K]. A figura a seguir apresenta uma escala das temperaturas de cor de fontes de luz.

Figura 2 – Escala de temperatura de cor de fontes de luz



Fonte: The Partner¹ (2024)

A definição adequada da TCC em determinado ambiente é fundamental sob uma série de aspectos, uma vez que pode modificar a sensação que as pessoas têm de um ambiente e interferir no índice de reprodução de cor, reproduzindo com mais ou

menos fidelidade as cores de superfícies e objetos que compõem esse ambiente.

Ao longo do desenvolvimento das soluções propostas no presente relatório, ressalta-se que foram assumidas premissas em relação à classe de iluminação de cada uma das vias, conforme apresentado a seguir:

- Em vias com classe de iluminação C1, C2, C3 e C4, assume-se a utilização de luminárias LED com TCC conforme NBR 5101;

3.4.1.5. Índice de reprodução de cor

Conforme a Portaria nº 62 do INMETRO, o índice de reprodução de cor (IRC) de uma fonte de luz é um conjunto de cálculos que fornece a medida do quanto as cores percebidas do objeto iluminado por esta fonte se aproximam daquelas do mesmo objeto iluminado por uma fonte padrão (iluminante de referência). Corresponde à relação entre a cor real de um objeto ou superfície e a aparência percebida diante de uma fonte luminosa.

A quantificação é dada pelo índice de reprodução de cor geral (Ra), que varia de 0 a 100. O significado do Ra é uma medida do quanto a reprodução das cores por uma determinada fonte de luz se aproxima daquela reprodução obtida pela luz natural. Dessa forma, quanto maior o valor de Ra, melhor a reprodução da cor, ou seja, maior a fidelidade na percepção das cores de objetos ou superfícies. Além disso, apresentam-se classificação de reprodução fidedigna das cores, conforme a tabela a seguir.

Tabela 4 – Classificação do IRC

Nível	Classificação / nível	Reprodução
Nível 1	1a: $90 < IRC < 100$	Excelente
	1b: $80 < IRC < 90$	Muito boa
Nível 2	2a: $70 < IRC < 80$	Boa

¹ Acesso em 16/04/2024. Disponível em: <<https://thepartner.com.br/tabela-de-cores-e-iluminacao/>>

	2b: 60 < IRC < 70	Razoável
Nível 3	3a: 40 < IRC < 60	Regular
	3b: 20 < IRC < 40	Insuficiente

Fonte: *Iluminação Elétrica (2015)*²

Cabe ressaltar que, em termos de reprodução fidedigna das cores, a Portaria Nº 62 do INMETRO estabelece que as luminárias LED com padrão viário devem possuir, minimamente, um IRC de 70%. Dessa forma, utiliza-se essa premissa para propor soluções em vias de veículos.

3.4.1.6. Poluição luminosa

De acordo com ABNT NBR 5101, a poluição luminosa é o brilho noturno no céu acima das áreas características de concentração urbana. Essa poluição é provocada pela luz artificial mal direcionada de casas, prédios e demais instalações, que é refletida na poeira, vapor de água e outras partículas dispersas na atmosfera. Pode ser entendida como desperdício de energia, provocada por luminárias, instalações e projetos ineficientes e mal elaborados.

No caso da iluminação pública, a poluição luminosa é traduzida em projetos com níveis de iluminância superdimensionados não condizentes com a iluminação recomendada pela referida norma ou por luminárias sem o correto controle de dispersão de luz, como luminárias de descarga de alta intensidade (vapor de mercúrio, vapor de sódio e vapor metálico).

Para reduzir a parcela da iluminação pública na poluição luminosa, as luminárias devem possuir uma classificação que mantenha baixa a emissão de luz acima do eixo horizontal, possua alta eficiência luminosa e permita baixos ângulos de instalação. Nessa perspectiva, as luminárias LED são atualmente apontadas como a melhor solução para redução da poluição luminosa nas cidades, uma vez que geram fluxo luminoso com dispersão direta dos raios luminosos.

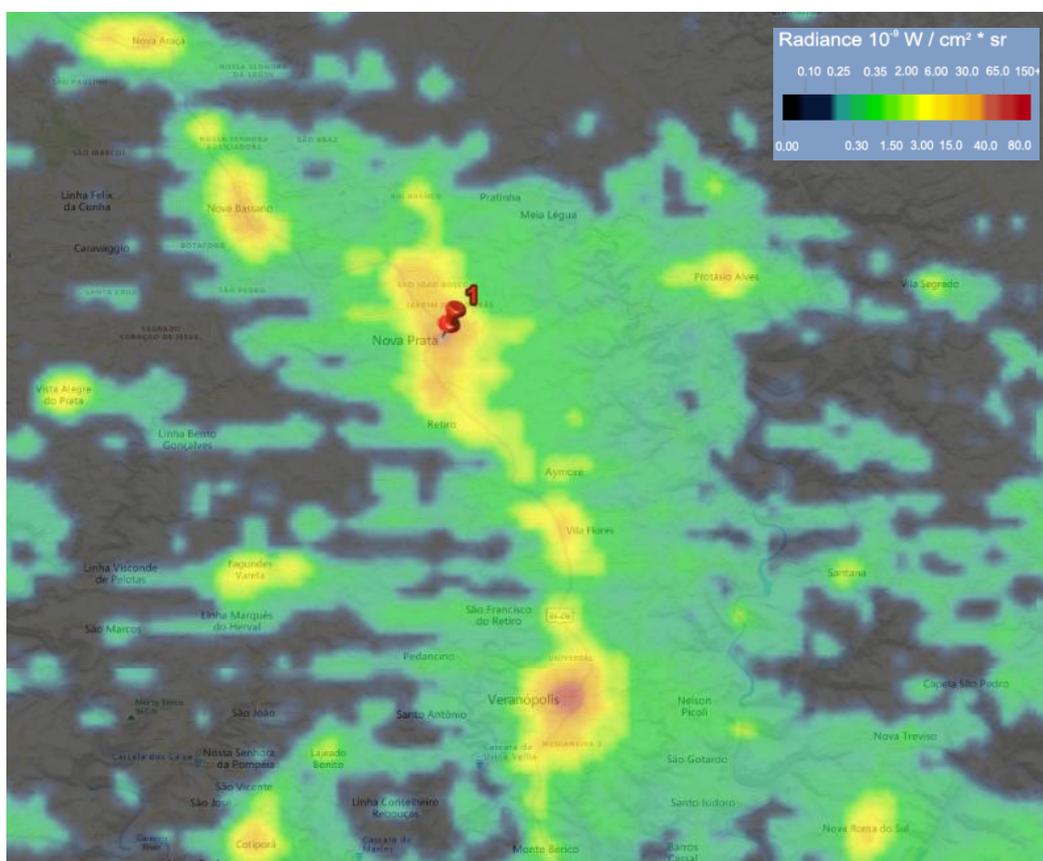
Na figura a seguir apresenta-se uma visualização noturna de regiões próximas à

² Iluminação Elétrica – Moreira, Vinicius de Araújo – 2015.

cidade de Nova Prata/RS para exemplificação da poluição noturna.

