

# RELATÓRIO DE ENGENHARIA DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

**CONTRATO Nº 2023007**

**Abril/2023**

# Relatório de

## Engenharia da Rede de Iluminação Pública

**CONTRATO Nº 2023007**

**Licitação Eletrônica BRDE nº 2022/177**

**Objeto:** Contratação de serviços técnicos necessários para a estruturação de projeto(s) de Parceria Público-Privada (PPP) relativo(s) à modernização, efficientização, expansão, operação e manutenção da infraestrutura de redes municipais de iluminação pública e serviços correlatos no quantitativo total de até 27.073 (Vinte e sete mil e setenta e três) pontos de luz.

**Data de assinatura do contrato:** 25 de janeiro de 2023.

**Prazo:** 24 meses, a partir da data de assinatura.

**Município Atendido:** Santa Maria - RS

**Clientes:**



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

### SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>NORMAS TÉCNICAS.....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>TECNOLOGIAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA .....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>PRINCIPAIS PARÂMETROS LUMINOTÉCNICOS .....</b>	<b>25</b>
7.1	Iluminância.....	25
7.2	Fator de uniformidade.....	25
7.3	Luminância.....	25
7.4	Temperatura de cor correlata .....	26
7.5	Índice de reprodução de cor.....	26
7.6	Poluição luminosa .....	27
<b>8</b>	<b>MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA .....</b>	<b>31</b>
8.1	Metodologia de Simulações .....	31
8.1.1	Metodologia para Adequação e Modernização da Iluminação Viária .....	31
8.1.2	Metodologia de correlação entre inventário e amostra inspecionada .....	34
8.2	Modernização e adequação da iluminação viária .....	35
8.2.1	Tipologias .....	35
8.2.2	Projetos luminotécnicos.....	35
8.2.3	Alterações estruturais para atendimento à NBR 5101 .....	38
8.2.4	Correção de Pontos Escuros para atendimento à ABNT NBR 5101 .....	39
8.2.5	Resultados da correlação entre amostra e inventário da rede de iluminação pública do município .....	40
8.2.6	Nível de Eficientização .....	42
<b>9</b>	<b>MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO EM ÁREAS ESPECIAIS .....</b>	<b>45</b>
9.1	Metodologia para modernização da iluminação em áreas especiais.....	45

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

<b>9.2 Modernização e Adequação da Rede de Iluminação Pública em Áreas Especiais .....</b>	<b>46</b>
9.2.1 Praças, Parques e outros locais .....	47
9.2.2 Campos de Futebol e Quadras Poliesportivas .....	47
9.2.3 Cemitérios públicos .....	48
9.2.4 Resultados técnicos para modernização e adequação da rede de iluminação pública em Áreas Especiais .....	49
<b>10 EXPANSÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA .....</b>	<b>50</b>
10.1 Metodologia para expansão da rede de iluminação pública .....	50
10.2 Expansão da rede de iluminação pública.....	50
10.2.1 Estruturas para ampliação da rede de iluminação pública .....	53
10.2.1.1 Determinação de quantitativos de ampliação por tipo de estrutura.....	55
10.2.1.2 Definição da solução de iluminação pública.....	57
10.2.2 Crescimento Vegetativo .....	58
10.3 Demanda Reprimida .....	58
<b>11 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELEGESTÃO .....</b>	<b>64</b>
11.1 Benchmarking de soluções de Tecnologias de Comando e Controle Remoto da Rede de Iluminação Pública .....	64
11.2 Estrutura operacional do sistema de telegestão .....	67
11.2.1 Conectividade.....	68
11.2.2 Características básicas da plataforma do Sistema de Telegestão .....	68
11.2.3 Dispositivo de Controle do Sistema de Telegestão .....	71
11.2.4 Concentradores ou gateways .....	73
11.2.5 Servidor de telegestão .....	74
11.3 Funcionalidades do Sistema de Telegestão .....	75
11.3.1 Monitoramento.....	75
11.3.2 Controle .....	75
11.3.3 Medição .....	76
11.3.4 Dimerização.....	76
11.3.4.1 Dimerização pela Otimização do Fluxo Luminoso .....	79
11.3.5 Potenciais receitas acessórias .....	82

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

<b>12 ILUMINAÇÃO DE DESTAQUE PRELIMINAR .....</b>	<b>83</b>
<b>13 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE VIDEOMONITORAMENTO .....</b>	<b>88</b>
<b>13.1 Infraestrutura existente .....</b>	<b>88</b>
13.1.1 Equipamentos.....	88
13.1.1.1 Câmeras Fixas .....	89
13.1.1.2 Câmeras Móveis (Speed Domes) .....	89
13.1.2 Software de gestão das câmeras .....	90
<b>13.2 Localização do CIOSP .....</b>	<b>91</b>
<b>13.3 Serviços de segurança e sua integração .....</b>	<b>93</b>
13.3.1 Instalação e locação dos equipamentos.....	93
<b>13.4 Localização das câmeras e perímetro de atuação.....</b>	<b>95</b>
<b>13.5 Georreferenciamento dos pontos de videomonitoramento.....</b>	<b>103</b>
<b>14 CRONOGRAMA DO PROJETO.....</b>	<b>106</b>
<b>15 PLANO DE INVESTIMENTOS .....</b>	<b>109</b>
<b>15.1 Despesas pré-operacionais .....</b>	<b>110</b>
15.1.1 Cadastro técnico da rede municipal de iluminação pública .....	111
15.1.2 Planos e projetos de iluminação pública .....	111
15.1.3 Resumo Despesas pré-operacionais.....	113
<b>15.2 Implantação do Sistema Central de Gestão Operacional .....</b>	<b>113</b>
<b>15.3 Infraestrutura operacional .....</b>	<b>119</b>
15.3.1 Preparação da unidade operacional.....	119
15.3.2 Mobiliário da SPE .....	119
15.3.3 Centro de Controle e Comando (CCO) .....	120
1.1.1.1 CCO Espelho .....	123
<b>15.4 MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA .....</b>	<b>124</b>
15.4.1 Luminárias LED .....	124
15.4.2 Alterações estruturais .....	126
15.4.3 Correção de Pontos Escuros (CPE) .....	127
<b>15.5 MODERNIZAÇÃO DE ÁREAS ESPECIAIS .....</b>	<b>128</b>
15.5.1 Praças, Parque e Outros Locais.....	128
15.5.2 Campos de Futebol e Quadras.....	129