IGDS

Figura 3 – Mapeamento de poluição luminosa em regiões próximas a Nova Prata/RS



Fonte: Light Pollution Map – Overlay VIIRS 2023³ (2023)

A partir da avaliação da figura anterior, torna-se possível avaliar a poluição luminosa existente no município em relação a demais cidades próximas, uma vez que, pela legenda, entende-se que quanto mais próximo são os tons da cor vermelha, maior é a intensidade de radiação luminosa refletida para a atmosfera. Não obstante, é possível ainda verificar que outras regiões como Veranópolis/RS, possui intensidades de poluição luminosa maiores que a avaliada para Nova Prata/RS.

3.4.2. Adequação e Modernização da Rede de Iluminação Pública

A modernização da rede de iluminação pública do município corresponde à principal intervenção técnica, sendo sua execução ancorada ao cumprimento dos critérios de qualidade estabelecidos pela norma ABNT NBR 5101 para cada classe de

³ Acesso em 16/04/2024. Disponível em: < <https://www.lightpollutionmap.info/> >

iluminação pública da via de veículos e de pedestres. Apresentam-se os critérios de qualidade de iluminação pública associado a cada classe de iluminação para vias de veículos (C1 a C4) e vias de pedestres (P1 a P4) nas tabelas a seguir.

Tabela 5 – Requisitos de Iluminação por tipo de via para circulação de veículos

Classe de iluminação	Iluminância média mínima	Fator de uniformidade	Incremento de limiar
	EMED, MIN [lux]	mínimo [UMIN]	f_{π} (%) \leq
C1	30	0,38	14
C2	20	0,28	14
C3	15	0,18	15
C4	10	0,18	16

Fonte: ABNT NBR 5101

Tabela 6 – Requisitos mínimos de iluminação por tipo de via de circulação de pedestres

Classe de iluminação	Iluminância média mínima EMED, MIN [lux]	Iluminância média mínima E [lux]
P2	15,0	3,0
P3	10,0	2,0
P4	7,5	1,5
P5	5,0	1,0

Fonte: ABNT NBR 5101

Para proposição da modernização foram consideradas tecnologias de iluminação pública que consubstanciam em otimização da economia de energia elétrica. Nesse sentido, dentre as tecnologias disponíveis no mercado, a tecnologia LED se mostra superior em termos de eficiência luminosa, maior durabilidade e menores custos de manutenção.

Mediante à definição da tecnologia LED para a iluminação pública do município, foram identificados os principais fornecedores de luminárias para desenvolvimento

dos projetos luminotécnicos pela consultoria. Como resposta, foram obtidos orçamentos de 3 fornecedores de luminárias LED⁴ e 9 fotometrias. Foram propostas intervenções técnicas mediante implementação da tecnologia LED orçada junto aos fornecedores, associadas ao cumprimento dos critérios normativos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 5101, para simulação no software de iluminação pública DIALux Evo⁵ dos logradouros inspecionados localmente.

Dessa forma, com o intuito de sintetizar a quantidade de projetos luminotécnicos, foram definidos perfis viários típicos usualmente encontrados em vias com classe de iluminação C1 a C4. Esses perfis contemplam distanciamento entre postes, altura da luminária, projeção do braço de iluminação pública, larguras de vias de veículos, vias de pedestres e de canteiro central e quantidade de faixas de rodagem.

Por meio destes perfis, foram realizados projetos luminotécnicos que balizaram a definição em cada classe de iluminação para simulação dos logradouros amostrados. Tal definição baseou-se no atendimento à norma ABNT NBR 5101.

Tendo por base a definição do fornecedor para cada classe de iluminação, foram executadas simulações no software DIALux com base na amostra inspecionada e, dessa forma, foram simulados 9 logradouros públicos. Tais logradouros são simulados no referido software para o fornecedor selecionado por classe de iluminação.

Cabe ressaltar que, durante a definição da solução de iluminação pública (Potência, Fluxo Luminoso e Fotometria), observaram-se necessidades de adequações estruturais de iluminação pública para atendimento da norma ABNT NBR 5101. Dessa forma, apresenta-se a metodologia utilizada nos projetos luminotécnicos dos logradouros inspecionados pela amostra no tocante à necessidade de soluções técnicas na tipologia de montagem do logradouro para adequação à norma:

- Em casos em que a solução de iluminação LED, de determinado fornecedor, não

⁴ESB, Demape e SX Lighting

⁵Software aberto, gratuito e líder mundial para planejamento, cálculo e visualização de iluminação interna e externa desenvolvido pela DIAL.

atendeu os requisitos normativos mínimos da ABNT NBR 5101, avalia-se o ajuste angular na inclinação da luminária, limitando-se à faixa recomendada na referida norma entre 0 e 10°, priorizando os ajustes de 0 e 10°;

- Quando o ajuste angular se mostrar necessário, o cadastro técnico da rede de iluminação pública deve possuir referida informação, com o intuito de auxiliar equipes de modernização durante a instalação das luminárias.
- Quando o ajuste não se mostrou capaz de atender à norma, propôs-se a adequação estrutural relativa à substituição de braços de iluminação pública por outros dotados de projeção e altura que melhor se adaptem ao logradouro sob análise. Os braços de iluminação pública utilizados nos projetos luminotécnicos foram apurados pela amostra e avaliados conforme especificações técnicas disponibilizadas pela RGE Distribuidora, bem como tipos de braços classificados como fora do padrão, apresentados pela tabela a seguir:
- Caso a iluminação pública permaneça com requisitos inferiores aos mínimos estabelecidos pela norma mediante a proposição de alterações estruturais, considera-se simular fotometrias do mesmo fornecedor que apresentem maior potência;

Por meio da metodologia apresentada, são propostas soluções técnicas em acordo com os critérios normativos estabelecidos pela ABNT NBR 5101 para a totalidade dos logradouros inspecionados localmente, balizando a modernização da rede municipal de iluminação pública.

3.4.2.1. Metodologia de correlação entre inventário e amostra inspecionada

Posteriormente à metodologia apresentada para a modernização nos logradouros amostrados, é importante extrapolar as soluções propostas para a rede de iluminação pública em sua totalidade. Nesse sentido, a metodologia de correlação entre o inventário da rede de iluminação pública e as proposições luminotécnicas de tecnologia LED para a amostra definida segundo a ABNT NBR 5426:1985 segue a seguinte ordem de procedimentos:

1. Definição do quantitativo de pontos de iluminação pública do inventário para vias de veículos e de pedestres, conforme apresentado na seção 3;

2. Distribuição dos pontos de iluminação pública do inventário por potência existente;
3. Distribuição dos pontos de iluminação pública do inventário por classe de iluminação, com sua respectiva potência existente;
4. Definição da representatividade percentual das soluções de iluminação pública propostas por potência e classe de iluminação, conforme simulações executadas para os 9 logradouros;
5. Correlação da representatividade percentual das proposições de cada fornecedor por potência e por classe iluminação, com a distribuição de pontos de iluminação pública do inventário por potência e classe de iluminação.

Por meio dessa correlação entre inventário e amostra inspecionada, pode-se estabelecer a quantidade de pontos de iluminação pública por classe de iluminação e por potência atual, propondo as melhores soluções desenvolvidas via simulação luminotécnica. Dessa forma, possibilita-se a estimativa da eficientização a ser obtida mediante modernização, bem como quantitativo de alterações estruturais relacionados à totalidade da rede de iluminação pública.

3.4.3. Expansão da Rede de Iluminação Pública

Como um dos escopos do estudo tratado neste documento, tem-se a avaliação do aumento anual do número de pontos da rede de iluminação pública, conceituado como expansão da rede de iluminação pública. A metodologia utilizada baseia-se na avaliação de informações disponibilizadas pela prefeitura, nas quais constam o quantitativo de pontos de iluminação pública. Dessa forma, torna-se possível estimar o crescimento de pontos anual com base nas datas dos documentos disponibilizados.

Adicionalmente à metodologia que baliza a definição do quantitativo anual ampliado e incorporado ao longo da concessão, torna-se importante prever como estruturalmente a expansão ocorrerá. Nesse sentido, com base nas diretrizes estabelecidas pelas normas das empresas distribuidoras e pela inspeção de campo promovida, foi possível elaborar composições de estruturas de expansão da rede de iluminação pública. Na sequência à definição das estruturas, quantificou-se o

número de pontos de iluminação pública incrementados anualmente por composição tendo por premissa a realidade existente no município.

3.4.4. Implantação do Centro de Controle Operacional

A solução de Centro de Controle Operacional neste relatório é descrita de forma a especificar sua infraestrutura civil e as funcionalidades que o mesmo deve possuir para garantia de excelência no monitoramento dos serviços e obras relacionadas à iluminação pública.

3.5. Custos e Investimentos

Os custos e investimentos associados a cada solução de engenharia neste relatório proposta serão apresentados nas seções subsequentes, contendo relato da metodologia considerada para definição de valores de custos e investimentos em consonância com Lei 11.079/2004, Art. 10 § 4º.

Sendo assim, foi necessária a busca por detalhar os custos de investimento, despesas e operação de serviços no âmbito da concessão, assim como a realização de uma pesquisa atualizada de custos referenciais com fornecedores presentes no mercado.

Para o levantamento dos custos foram solicitados orçamentos de materiais e prestação de serviço, sendo considerado para o estudo o cálculo médio dos orçamentos. Também foram adotadas as tabelas referências como fontes de custos, a principal fonte de pesquisa foi a tabela SINAPI-RS (Sistema Nacional de Pesquisa de custos e Índices).

3.6. Outros aspectos

Além dos pontos a serem apresentados nesse projeto de engenharia, aclamam-se os seguintes aspectos:

- Com relação a elaboração de conjunto de parâmetros e obrigações mínimas que

garantirão que a concessionária implementará o projeto com o nível de serviço adequado, realizará os investimentos necessários e atenderá as diretrizes específicas do parceiro público, observando as recomendações de normas e padrões técnicos, serão observados no Caderno de Encargos, anexo que compõe o contrato de concessão da rede de iluminação pública.

- Não foram identificadas áreas do município que exigirão desapropriações de terrenos para execução dos serviços da concessão;

4. CRONOGRAMA DO PROJETO

Considerou-se para estruturação de um cenário-base de investimentos para concessão da rede municipal de iluminação pública as seguintes premissas:

- Prazo da concessão de 360 meses (30 anos);
- Prazo de modernização de 12 meses;
- Prazo para manutenção de 348 meses;
- Modernização de 100% dos pontos de iluminação pública a partir da tecnologia LED, incluindo a contabilização dos pontos com tecnologia LED existentes, atualmente, no município;
- Implantação e operação de um Centro de Controle Operacional (CCO);
- Cumprimento dos requisitos normativos estabelecidos na norma ABNT NBR 5101;
- Reinvestimento das luminárias com tecnologia LED atualmente instaladas no município;
- Demanda reprimida suprida com tecnologia LED em sua totalidade.

5. PROJETO DE ENGENHARIA

5.1. Soluções de iluminação pública

6.1.1.1 Especificações técnicas da tecnologia de iluminação pública

A Portaria nº 62 do INMETRO, publicada em 17 de fevereiro de 2022, tem como objetivo aprovar o regulamento técnico que ateste a qualidade para luminárias de iluminação pública com padrão viário. A atestação de qualidade é baseada no estabelecimento de requisitos, de cumprimento obrigatório, referentes ao desempenho e segurança do produto.

Conforme estabelecido no referido instrumento, apenas luminárias em conformidade com a Portaria Nº 62 do INMETRO poderão ser comercializadas, fabricadas e distribuídas em território nacional.

Dessa forma, ressalta-se que, para a modernização da rede de iluminação pública do município, devam ser adotadas luminárias com tecnologia LED que apresentam especificações técnicas em acordo com a Portaria nº 62 do INMETRO.

6.1.1.2 Modernização e adequação de vias de veículos e de pedestres

6.1.1.2.1 Tipologias

As tipologias das vias de veículos utilizadas para execução dos projetos luminotécnicos corresponderam àquelas inspecionadas localmente a partir da metodologia estabelecida pela ABNT NBR 5426:1985.

Projetos luminotécnicos

As propostas de intervenção levam em consideração a modernização e efficientização da rede de iluminação pública com a redução do consumo de energia elétrica, melhoria do nível de serviço e adequação dos projetos luminotécnicos para atendimento aos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 5101. Nesse sentido, foram desenvolvidos projetos luminotécnicos a fim de garantir que a modernização da rede de iluminação pública do município usufrua de todo o potencial de efficientização e

garanta o atendimento à referida norma.

As simulações luminotécnicas basearam-se no software de iluminação DIALux, mediante utilização de luminárias LED disponibilizadas por 1 fornecedor. Os tópicos a seguir apresentam os parâmetros de montagem identificados para cada ponto da amostra.

- Tipo de posteação: Unilateral (PU), Bilateral Frontal (PBF), Bilateral Alternada (PBA) e no Canteiro Central (PC);
- Distanciamento entre postes;
- Projeção do braço;
- Número de lâmpadas por poste;
- Altura de instalação da luminária;
- Largura da via e número de faixas de rodagem;
- Largura de faixas destinadas ao estacionamento de veículos;
- Largura de canteiro central (caso o logradouro possua).

Cabe ressaltar que a presença de arborização, apesar de ser parâmetro observado em alguns pontos da amostra como fator de interferência na iluminação, não foi considerado nas simulações por limitações de software.

Além dos parâmetros de montagem inspecionados localmente na rede de iluminação pública do município, os projetos luminotécnicos consideraram as seguintes premissas técnicas:

- Fator de Manutenção⁶ estabelecido em 0,70;
- Utilização de curvas fotométricas de luminárias LED que atendam as especificações apresentadas na seção 6.1.1.1;
- Atendimento à ABNT NBR 5101 dos critérios mínimos normativos de iluminância média e fator de uniformidade para vias C1 a C4;

- Atendimento à ABNT NBR 5101 dos critérios mínimos normativos de iluminância média e Iluminância mantida para vias de pedestres de acordo com a classe de iluminação P2 a P5.