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

15.5.3 Cemitérios .....	130
<b>15.6 Iluminação de Destaque.....</b>	<b>132</b>
<b>15.7 Expansão da Rede de Iluminação Pública .....</b>	<b>133</b>
15.7.1 Ampliação.....	133
15.7.2 Crescimento Vegetativo .....	136
15.7.3 Demanda Reprimida.....	137
<b>15.8 Sistema de Telegestão .....</b>	<b>138</b>
15.8.1 Telegestão.....	138
15.8.2 Relé Fotoeletrônico .....	139
<b>16 OPERAÇÃO E OPEX.....</b>	<b>141</b>
<b>16.1 Pessoal.....</b>	<b>141</b>
16.1.1 Mão de Obra.....	142
16.1.2 Veículos.....	146
<b>16.2 Material de Consumo .....</b>	<b>147</b>
<b>16.3 Manutenção e Modernização.....</b>	<b>147</b>
16.3.1 Modelo Operacional e Fluxograma de Operação e Manutenção .....	148
16.3.2 Escopo de serviços para manutenção da Rede Municipal de Iluminação Pública .....	149
16.3.3 Escopo de serviços para modernização da rede de iluminação pública ..	152
16.3.4 Dimensionamento operacional .....	152
16.3.4.1 Premissas Operacionais .....	153
16.3.4.2 Dimensionamento das Equipes.....	153
16.3.4.3 Custos.....	154
16.3.4.4 Ronda .....	155
16.3.4.5 Veículos .....	157
<b>16.4 Furto, Vandalismo e Abalroamentos .....</b>	<b>158</b>
<b>16.5 Custos Operacionais com Sistema de Telegestão .....</b>	<b>159</b>
<b>16.6 Custos Operacionais com Gestão de Resíduos .....</b>	<b>160</b>
<b>16.7 Corte e poda.....</b>	<b>161</b>
16.7.1 Dimensionamento.....	161
<b>16.8 Outros Custos.....</b>	<b>164</b>

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

<b>17 ANEXOS.....</b>	<b>165</b>
ANEXO I – Tipologias de montagem inspecionadas na amostra.....	165
ANEXO II – Resultados da correlação entre inventário da rede de iluminação pública e logradouros inspecionados .....	165
ANEXO III – Orçamentos de luminárias LED por faixa de fluxo luminoso .....	165
ANEXO IV – Composição de custos para as correções de ponto escuro .....	165
ANEXO V – Composição de custos para estruturas de ampliação.....	165
ANEXO VI - Composição de custos para a elaboração do Plano de Transição Operacional e do Plano de Modernização .....	165
ANEXO VII - Composição de custos para a elaboração de projetos de modernização e efficientização para rede de iluminação pública .....	165
ANEXO VIII – Preços unitários dos demais custos e investimentos .....	165
ANEXO IX – Resultados das simulações para os logradouros inspecionados ...	165
ANEXO X – PROPOSTA DE MODERNIZAÇÃO PARA QUADRAS, PARQUES, CAMPOS, QUADRAS E OUTROS LOCAIS PÚBLICOS .....	165

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

### 1 GLOSSÁRIO

**ABNT:** Associação Brasileira de Normas Técnicas.

**Altura de montagem:** distância vertical entre a superfície da via e o centro aparente da fonte de luz ou da luminária.

**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.

**ANEEL:** Agência Nacional de Energia Elétrica.

**CAPEX:** Abreviação do termo em inglês *Capital Expenditure*, são as despesas de capital ou investimento em capital. Sob essa categoria classificam-se os investimentos realizados em equipamentos e instalações para o funcionamento de um negócio.

**CCO:** Centro de Controle Operacional. O local onde é realizado o monitoramento centralizado da rede.

**Crescimento vegetativo:** Demandas de pontos de iluminação pública os quais serão instalados por terceiros e, posteriormente à sua implantação, tornam-se responsabilidade do Município.

**Demanda reprimida:** Quantidade de novos pontos de iluminação a serem implantados em logradouros públicos com distanciamento entre postes acima de 70 m com iluminação pública inexistente ou parcialmente existente.

**Difusor da luminária:** O difusor da luminária é um sistema ótico transparente em acrílico, em policarbonato ou em poliestireno, que permite difundir a luz. O difusor ideal possui prismas curvilíneos construídos na superfície externa, que direcionam o fluxo luminoso em uma distribuição uniforme, sem ofuscar a visão.

**Distribuidora:** Distribuidora local de energia elétrica. Para o Município de Santa Maria/RS, refere-se à RGE.



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

**Eficiência energética:** Relação entre quantidade de energia empregada e a iluminação disponibilizada.

**Eficiência luminosa:** Relação entre o fluxo luminoso emitido por uma fonte de luz alimentada por energia elétrica e a potência elétrica desta fonte de luz. É medida em lúmen por Watt (lm/W).

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

**IAE - Iluminação de Áreas Especiais:** Iluminação destinadas a áreas como praças, parques, campos, quadras e cemitérios.