Os projetos luminotécnicos são desenvolvidos para pontos inspecionados localmente, totalizando os 9 logradouros. Cada projeto contempla soluções que melhor se adequam ao logradouro, considerando luminária de menor potência com fluxo luminoso suficiente para atender à norma ABNT NBR 5101. No ANEXO III são apresentados os detalhes de cada simulação, informando a linha da luminária definida, resultados para requisitos normativos, propostas para adequações estruturais.

6.1.1.2.2 Alterações estruturais para atendimento à NBR 5101

Como descrito na seção 4.4.2, em casos onde a tipologia existente nos logradouros inspecionados localmente não possibilitou o atendimento à norma, foram propostas alterações estruturais como solução primária. As alterações estruturais consideram apenas as substituições de um tipo de braço por outro.

6.1.1.2.3 Resultados da correlação entre amostra e inventário da rede de iluminação pública do município

Por meio das proposições técnicas desenvolvidas para logradouros inspecionados localmente amostrados segundo a ABNT NBR 5426:1985, pode-se utilizar a metodologia de correlação entre inventário e amostra proposta para extrapolação dos resultados para a rede de iluminação pública em sua totalidade.

Cabe ressaltar que, uma vez que foram constatadas luminárias LED recentemente instaladas em vias públicas no município, optou-se por mantê-las em suas respectivas vias nos casos em que existem o atendimento perante os critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 5101. Nos casos em que as luminárias LED existentes estão em desacordo com os referidos critérios, propõe-se a sua substituição. Entretanto, para as luminárias LED retiradas, propõe-se sua realocação em outras vias, de forma que

⁶ Fator que leva em consideração depreciação gradual do fluxo luminoso em função de acúmulo de sujeira na luminária e ao fim de sua vida útil.

haja o atendimento dos critérios luminotécnicos. Portanto, evita-se o desperdício de recursos gastos pelo poder público na modernização realizada anteriormente ao projeto.

Com o intuito de definir o total de braços de iluminação pública necessários para aquisição, pode-se estimar o quantitativo de pontos com necessidade de adequação, considerando como braços antigos aqueles atualmente instalados e em condições de reutilização, bem como braços novos aqueles que são previstos pelo projeto luminotécnico. Portanto, a partir da diferença entre os braços antigos e os braços novos, tem-se a totalidade de aquisição de braços de iluminação pública. O resumo para as necessidades de aquisição dos referidos braços na tabela a seguir.

Tabela 8 – Resultado de aquisição de braços para adequação estrutural

Classe de iluminação	Quantidade para aquisição de braços	Tamanho dos Braços (m)
C1 e C2	254	3,00
C2 e C3	761	2,00
C4	1522	1,50

Fonte: Instituto Brasileiro de Gerenciamento e Projetos de Desenvolvimento Sustentável - IGDS (2024)

6.1.1.2.4 Investimentos para modernização e adequação de vias de pedestres e de veículos

Não obstante à definição de quantitativo, é importante estabelecer as previsões de investimentos que envolvem a modernização e adequação da rede de iluminação pública. Dessa forma, apresentam-se os resultados obtidos ao longo desta seção.

I. Luminárias LED

A partir do resultado obtido pela metodologia de correlação entre o inventário da rede municipal de iluminação pública e os logradouros inspecionados localmente, obtêm-se os quantitativos para a solução técnica proposta. A partir da definição desse

quantitativo, apresenta-se, na tabela a seguir, o valor do investimento por ponto considerando o fornecedor com melhor custo-benefício, objetivando a modernização da rede de iluminação pública do município para os pontos classificados como iluminação viária.

Tabela 9 – Investimentos em soluções técnicas de iluminação viária para a rede municipal de iluminação pública

Potência	Quantidade de Pontos IV	Custo Unitário	Custo
30	31	407,11	12.620,34
40	713	416,22	296.763,08
50	359	441,90	158.640,31
70	192	533,78	102.485,76
80	2611	505,41	1.319.634,21
96	50	604,16	30.208,17
100	610	595,54	363.280,01
120	3	667,62	2.002,87
150	503	767,09	385.845,82
	5072	-	2.671.480,57

Fonte: média de cálculo dos orçamentos

II. Alterações estruturais

Com o intuito de atender às normas previstas na ABNT NBR 5101, os projetos luminotécnicos para vias de veículos e de pedestres contemplam possibilidades de alterações estruturais na tipologia de montagem dos logradouros inspecionados. As realizações envolvem, basicamente, a substituição do tipo de braço de iluminação pública.

Conforme apresentado neste relatório, são necessárias aquisições de braços novos para adequação estrutural da iluminação viária.

Portanto, a partir dos quantitativos apresentados no referido relatório, pode-se calcular o investimento com aquisição de novos braços para cada um dos fornecedores

selecionados por classe de iluminação.

6.1.1.3 Premissas Operacionais para as luminárias LED

Assumem-se as seguintes premissas operacionais relacionadas a operação da tecnologia LED ao longo de toda a concessão da rede municipal de iluminação pública:

- Falha anual de 1,0%;
- Considerando a evolução tecnológica do LED, redução anual de 2% sobre o preço da luminária LED;
- Vida útil de operação: 60.000 horas com manutenção do fluxo luminoso L70;
- Garantia com o fornecedor, conforme regulamentação da Portaria Nº 62 do INMETRO.

6.1.1.4 Resultados das soluções de iluminação pública

Com base nos resultados apresentados para a modernização e adequação da rede de iluminação pública do município, pode-se avaliar que o fornecedor utilizado para a simulação luminotécnica atendeu plenamente os requisitos da norma.

5.2. Expansão da rede de iluminação pública

A expansão da rede de iluminação pública é o quantitativo de pontos de iluminação pública que são acrescidos anualmente à responsabilidade da Prefeitura do município. Esse crescimento pode ocorrer de duas maneiras:

- Ampliação: Demandas de novos pontos de iluminação pública ocasionadas por extensão da rede de iluminação a partir da ampliação de logradouro público existente ou de novo logradouro público cuja responsabilidade de implementação é do município;
- Crescimento Vegetativo: Demandas de pontos de iluminação pública os quais serão instalados por terceiros e, posteriormente à sua implantação, tornam-se responsabilidade do município.

Em ambos os casos os pontos acrescidos deverão ser incluídos aos existentes e

passarão a seguir todas as regras e normas estipuladas para o parque de iluminação pública do município.

6.2.1 Implantação de centro de controle e comando

Para a gestão de todo o processo de expansão, modernização e manutenção da iluminação pública do município, sendo a célula central de informações e controle, o CCO deve ser instalado contendo mobiliário específico, linha telefônica, acesso à rede de computadores e à internet, devendo operar 24 horas por dia, 7 dias por semana, contando, para isso, com sistema de fonte de alimentação ininterrupta de energia (nobreaks) para garantir o atendimento emergencial de ocorrências em caso de falta de energia.

A Concessionária deve garantir à administração pública o acesso integral e em tempo real, baseado em hierarquia de acessos, a todas as etapas da execução contratual dos dados primários, disponíveis no CCO, por meio de equipamentos instalados em local definido e de relatórios dinâmicos e mapas temáticos para monitoramento dos serviços realizados. Deve garantir a integração da rede municipal de iluminação pública e o sistema a ser utilizado pelo Verificador Independente com o Sistema Central de Gestão Operacional.

O CCO deve ter a capacidade de hospedar diferentes softwares para o gerenciamento da iluminação pública, dentre eles o SCGO, o call center e os softwares operacionais, devendo eles trabalhar de forma integrada. A integração de todos os sistemas e a convergência de dados e informações em um único banco de dados deve ser feita de forma rápida, confiável e compatível, visando otimizar os processos ou gerar informações de suporte e decisão para os gestores.

O SCGO é um sistema de controle e processamento central de todas as informações das equipes, CCO, almoxarifado, controle de frotas, softwares, controle de informatizados da Concessionária e monitoramento dos índices de desempenho e do consumo de energia elétrica da rede de iluminação pública. Deve ser compatível com os principais sistemas operacionais do mercado e permitir a exportação de dados para aplicativos comerciais de produção de documentos,

bancos de dados e para aplicativos (CAD e GIS).

É um sistema que deve potencializar o desempenho de gestão da rede de iluminação pública, devendo possuir algumas funcionalidades mínimas como as descritas a seguir, bem como outras necessárias para o SCGO explicitadas no Plano de Investimento e Operação.

- Gestão do cadastro técnico da rede de iluminação pública;
- Gestão de projetos associados às obras de modernização;
- Gestão dos serviços de manutenção e operação;
- Gestão do consumo de energia elétrica;
- Gestão das demandas dos usuários da rede de iluminação pública;
- Gestão dos índices de desempenho;
- Gestão de recursos da Concessionária por meio do sistema ERP.

6. ASSUNÇÃO OPERACIONAL

Previamente à eficácia do contrato, a concessionária assumirá custos relacionados a sua constituição e elaboração de planos e projetos. Estas despesas são descritas e apresentadas nos itens subsequentes.

6.1. Cadastro técnico da rede municipal de iluminação pública

O cadastro técnico da rede de iluminação pública é serviço indispensável no período prévio da assunção dos serviços e obras de modernização, manutenção, operação e ampliação da rede de iluminação pública do município. A seguir são apresentadas as diretrizes para realização do cadastro e seus custos.

6.1.1. Diretrizes para realização do cadastro técnico da rede de iluminação pública

Deve ser elaborado de forma detalhada o cadastro técnico georreferenciado de cada ponto de iluminação pública, quadro de comandos, transformadores, subestações e demais componentes da rede municipal de iluminação pública, com as respectivas localizações e características físicas, técnicas e de operação de propriedade do

município. Entende-se por ponto de iluminação uma luminária para iluminação pública e, portanto, um poste pode conter mais de um ponto de iluminação.

No cadastro técnico devem ser inseridos todos os dados essenciais à execução de serviços de qualquer natureza pela Concessionária, referentes às características técnicas e de localização de cada ponto de iluminação pública e o histórico de intervenções, incluindo ao menos:

I. Caracterização da localização:

- Endereço do logradouro do ponto de iluminação pública, sendo que para ponto com logradouro sem identificação, deverá ser registrado o endereço mais próximo ao ponto;
- Bairro;
- Região do município;
- Número do ponto de iluminação pública;
- Posição georreferenciada (latitude, longitude).

II. Caracterização da via:

- Classe viária (Trânsito Rápido, Arterial, Coletora ou Local);
- Classe de iluminação da via de veículos (C1, C2, C3 e C4);
- Classe de iluminação da via de pedestres (P2, P3, P4 ou P5);
- Largura da via de veículos transversal ao ponto de iluminação pública;
- Largura da via de pedestres transversal ao ponto de iluminação pública;
- Indicação de existência de arborização com potencial de obstrução do fluxo luminoso do ponto de iluminação pública (quando houver).

III. Lâmpada e Luminária

- Finalidade de Iluminação (viária, pedestre, ciclovia);
- Tecnologia de iluminação da Lâmpada e luminária;

- Fabricante e modelo da Lâmpada e luminária;
- Data de fabricação e instalação da Lâmpada e luminária;
- Eficiência da Lâmpada e da luminária [lm/W];
- Tipo de luminária (padrão viário, decorativo, projetor, embutida no solo, balizador ou demais tipos)
- Potência da luminária [W];
- Tipo de reator;
- Fabricante e modelo do reator (se houver);
- Data de instalação do reator (se houver);
- Perda de potência total dos equipamentos auxiliares [W];
- Potência total do ponto de iluminação pública [W];
- Ajuste angular da inclinação das luminárias para pontos de iluminação pública modernizados.

IV. Poste e Braço:

- Para os pontos de iluminação pública instalados em vias de veículos: Estrutura de posteação (unilateral, bilateral frontal ou alternada, canteiro central);
- Tipo de poste com informações referentes à natureza de sua composição (concreto, aço ou madeira) e ao tipo de instalação (flangeado ou engastado), sendo que para os postes exclusivos deverá constar, quando houver, data da fabricação e de instalação além do fabricante;
- Projeção horizontal da luminária [m];
- Altura de instalação da luminária [m];
- Quantidade de luminárias no poste;
- Modelo dos núcleos de topo de poste para instalação do conjunto de luminárias, quando houver;
- Modelo do braço de iluminação pública com informações referentes data da

fabricação e de instalação além do fabricante, quando houver;

- Exclusividade ou não do poste para rede municipal de iluminação pública indicando nos casos de não-exclusividade o proprietário do poste.
- Distância entre o poste e o meio-fio;
- Distância média entre os postes adjacentes.

V. Transformadores exclusivos da rede de iluminação pública

- Potência do transformador;
- Montagem ou instalação (pedestal ou abrigado).

6.2. Planos e projetos de iluminação pública

Os planos e projetos de iluminação pública assumem papel importante para a concessão da rede municipal de iluminação pública por apresentar os procedimentos, estratégias, cronogramas e a forma de atuação de todas as atividades relacionadas à manutenção, operação, modernização, adequação e expansão da rede municipal de iluminação pública. A partir dos planos e projetos, o poder concedente aprovará a forma como se dará a execução dos serviços e avaliará se eles satisfazem as necessidades que o projeto de engenharia, bem como demais documentos dessa estruturação da concessão apresenta.

Caberá à concessionária o desenvolvimento dos seguintes planos operacionais:

- Plano de Transição Operacional (PTO) que tem por objetivo garantir o processo de operação e de manutenção inicial de todos os equipamentos, materiais e dispositivos da rede municipal de iluminação pública atual até o início do período de modernização. O plano deverá ser elaborado previamente à eficácia do contrato, contemplando os seguintes assuntos:
 - Gerenciamento de Resíduos Sólidos;
 - Modelo de Execução dos serviços;
 - Gestão de Materiais; e
 - Operação e Manutenção dos pontos de iluminação pública iniciais.