**ID - Iluminação de Destaque:** Iluminação dedicada à valorização de bens de interesse do Município.

**Iluminação pública (IP):** serviço que tem por objetivo prover de luz, ou claridade artificial, os logradouros públicos no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais, inclusive aqueles que necessitam de iluminação permanente no período diurno.

**Iluminância:** Medida da densidade da intensidade de luz projetada numa região; unidade: lux (lx).

**IRC - Índice de Reprodução de Cor:** medida abstrata que varia de 0 a 100 e tem a função de comparar quanto a cor do objeto iluminado por uma fonte de luz artificial se aproxima da cor de um objeto iluminado pelo sol, fonte de luz natural. Quanto mais próximo de 100 for o IRC, mais próximo a cor do objeto iluminado reproduzirá fidedignamente sua cor natural.

**IV - Iluminação Viária:** Iluminação destinada a vias de veículos, de pedestres e ciclovias.

**L70:** Valor indicativo em horas no qual o fluxo luminoso do LED será de 70% do valor nominal, em 100% de uma amostra de LED's.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

**Lâmpada de descarga de alta intensidade:** Lâmpadas cujo fluxo luminoso é gerado direta ou indiretamente pela passagem da corrente elétrica através de um gás, mistura de gases ou vapores. Ex.: vapor de mercúrio, luz mista, vapor de sódio, vapor metálico.

**Lâmpada fluorescente (FL):** São lâmpadas de descarga em baixa pressão, o tubo de vidro é preenchido com gases inertes e uma pequena quantidade de mercúrio. A parede de vidro é coberta por uma camada de fósforo e nas extremidades do tubo há eletrodos.

**Lâmpada halógena (HL):** As lâmpadas halógenas possuem funcionamento muito similar às lâmpadas incandescentes, mas contém em seu interior um halógeno, que no ciclo de suas transformações físicas e químicas permite preservar o filamento de tungstênio, garantindo maior durabilidade à lâmpada e também maior eficiência na iluminação, pois com uma temperatura mais elevada no seu filamento de tungstênio, aumenta sua incandescência, sendo possível produzir lâmpadas de luz intensa e dimensões reduzidas. O bulbo dessas lâmpadas é feito em vidro de quartzo fundido, sílica ou aluminossilicato, e tem por função fornecer resistência à pressão e temperatura interior.

**Lâmpada incandescente (IN):** A lâmpada incandescente transforma a energia elétrica em energia térmica e luminosa. Ela possui um pequeno filamento de tungstênio em seu interior que, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, aquece-se e torna-se incandescente, emitindo luz.

**Lâmpada mista (MS):** Combinação entre uma lâmpada vapor de mercúrio e uma lâmpada incandescente, ou seja, um tubo de descarga de mercúrio ligado em série com um filamento incandescente. O filamento controla a corrente no tubo de arco e ao mesmo tempo contribui com a produção de 20% do total do fluxo luminoso produzido. A combinação da radiação do fósforo e a radiação do filamento incandescente produzem uma agradável luz branca.

**Lâmpada vapor de mercúrio (VM):** Uma lâmpada de vapor de mercúrio de alta pressão é um tipo de lâmpada de descarga, na qual a luz é produzida pela passagem de uma corrente elétrica através do vapor de mercúrio.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

**Lâmpada vapor de sódio (VS):** É a mais eficiente do grupo das lâmpadas de altas intensidades de descarga. A luz é produzida pela excitação de átomos de sódio aliados a um complexo processo de absorção e reirradiação em diferentes comprimentos de onda.

**Lâmpada vapor metálico (MT):** Além de ter uma excelente reprodução de cores, é atualmente a fonte de luz branca de maior eficiência disponível no mercado. A luz é produzida pela excitação de átomos de aditivos metálicos em tubo de arco de quartzo.

**LED:** *Light-emitting Diode* ou Diodo Emissor de Luz.

**Luminância:** Medida de densidade da intensidade de luz refletida numa dada direção, cuja unidade é a candela por metro quadrado (cd/m<sup>2</sup>).

**Luminotécnica:** Aplicação das técnicas de iluminação, considerada sob seus vários aspectos.

**Modernização:** Substituição de luminárias de tecnologias convencionais, como Vapor de Sódio e Vapor Metálico, para luminárias de tecnologia LED, que possuem maior eficiência energética.

**Município:** Município de Santa Maria/RS.

**OPEX:** Abreviação do termo em inglês *Operational Expenditure*, são as despesas de operação do negócio.

**Pontos de IP:** Quantidade de pontos de iluminação pública existentes na rede de IP.

**Procel:** Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, o qual tem por objetivo promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica no país para eliminar os desperdícios e, conseqüentemente, reduzir custos e a necessidade de investimentos setoriais.

**RGE – Rio Grande Energia:** Empresa pertencente ao grupo CPFL, responsável pela distribuição de energia elétrica no Município de Santa Maria.

**SCGO:** Sistema Central de Gestão Operacional.

**SPE:** Sociedade de Propósito Específico.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

### 2 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo detalhar as premissas técnicas determinadas no Relatório de Diagnóstico Técnico e consolidar as propostas técnicas para a modernização da rede de iluminação pública do Município. Os itens citados a seguir apresentam os conjuntos de elementos necessários e suficientes para caracterização dos serviços, sendo organizados conforme a seguinte estrutura:

- **Caracterização da rede de iluminação pública:** apresenta o cenário atual da rede de iluminação pública do Município conforme constatações do Relatório de Diagnóstico Técnico.
- **Normas Técnicas:** apresenta as normas técnicas observadas nas proposições do presente relatório.
- **Tecnologias de Iluminação Pública:** apresenta as tecnologias de iluminação pública no mercado bem como a avaliação sobre a tecnologia mais adequada para cumprimento normativo e custo-benefício para modernização da iluminação do Município.
- **Parâmetros Luminotécnicos:** apresenta os principais parâmetros luminotécnicos estabelecidos pelas normas técnicas e que foram considerados nas proposições de Engenharia.
- **Modernização da Iluminação Viária:** apresenta a metodologia de simulações e seus resultados de efficientização, correção de pontos escuros, ajustes dos padrões dimensionais e carga instalada total atual e projetada para iluminação viária.
- **Modernização da Iluminação em áreas especiais:** apresenta a metodologia considerada para modernização e seus resultados de efficientização e carga instalada total atual e projetada para iluminação viária e para iluminação em áreas especiais.
- **Expansão da rede de iluminação pública:** apresenta a definição das estruturas para expansão, projeção da ampliação anual e crescimento vegetativo além da previsão de pontos para cobrir as áreas com deficiência na prestação do serviço de iluminação pública. Nessa seção, aborda-se também sobre o quantitativo e representatividade por tipo de estrutura de ampliação;

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- **Implantação do Sistema de Telegestão:** apresenta as funcionalidades previstas para os pontos de iluminação pública com telegestão e com acionamento a partir de relé fotoeletrônico, além de suas especificações.
- **Iluminação de destaque:** apresenta os bens de interesse do Município que poderão ser contemplados com iluminação de destaque e, de forma preliminar, os quantitativos de pontos previstos e os custos para suas respectivas implantações;
- **Caracterização do sistema de videomonitoramento do município:** apresenta o cenário atual da rede do sistema de videomonitoramento do Município, para possíveis receitas acessórias.
- **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 técnicas bem como a necessidade de novos pontos para correção de pontos escuros e alterações necessárias para cumprimento aos requisitos normativos;
- **Plano de Investimentos:** apresenta-se os investimentos (CAPEX) considerando o cenário base de proposições de Engenharia.
- **Operação e OPEX:** apresentam a descrição do modelo operacional assim como o dimensionamento das necessidades mensais de OPEX no cenário base.

De antemão, destaca-se que as soluções apresentadas neste relatório são propositivas, visando apresentar ao Município um menu de opções para melhoria da infraestrutura da rede de iluminação pública e serviços correlatos, cabendo ao Município definir, posteriormente, amparado pela avaliação de viabilidade econômico-financeira do projeto, quais soluções propostas farão parte do escopo da concessão.

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 eficiência, expansão da rede municipal de

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

iluminação pública além de investimentos e custos operacionais das soluções propostas.

### 3 OBJETIVOS

Sabendo-se da necessidade de melhoria da rede de iluminação pública do Município de Santa Maria – Rio Grande do Sul, onde apenas 13,04% dos pontos de IP inspecionados atenderam todos os critérios luminotécnicos da norma NBR 5101:2018 conforme apontado pelo Diagnóstico Técnico da Rede Municipal de Iluminação Pública, o presente relatório tem como objetivo principal apresentar as soluções de engenharia necessárias para adequação, modernização e efficientização da rede municipal de iluminação pública, implementando novas tecnologias de luminárias LED, sistema de telegestão e centro de controle operacional, adequação estrutural dos braços de iluminação pública, correção de ponto escuro, além da previsão de expansão da rede municipal de iluminação pública. Portanto, este projeto referencial de engenharia traz o conjunto dos seguintes objetivos:

- Iluminação pública em consonância com os requisitos normativos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018, provendo iluminação de qualidade aos munícipes;
- Adequação estrutural dos braços de iluminação pública para cumprimento dos requisitos normativos da ABNT NBR 5101:2018;
- Efficientização 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 solução de comando e controle remoto da rede municipal de iluminação pública, permitindo uma resposta rápida e ativa no tocante à manutenção e conduzindo o Município em ser modelo de cidade inteligente;



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- Valorização do patrimônio público e da vida noturna, a partir de implantação de iluminação de destaque que valorize seus bens e potencialize ainda mais o turismo da cidade;
- 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.

### Matriz

Belo Horizonte - MG  
Rua Maranhão, 166 - 10º andar  
Santa Efigênia  
CEP: 30.150-330  
Contato: +55 (31) 3508-7375

### Escritórios

São Paulo - SP  
Cuiabá - MT  
Campo Grande - MS  
Três Lagoas - MS

Teresina - PI  
Brasília - DF  
Uberlândia - MG  
Ipatinga - MG

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

### 4 CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Conforme apresentado no Relatório de Diagnostico Técnico, é possível ressaltar de forma sintetizada a caracterização atual da rede de iluminação pública do Município. A seguir são apontadas as considerações levantadas.

- A rede de iluminação pública é composta por 27.973 pontos de iluminação pública;
- A rede de iluminação pública apresenta carga instalada de 4.078,53 kW com consumo médio mensal estimado de 1.394,86 MWh;
- A iluminação viária é classificada segundo as seguintes classes da ABNT NBR 5101:2018 V1, V2, V3, V4 e V5 cujas representatividades são apresentadas na tabela a seguir.

**Tabela 4-1 – Distribuição das classes de iluminação**

Classe de Iluminação	Representatividade
V1	2,82%
V2	5,52%
V3	12,26%
V4	19,85%
V5	59,55%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

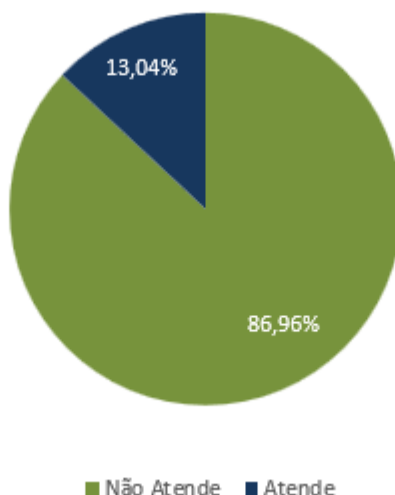
Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

- A rede de iluminação pública é distribuída por uso final da seguinte forma: 94,15% Iluminação Viária (IV), 5,63% Iluminação em Áreas Especiais (IAE) e 0,21% Iluminação de Destaque (ID).
- Os resultados das inspeções da rede de iluminação pública conforme se verificam no gráfico a seguir permitem dizer que a qualidade na prestação do serviço de iluminação pública não é satisfatória. Apenas 13,04% da malha medida por ponto em vias públicas da amostra inspecionada em períodos noturnos atendem aos critérios normativos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018.