- Plano de Modernização e Operação (PMO) que tem por objetivo planejar e estruturar todos os serviços da concessão devendo incorporar o PTO, com as devidas revisões e atualizações para inclusão dos serviços de operação e manutenção, de expansão e de modernização e efficientização da rede municipal de iluminação pública. O plano deverá ser elaborado previamente ao início da modernização e contemplar em sua forma:
- Operação e Manutenção;
- Modernização e Efficientização;
- Expansão da rede municipal de iluminação pública;

Adicionalmente, a concessionária da rede municipal de iluminação pública deverá apresentar projetos executivos elétricos e luminotécnicos previamente a execução do serviço de modernização e efficientização.

7. PLANO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

O plano de operação e manutenção apresenta os custos de operação e manutenção da rede municipal de iluminação pública durante todo o período da concessão, apresentando as premissas e os custos definidos para:

- SCGO;
- Estrutura organizacional da SPE;
 - Mão de Obra;
 - Veículos;
 - Mobiliário da SPE.
- Equipes operacionais para execução dos serviços de modernização e manutenção da rede de iluminação pública
 - Escopo de serviços manutenção da rede municipal de IP (Equipes de O&M, ronda e veículos);
 - Mão de obra;
 - Veículos;
- Crescimento Vegetativo;

- Iluminação Provisória;
- Materiais de manutenção;
- Vandalismo, furto e abaloamento;
- Outros custos.

7.1. Sistema Central de Gestão Operacional

O sistema central de gestão operacional (SCGO) corresponde ao sistema de controle e processamento central de todas as informações das equipes, CCO, almoxarifado, controle de frotas, softwares e controles informatizados da Concessionária. Por meio do SCGO deve ser possível realizar:

- Gestão do cadastro técnico da rede de iluminação pública;
- Gestão dos projetos associados às obras de expansão e modernização;
- Gestão dos serviços de manutenção e operação;
- Gestão do consumo de energia elétrica;
- Gestão das demandas dos usuários da rede de iluminação pública;
- Gestão de recursos da Concessionária por meio de sistema ERP (Enterprise Resource Planning).

As funcionalidades de gestão supracitadas correspondem a funções mínimas que o SCGO deve possuir a fim de potencializar o desempenho da gestão da rede de iluminação pública, onde engloba ao longo da vigência do contrato da Concessão a prestação de serviços de suporte técnico, manutenção, atualizações, customizações, backup, implantação e treinamento. A seguir são detalhadas as funcionalidades mínimas que o SCGO deve possuir ao longo de toda a concessão.

- Gerenciamento do cadastro técnico de iluminação pública:
 - O SCGO deve dispor de sistema que contenha cadastro técnico e ferramenta para gerenciamento dos ativos administrados pela Concessionária. O sistema deve contemplar base de dados georreferenciada GIS (Geographic Information System) de todos os

ativos abarcados pela concessão, a qual deve ser utilizada como base de informações às demais soluções do sistema. Este cadastro deve ser permanentemente atualizado conforme ocorrerem as intervenções na rede de iluminação pública do Município, por meio de dispositivos móveis ou diretamente na interface web. É responsabilidade da Concessionária a manutenção da atualização do cadastro.

- Gerenciamento de projetos:
 - Este sistema deve permitir a gestão de projetos relacionados aos serviços prestados pela Concessionária. Todos os projetos devem ser visualizados em correspondência com mapas e dados cartográficos da base de dados GIS e do sistema de gerenciamento de ativos. O sistema deve:
 - Ter acesso aos dados do cadastro técnico;
 - Realizar a interface de informações entre projetos, serviços e seus respectivos locais de execução;
 - Monitorar o andamento de cada projeto, os custos e os recursos empregados.
 - O sistema deve gerar relatórios gerenciais sobre o andamento dos projetos de forma que permita o monitoramento pela Concessionária, pelo Verificador Independente e pelo Poder Concedente.
- Gestão de manutenção e operação:
 - A gestão de manutenção e operação deve ser garantida por meio de sistema que garanta o controle do processo de manutenção e operação da rede de iluminação pública. O sistema deve fazer a integração entre protocolos de manutenção ou operação de obras, e os dados controle da frota e equipes em campo para o monitoramento da execução de cada serviço, bem como a localização da equipe responsável. Deve controlar, distribuir as ordens de serviço para as equipes e realizar a atualização dos dados do cadastro técnico de acordo com as informações enviadas pelas equipes de campo e os respectivos protocolos e OS (ordem de serviço);

- Por meio de dispositivos móveis com acesso à rede de dados, as equipes de campo devem ter acesso ao sistema, permitindo a visualização do histórico de intervenções do ponto de iluminação pública relacionado na solicitação de serviço. O sistema deve permitir o controle de materiais utilizados por cada equipe. O planejamento das rotas de vistoria das rondas deve ser fornecido pelo SCGO, o qual deve fazer o controle das equipes de vistoria de todos os pontos de iluminação pública, e garantir que a inspeção completa da rede seja feita dentro do prazo estabelecido.
- Gestão do consumo de energia:
 - O SCGO deve realizar o processamento entre todos os dados do controle de monitoramento remoto das luminárias para fins de cálculo do consumo e gastos de energia;
 - O consumo de energia estimado deve ser baseado nas potências das lâmpadas cadastradas na base de dados georreferenciada, considerando as perdas dos reatores e no tempo de operação previsto na resolução 414 da ANEEL;
 - Os cálculos elétricos devem também mensurar os níveis de carregamento dos transformadores próprios, quando couber, e queda de tensão dos circuitos de iluminação pública, garantindo um gerenciamento eficiente dos ativos, indicando pontos passíveis de manutenção ou melhorias;
 - Os dados devem ser armazenados para a criação de série histórica de todo o período de concessão.
- Atendimento ao usuário:
 - Deve ser utilizado sistema capaz de gerenciar as demandas apresentadas pelos usuários do sistema de iluminação pública, integrando com o call center. O sistema deve efetuar o registro da ocorrência, o despacho do serviço necessário e a comunicação de resposta com o usuário solicitante informando o atendimento da demanda. Deve ser integrado à gestão de manutenção e operação

para a abertura de ordem de serviço e acompanhamento do chamado. Deve registrar as ocorrências com base no cadastro técnico, permitindo a análise de fenômenos recorrentes.

- Indicadores de desempenho:
 - O SCGO deve apresentar sistema de mensuração de desempenho que vai aferir os aspectos operacionais e gerenciais da execução do contrato de concessão. Deve representar o quadro de indicadores de desempenho que vai fazer parte do contrato, permitindo o monitoramento do desempenho da Concessionária. Os dados devem estar disponíveis para a Prefeitura e para o verificador independente do contrato, a fim de que seja monitorado e verificado o desempenho da Concessionária.
- Planejamento de recursos da Concessionária:
 - A Concessionária deve contar com sistema de planejamento de recursos (ERP) para suportar seus processos de negócios. Os processos atendidos e funcionalidades devem ser, no mínimo, os seguintes:
 - Gestão de materiais:
 - ✓ Cadastro de materiais, fornecedores e serviços;
 - ✓ Administração de compras de materiais, de contratação de obras e serviços e controle dos respectivos prazos e garantias;
 - ✓ Gestão de fornecimento de materiais;
 - ✓ Inventário físico estoque (anual, rotativo, amostra);
 - ✓ Previsão e planejamento de materiais;
 - ✓ Administração de estoques centralizado e depósitos.
 - Controladoria:
 - ✓ Gestão de custos;
 - ✓ Alocação de custos;
 - ✓ Orçamento de despesa.
 - Gestão de investimentos:

- ✓ Gestão de orçamento de investimento;
- ✓ Acompanhamento da realização orçamentária.
- Contabilidade:
 - ✓ Balanço patrimonial;
 - ✓ Demonstração de resultados do exercício;
- Gestão dos ativos contábeis.
- Financeiro:
 - ✓ Contas a pagar;
 - ✓ Contas a receber;
 - ✓ Administração de caixa;
 - ✓ Fluxo financeiro;
 - ✓ Fluxo orçamentário.
 - ✓ Gestão da frota de veículos.

7.2. Estrutura organizacional

Além do efetivo de campo dimensionado para execução serviços de modernização, operação, manutenção e expansão da rede municipal de iluminação pública, a SPE apresentará estrutura organizacional capaz de gerir, controlar, planejar e garantir o cumprimento do cronograma, diretrizes, especificações, projetos e dos indicadores de qualidade da concessão de iluminação pública. Nesse sentido, assume-se que a SPE deverá apresentar a seguinte diretoria expressa:

- Engenharia/Tecnologia/Operações: Responsável pela definição/elaboração e planejamento de procedimentos operacionais padrão (POPs), manuais e de todos os projetos relacionados à modernização e efficientização e expansão da rede municipal de iluminação pública bem como pela manutenção da qualidade dos serviços, gestão de todas as atividades relacionadas à execução da operação e manutenção e de projetos, incluindo a operação do call center e do CCO, gestão de frota, serviços e equipes de campo (manutenção corretiva / preditiva / preventiva e verificação ativa), almoxarifado, gestão de estoque, suprimento, logística e central de atendimento e projetos ao longo da concessão;
- Administrativo/Financeiro: Responsável pela gestão das áreas de suporte à

organização incluindo financeiro, recursos humanos (RH) e segurança do trabalho, contábil, jurídica, administrativa, serviços gerais e vigilância.

Aclara-se que o serviço de *call center* deve ser apoiado pelo sistema de atendimento ao usuário/cidadão, operando em 2 turnos por dia sendo diurno entre 09h e 18h com 1 posição de atendimento e noturno entre 18h e 00h com 2 posições de atendimento, em dias úteis, além de ser equipado com atendimento eletrônico (URA – Unidade de Resposta Audível), gravação e supervisão on-line para os períodos não cobertos pelas posições de atendimento.

7.2.1. Veículos

Para fins de fiscalização e gestão dos serviços de modernização, manutenção, gestão e operação da rede de iluminação pública, torna-se necessário aquisição de veículos de passeio para a estrutura administrativa da SPE.

7.3. Equipes operacionais para manutenção e modernização da rede de iluminação pública

A seguir apresentam-se a descrição dos serviços relacionados a manutenção e modernização da rede de iluminação pública, o dimensionamento operacional, mão de obra e seus custos.

7.3.1. Escopo de serviços para manutenção da Rede Municipal de Iluminação Pública

Competirá à SPE a responsabilidade pela manutenção da rede municipal de iluminação pública, garantindo a execução dos serviços de manutenção preditiva, preventiva, corretiva e corretiva emergencial, visando que a rede municipal de iluminação pública desempenhe sua função e opere em condição normal, padronizada e segura a partir da assinatura de contrato. Os serviços de manutenção deverão garantir:

- I. A redução da taxa de falhas: redução do número das intervenções corretivas na rede municipal de iluminação pública, obtendo assim, economia nos variados custos operacionais e garantindo pleno funcionamento da rede

municipal de iluminação pública;

- II. A continuidade do serviço de iluminação pública: execução dos serviços de manutenção corretiva com celeridade a fim de reestabelecer rapidamente o nível de iluminação compatível com os requisitos luminotécnicos e de eficiência da concessão previstos na ABNT NBR 5101;
- III. A segurança das instalações e das pessoas: prevenção por meio de acompanhamento regular do estado e da qualidade de todos os equipamentos que compõem o sistema de iluminação, eliminando riscos mecânicos e elétricos.

A SPE deverá realizar o registro de todas as operações de manutenção e atualização do cadastro da rede municipal de iluminação pública, das atividades executadas, da rota dos veículos, dos dados de mão de obra aplicada, dos materiais e equipamentos retirados, substituídos e instalados.

A SPE deverá realizar a operação e manutenção da rede municipal de iluminação pública de acordo com as obrigações de resultado quanto a:

- I. Garantia de funcionamento;
- II. Garantia de cumprimento dos requisitos luminotécnicos da ABNT NBR 5101;
- III. Garantia de excelência no aspecto visual e estético;
- IV. Garantia do consumo de energia / nível de eficiência.

Nesse sentido, a SPE deverá apresentar em sua estrutura de pessoal equipes de operação e manutenção (O&M) a fim de realizar os seguintes serviços a ela atribuídas:

- I. Manutenção preditiva: serviço que objetiva garantir a manutenção da qualidade do serviço prestado, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva conforme definição da ABNT NBR 5462:1994;
- II. Manutenção preventiva: serviços que compreendem ações/intervenções

programadas, periódicas, sistemáticas e bem definidas com o objetivo de elevar a probabilidade de os pontos de iluminação pública operarem dentro da vida útil esperada e evitar falhas no sistema, desgastes dos equipamentos, reclamações dos usuários ou solicitações do poder concedente. As ações preventivas tomam por base intervalos de tempo pré-determinados e/ou condições pré-estabelecidas de funcionamento eventualmente inadequadas. Entre os equipamentos e componentes da rede de iluminação pública que são inseridos para planejamento de manutenção preventiva destacam-se: luminárias; braços e suportes; postes exclusivos de iluminação pública; transformadores exclusivos e componentes elétricos como caixas de passagem, conexões elétricas, cabos etc.;

III. Manutenção corretiva: serviço que objetivam reestabelecer o funcionamento da rede de iluminação pública após apuração de um dano ou falha feita pelas inspeções de ronda, usuários ou poder concedente;

IV. Manutenção corretiva emergencial: serviço que objetiva reestabelecer o funcionamento da rede de iluminação pública em situações que possam colocar em risco a integridade física dos munícipes ou os patrimônios da cidade. Esses serviços deverão ser atendidos de imediato, ou seja, configuram como ações corretivas de pronto atendimento. São exemplos de situações geradoras de serviços de pronto atendimento:

- Abalroamentos;
- Ordens de Serviços que coloquem em risco ao cidadão;
- Impactos diversos;
- Fenômenos atmosféricos;
- Incêndios/circuitos partidos;
- Braços e luminárias em eminência de queda;
- Vias ou passeios obstruídos com componentes danificados dos pontos de iluminação pública
- Apresentam-se nas seções subsequentes as premissas consideradas para

dimensionamento das equipes de manutenção e de ronda da rede municipal de iluminação pública, descrição das equipes e seus respectivos custos e investimentos.