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

### Gráfico 1 – Atendimento pleno à ABNT NBR 5101:2018 em vias públicas



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023).

- As tecnologias que compõe a rede correspondem, basicamente, às tecnologias de descarga de alta intensidade com predominância de 67,46% de tecnologia Vapor de Sódio. A tabela a seguir apresenta a quantidade e representatividade por tecnologia.

**Tabela 4-2 – Tecnologia das lâmpadas**

Tecnologia	Quantidade	Representatividade
Fluorescente	174	0,62%
Halógena	7	0,03%
Incandescente	292	1,04%
LED	1132	4,05%
Mista	143	0,51%
Vapor de Mercúrio	6262	22,39%
Vapor Metálico	1093	3,91%
Vapor de Sódio	18870	67,46%
<b>Total Geral</b>	<b>27.973</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

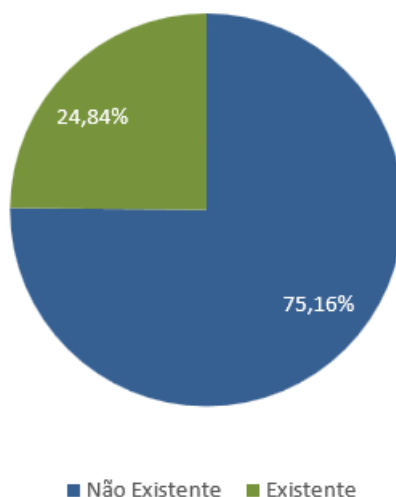
- Os pontos identificados como demanda reprimida totalizam 645 pontos e foram estabelecidos considerando trechos do território municipal e que apresentaram distância entre postes acima de 70 metros.
- De acordo com histórico da rede de iluminação pública, no período de 2018 a 2022, a rede de iluminação pública foi ampliada em 1.536 pontos de iluminação

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

pública, sendo a taxa anual de expansão de 7,89%, taxa que não representa a realidade no município, e que será definida ainda neste relatório.

- No que tange a compatibilidade entre iluminação pública e arborização, o gráfico a seguir apresenta o resultado obtido pela inspeção local, onde ocorre obstrução da arborização na iluminação pública de 24,84%.

**Gráfico 2 – Obstrução por árvores**



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

## 5 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 5461 – Iluminação;
- ABNT NBR 5181 – Sistemas de Iluminação de túneis - Requisitos;
- 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;

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- 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;
- ABNT NBR 16026 – Dispositivo de Controle Eletrônico c.c. ou c.a. para módulo de LED – Requisitos de Desempenho;
- ABNT NBR IEC 61347-2-13 – Dispositivo de controle da lâmpada Parte 2-13: Requisitos particulares par dispositivos de controle eletrônicos alimentados em c.c. ou c.a. para os módulos de LED;
- 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 extrudada de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV — Requisitos de desempenho;
- ABNT NBR 7290 - Cabos de controle com isolamento extrudada 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;

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- 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.
  - ABNT NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
  - ABNT NBR 5427 – Guia para utilização da norma ABNT NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.
- **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.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- **Norma da empresa distribuidora – Grupo CPFL Energia/RGE**  
Concessionária de Iluminação Pública de Santa Maria <sup>1</sup>
  - GED-120 - Projetos de redes aéreas de distribuição rural;
  - GED-14186 - Construção de Redes por Terceiros;
  - GED-15132 - Fornecimento de Energia Elétrica para instalação de conjuntos de iluminação pública;
  - GED-15785 – Fornecimento de Energia Elétrica para Iluminação Interna de Condomínio ou Loteamento Fechado
  - GED-2912 - Proteção de redes aéreas de distribuição – sobcorrente;
  - GED-3670 - Projeto Iluminação Pública;
  - GED-4101 - Rede de distribuição subterrânea para condomínios - Projeto Elétrico;
  - GED-4103 - Rede de distribuição subterrânea para condomínios - Simbologia para projeto;
  - GED-16628 - Proteção de transformadores de distribuição;
  - GED-3523 - Iluminação Pública – Conexões;
  - GED-3446 - Iluminação Pública – Montagem;
  - GED-196 - Transformadores para rede de distribuição aérea;
  - GED-3589 - Rede Secundaria com cabo multiplexado;
- **Resolução Normativa ANEEL**
  - Resolução Normativa nº 1000/2021
- **INMETRO e Procel:**
  - Portaria nº 62 INMETRO;
  - Selo Procel de economia de energia.

<sup>1</sup> Acesso em 24/03/2023 < <https://www.rge-rs.com.br/normas-tecnicas> >



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

### 6 TECNOLOGIAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Para definição da tecnologia a ser utilizada no projeto de engenharia, foram estudadas opções de fonte de luz para parques de iluminação pública. Assim, comparou-se as tecnologias mais utilizadas nacional e internacionalmente: LED, vapor de sódio, vapor metálico, lâmpadas de indução e de vapor de mercúrio.

A figura e a tabela abaixo comparam as fontes de iluminação pública segundo diversos critérios.

**Tabela 6-1 Comparativo entre as alternativas de fontes de luz.**

Critérios	Vida Útil (horas)	Presença de Mercúrio (Hg)	Tempo de Reinição	Red. Vida p/ Chaveamentos	Dimerização	IRC	Temperatura de Cor	Sensibilidade à Temperatura	Dis. De Fornecedores	Manut. da Iluminação vida útil	Radiação Ultravioleta	Radiação Eletromagnética	Adequação Curva Fotométrica	Eficiência Luminosa (lm/W)	Investimento	Pot. Desenv. Tecnológico	Adequação à autogeração	Estágio Tecnológico	Resistência a Impactos	Disponibilidade à Multitensão	Resultado
Solução																					
Led	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●
Vapor de Sódio	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Vapor Metálico	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Lâmpada de Indução	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Vapor de Mercúrio	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Fonte: PPP Iluminação Pública – Guia Prático de Estruturação de Projeto <sup>2</sup> (2023)

Conforme apresentado acima, quanto mais colorido de preto o círculo, mais próximo da excelência de cada critério. A partir disto, pondera-se que a tecnologia LED representa avanços significativos para a iluminação pública, especialmente em

<sup>2</sup> Guia Prático de Estruturação de Projeto: <https://www.globalinfrastructure.org/sites/gif/files/2022-03/Brazil%20Street%20Lighting%20PPP%20Structuring%20Toolkit%20%28Portuguese%29%20%28002%29.pdf>

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

aspectos como aumento da vida útil, diminuição do impacto ambiental, grande resistência a impactos, maior IRC (índice de reprodução de cor) e Eficiência Luminosa (lúmens / watts), o que indica uma melhor iluminação das áreas e, por fim, altas possibilidades de avanços da tecnologia.

Para complementar as vantagens da tecnologia LED com relação às tecnologias convencionais, apresenta-se a seguir, na Tabela 6-2, um estudo de caso em que se compara a aplicação de diferentes tecnologias na rede de iluminação pública da cidade de Porto Alegre/RS.

**Tabela 6-2 – Estudo de Caso: Eficiência Energética para Diferentes Tecnologias para a Cidade de Porto Alegre**

Parâmetro	Solução		
	Vapor de Sódio	Vapor Metálico	LED
<b>Atendimento à NBR 5101</b>	Não atende integralmente	Não atende integralmente	Atende integralmente
<b>Eficiência Energética<sup>3</sup></b>	Aumento de carga em 6,31%	Aumento de carga em 22,93%	Redução de carga em 46,20%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Como pode ser notado nos resultados exibidos acima, a tecnologia LED apresenta vantagens com relação às tecnologias convencionais (Vapor de Sódio e Vapor Metálico) tanto em atendimento à norma de iluminação pública, quanto em eficiência energética uma vez que tanto Vapor de Sódio e Vapor Metálico não alcançaram resultados positivos de efficientização e tão pouco cumpriram integralmente a norma. Desta forma, o LED mostra ser a fonte de iluminação mais adequada para implantação em parques de iluminação pública atualmente.

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

- Falha anual de 1,0%<sup>4</sup>;

<sup>3</sup> Eficiência Energética em relação a carga existente na Rede de Iluminação pública do município.

<sup>4</sup> Considerando a média das taxas de falha apuradas em:



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- Considerando a evolução tecnológica do LED, redução anual de 2%<sup>5</sup> 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.

- <https://static1.squarespace.com/static/546bbd2ae4b077803c592197/t/5a5f7a7253450ae87511ffb3/1516206708558/CUIPublication.TheRealizedResultsofLEDStreetlights.2017.pdf>;
- Consultas feitas aos fornecedores de luminárias;
- <https://www.seattle.gov/light/streetlight/led/docs/SCL%20LED%20Consultant%20Report.pdf>;
- OSRAM - Reliability and lifetime of LEDs; [https://www.vossloh-schwabe.com/fileadmin/user\\_upload/Download/Produktbroschueren/LED-Leitfaden\\_EN.pdf](https://www.vossloh-schwabe.com/fileadmin/user_upload/Download/Produktbroschueren/LED-Leitfaden_EN.pdf);
- <https://glamox.com/gmo/led-and-lifetime>;
- OSRAM - Reliability and lifetime of LEDs; [https://www.vossloh-schwabe.com/fileadmin/user\\_upload/Download/Produktbroschueren/LED-Leitfaden\\_EN.pdf](https://www.vossloh-schwabe.com/fileadmin/user_upload/Download/Produktbroschueren/LED-Leitfaden_EN.pdf);
- <https://glamox.com/gmo/led-and-lifetime>;

<sup>5</sup> Baseado em estudos de benchmarking.

## **7 PRINCIPAIS PARÂMETROS 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.

### **7.1 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/m<sup>2</sup>). A norma de iluminação pública ABNT NBR 5101:2018 estabelece níveis mínimos de iluminância média  $E_{MED}$  (média das iluminâncias medidas entre dois postes, conforme elencado no Diagnóstico Técnico) de acordo com a utilização das vias públicas por veículos e pedestres, os quais são abordados na seção 8.1.1 deste relatório.

### **7.2 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  $E_{MED}$ . Ressalta-se que quanto mais próxima a iluminância mínima estiver do  $E_{MED}$  mais uniformes os ambientes serão e, conseqüentemente, com menores concentrações de áreas com sombreamento.

### **7.3 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  $L_{MED}$  é dada pelo valor médio da luminância na área delimitada pelas malhas de pontos considerada, ao nível da via. Sua unidade é em candelas por metro quadrado (cd/m<sup>2</sup>).