7.3.2. Escopo de serviços para modernização da rede de iluminação pública

A SPE deverá prover equipes operacionais de campo compostas por funcionários devidamente treinados segundo as normas regulamentadoras (NRs) e segundo procedimentos operacionais baseados em normas técnicas com destaque para a ABNT NBR 5410 para execução dos serviços de modernização da rede de iluminação pública. As equipes de modernização deverão ser dimensionadas de forma que o prazo estabelecido seja cumprido. As equipes deverão ser capazes de modernizar como também proceder com a resolução de ordens de serviço de manutenção.

7.3.3. Dimensionamento operacional

Apresentam-se nas seções subsequentes as premissas consideradas para dimensionamento das equipes de manutenção, modernização e de ronda da rede municipal de iluminação pública e descrição das equipes.

Especialmente durante o período de modernização, as equipes devem ter capacidade de executar tanto serviços de manutenção como também de modernização da rede de iluminação pública. Nesse sentido, as equipes operacionais se apresentam com a seguinte composição seguindo a regulamentação da NR-10:

- Dois eletricitas técnicos com função de substituir e modernizar pontos de iluminação pública, retirar reatores e relés fixados ao poste de iluminação pública e restabelecer o funcionamento do equipamento da rede municipal de iluminação pública a partir de reparo ou substituição;
- Um ajudante para apoio a operação dos eletricitas, além de ser responsável por conduzir o veículo necessário para execução dos serviços.

Findado o período de modernização, as equipes passam ter a composição de 2 eletricitas técnicos.

7.3.3.1. Premissas Operacionais

Para o dimensionamento das equipes operacionais de modernização e manutenção, assumem-se as seguintes premissas:

- Período de transição operacional e de modernização conforme apresentado na seção 5;
- Distribuição de pontos por classe de iluminação C1, C2, C3 e C4;
- Acréscimos de pontos de iluminação pública decorrentes da expansão da rede municipal de iluminação pública;
- Carga de trabalho diária de oito horas para uma equipe de manutenção diurna e seis horas para equipes de manutenção noturna com fator de produtividade 80%, isto é, definindo-se que 20% horas são despendidas em interrupções de trânsito e deslocamento entre pontos de IP, portanto, tem-se uma carga diária trabalhada efetiva de 6,4 horas;
- Tempo de intervenção médio de 20 minutos para execução do serviço de manutenção dos chamados demandados pelo call center;
- Durante os dias úteis a existência de dois turnos de trabalho: 1º período – diurno entre 09:00 e 18:00 – 8 horas de trabalho e 1 hora de intervalo; 2º período – noturno entre 22:00 e 05:00 – 7 horas de trabalho e 1 hora de intervalo;
- Disposição de equipes plantonistas, sendo está destinada a pronto- atendimentos e utilização sob demanda de operação.

7.3.3.2. Ronda

A Concessionária deve dispor de equipes de ronda noturna para inspeção dos pontos de iluminação pública ao longo da concessão.

Para dimensionamento das equipes de ronda consideram-se as seguintes premissas:

- Inspeção noturna na totalidade dos pontos de iluminação pública instalados em vias C4 e em áreas especiais, a cada 30 dias;

- Inspeção noturna na totalidade de pontos de iluminação pública instalados em vias C1, C2 e C3, a cada 15 dias;
- Inspeção diurna na totalidade dos pontos de iluminação pública instalados em vias em vias C1, C2, C3 e C4 e em áreas especiais a cada 30 dias;
- Velocidade média de inspeção de 20 km/h;
- 20% de ocupação do tempo destinado a registro das ordens de serviços;

7.3.3.3. Veículos

Considera-se nessa estruturação de projeto, a aquisição dos veículos destinada a operação, modernização e manutenção da rede municipal de iluminação pública pela SPE. O dimensionamento do quantitativo levou em consideração o quantitativo de equipes operacionais além do quantitativo apresentado para as equipes de ronda.

Os veículos aplicados para modernização, manutenção da rede de iluminação pública e ronda são apresentados a seguir:

- Veículo operacional: Caminhonete com motor a diesel, potência 180cv, cabine dupla, 4x4 com guindaste hidráulico com momento de carga útil mínimo de 1550kgf/m, lança com cesto duplo com alcance de 16 m de altura, sinalizador visual rotativo amarelo ou âmbar;
- Veículo especial: Caminhão com carroceria fixa, capacidade de 7,5 t, cesto duplo com as seguintes especificações mínimas: motor diesel de 162cv, guindaste hidráulico acoplado de 15,5 tf/m de momento de carga útil, lança com cesto duplo com alcance de 16 m de altura, sinalizador visual rotativo amarelo ou âmbar;
- Veículo de ronda: Motocicleta de 125 cilindradas.

7.3.4. Materiais de manutenção

Considera-se para estruturação da modelagem econômico-financeira as seguintes premissas para aquisição de materiais de manutenção:

- Estabelece que serão reaproveitados 50% das lâmpadas e luminárias de descarga e dos reatores da rede de iluminação pública atual durante o período de transição operacional e modernização para manutenção dos pontos de iluminação pública ainda não modernizados segundo o cronograma que comporá o Plano de

Modernização e Eficientização;

- As garantias dos equipamentos que comporão a rede modernizada: LumináriasLED (5 anos); Relé (2 anos).

7.3.5. Furto, Vandalismo e Abalroamentos

Para vandalismo, furto e abalroamentos foram consideradas as seguintes premissas com base em projetos correlatos desenvolvidos pela equipe de Engenharia do Projeto e informações oriundas da amostra.

Considerou-se taxa de furto de cabos anual de 1% para circuitos de três condutores;

- Considera-se para vandalismo de luminárias uma taxa anual de 0,5%;
- Com base na expertise da equipe técnica em outros projetos, considera-se taxa de abalroamento de 1% ao ano.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório apresentou todos os parâmetros e premissas de engenharia atinentes às soluções de engenharia para modernização, expansão e adequação da iluminação pública do município. Estas foram baseadas em projetos luminotécnicos desenvolvidos no *software* DIALux, com base no levantamento de amostra em consonância com ABNT NBR 5426:1985, onde foi possível determinar o percentual de eficientização e o número de adequações, cumprindo os requisitos normativos da ABNT NBR5101.

No que tange a expansão da rede de iluminação, este relatório demonstrou, com base na análise de informações disponibilizadas pela prefeitura, a taxa de expansão anual do quantitativo de pontos de iluminação pública no município.

9. ANEXOS

ANEXO I - Cadastro da rede de iluminação pública;

ANEXO II – Vias classificadas em níveis de iluminação pública;

ANEXO III – Resultados das simulações para os logradouros inspecionados;

IGDS