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  $L_{MED}$  e, portanto, representando o quão

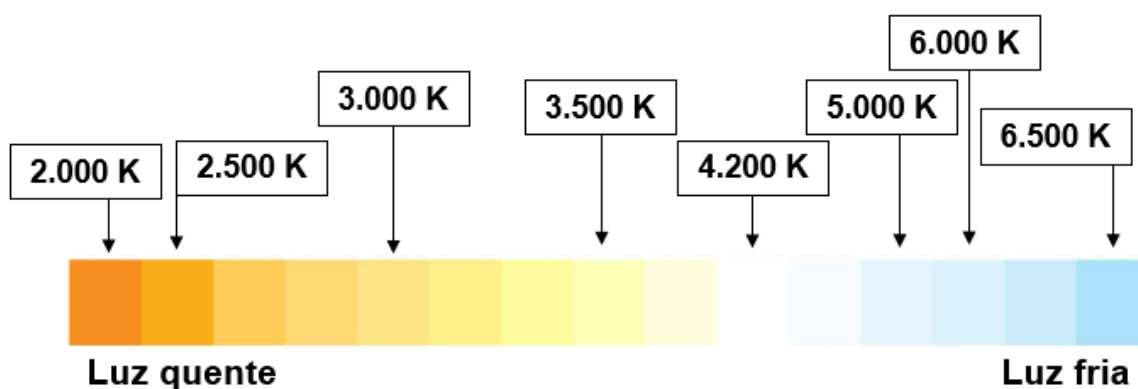
## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

uniforme a intensidade luminosa incide sobre o observador ao longo da área analisada.

### 7.4 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 7-1 – Escala de temperatura de cor de fontes de luz**



Fonte: Elemental LED – Adaptado<sup>6</sup> (2023)

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 a utilização de luminárias LED com TCC menor ou igual a 4.000 K

### 7.5 Índice de reprodução de cor

<sup>6</sup> Acessado em 23/03/2023. Disponível em: < <https://www.elementalld.com/correlated-color-temperature-and-kelvin/> >

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

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 ( $R_a$ ), que varia de 0 a 100. O significado do  $R_a$  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  $R_a$ , melhor a reprodução da cor, ou seja, maior a fidelidade na percepção das cores de objetos ou superfícies. Além disso, conforme definido no Diagnóstico Técnico, apresentam-se classificação de reprodução fidedigna das cores, conforme a tabela a seguir.

**Tabela 7-1 – Classificação do IRC**

Nível	Classificação / nível	Reprodução
<b>Nível 1</b>	1a: $90 < IRC < 100$	Excelente
	1b: $80 < IRC < 90$	Muito boa
<b>Nível 2</b>	2a: $70 < IRC < 80$	Boa
	2b: $60 < IRC < 70$	Razoável
<b>Nível 3</b>	3a: $40 < IRC < 60$	Regular
	3b: $20 < IRC < 40$	Insuficiente

Fonte: Iluminação Elétrica (2015)<sup>7</sup>

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.

### 7.6 Poluição luminosa

<sup>7</sup> Iluminação Elétrica – Moreira, Vinicius de Araújo – 2015.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

De acordo com ABNT NBR 5101:2018, 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.

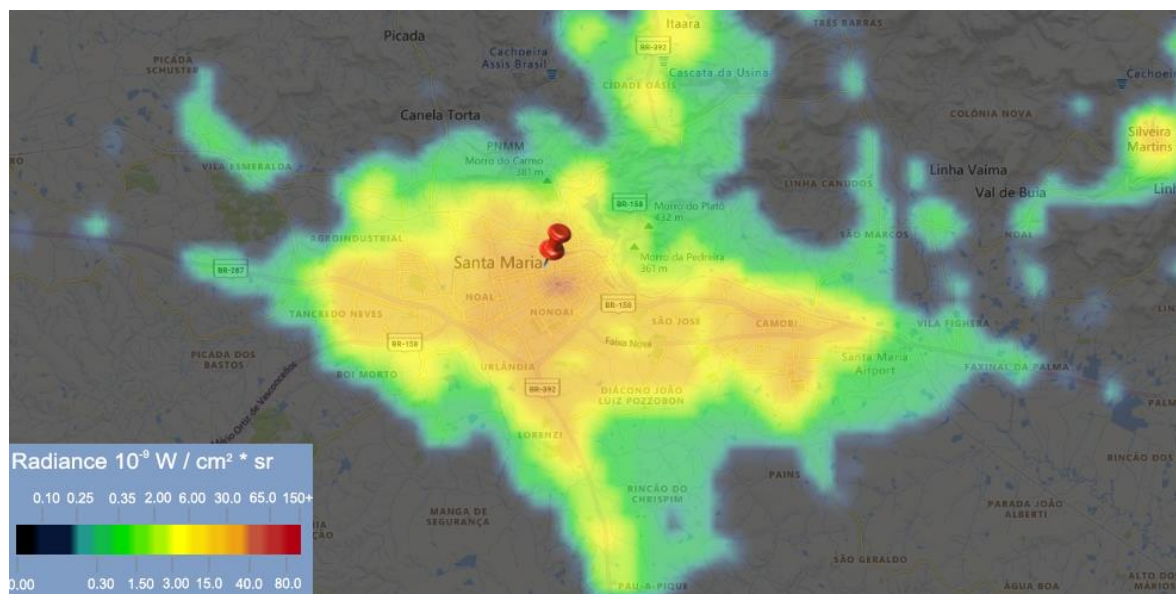
No caso da iluminação pública, a poluição luminosa é traduzida em projetos com níveis de iluminância superdimensionados não condizentes com a iluminação recomendada pela referida norma ou por luminárias sem o correto controle de dispersão de luz, como luminárias de descarga de alta intensidade (vapor 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 cidade de Santa Maria para exemplificação da poluição noturna.



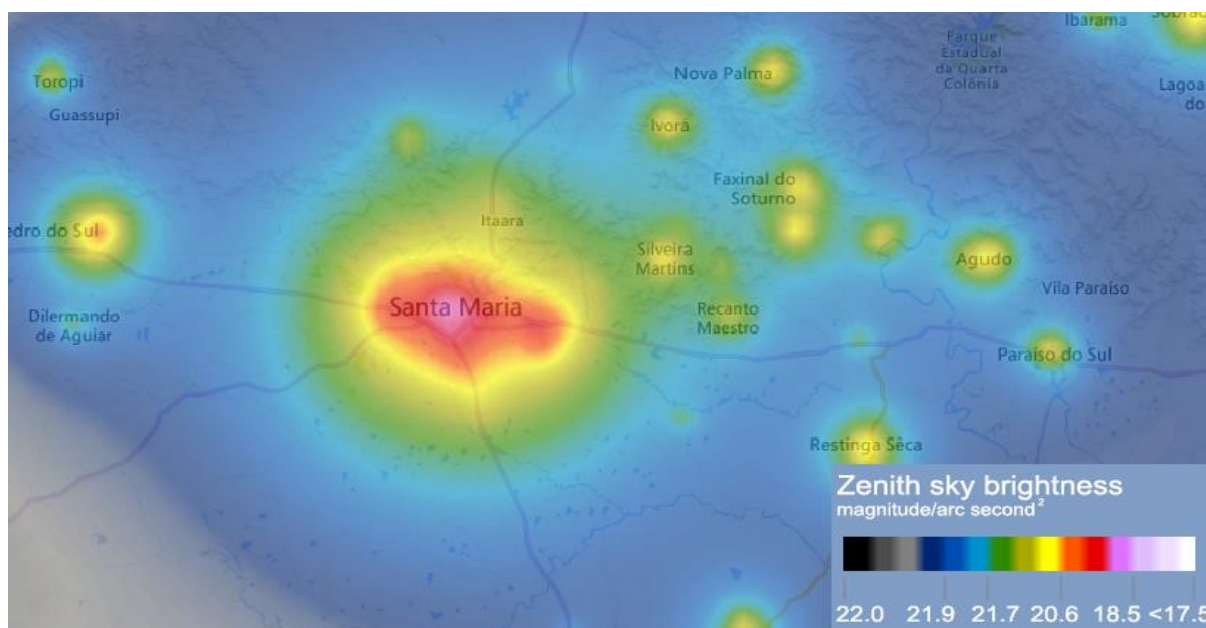
## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

**Figura 7-2 – Mapeamento de poluição luminosa em regiões próximas a Santa Maria/RS**



Fonte: Light Pollution Map – Overlay VIIRS 2021<sup>8</sup> (2023)

**Figura 7-3 – Mapeamento de poluição luminosa em regiões próximas a Santa Maria /RS**



Fonte: Light Pollution Map – Overlay World Atlas 2015<sup>8</sup> (2023)

A partir da avaliação das figuras anteriores, torna-se possível avaliar a poluição luminosa existente no Município em relação a demais cidades próximas, uma vez que,

<sup>8</sup> Acessado em 23/03/2023. Disponível em: < <https://www.lightpollutionmap.info/> >

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

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. Nessa linha, verifica-se que o Município de Santa Maria apresenta poluição luminosa na escala vermelha, e alguns focos em branco, indicando intensa radiação luminosa refletida na atmosfera.

### Matriz

Belo Horizonte - MG  
Rua Maranhão, 166 - 10º andar  
Santa Efigênia  
CEP: 30.150-330  
Contato: +55 (31) 3508-7375

### Escritórios

São Paulo - SP  
Cuiabá - MT  
Campo Grande - MS  
Três Lagoas - MS

Teresina - PI  
Brasília - DF  
Uberlândia - MG  
Ipatinga - MG

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

### 8 MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA

#### 8.1 Metodologia de Simulações

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

##### 8.1.1 Metodologia para Adequação e Modernização da Iluminação Viária

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 5101:2018 para cada classe de iluminação pública da via de veículos e de pedestres. As tabelas abaixo apresentam os critérios de qualidade de iluminação pública associado a cada classe de iluminação para vias de veículos (V1 a V5) e vias de pedestres (P1 a P4) nas tabelas a seguir.

**Tabela 8-1 – Requisitos de Iluminação por tipo de via para circulação de veículos**

Classe de iluminação	Iluminância média mínima $E_{MED, MIN}$ [lux]	Fator de uniformidade mínimo [ $U_{MIN}$ ]	Luminância média mínima $L_{MED, MIN}$ [cd/m <sup>2</sup> ]	Uniformidade global mínima [ $U_o$ ]
V1	30,00	0,40	2,00	0,40
V2	20,00	0,30	1,50	0,40
V3	15,00	0,20	1,00	0,40
V4	10,00	0,20	-	-
V5	5,00	0,20	-	-

Fonte: ABNT NBR 5101 (2018)

**Tabela 8-2 – Requisitos mínimos de iluminação por tipo de via de circulação de pedestres**

Classe de iluminação	Iluminância média mínima $E_{MED, MIN}$ [lux]	Fator de uniformidade mínimo [ $U_{MIN}$ ]
P1	20,00	0,30
P2	10,00	0,25
P3	5,00	0,20
P4	3,00	0,20

Fonte: ABNT NBR 5101 (2018)

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



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

projetos luminotécnicos. De forma que foram obtidos orçamentos de 3 fornecedores<sup>9</sup> de luminárias LED, apresentados no ANEXO III deste relatório, e 79 fotometrias. Foram propostas, então, intervenções técnicas mediante implementação da tecnologia LED orçada junto aos fornecedores, associadas ao cumprimento dos critérios normativos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018, para simulação no software de iluminação pública DIALux evo<sup>10</sup> dos logradouros inspecionados localmente pela amostra constante no Relatório de Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública.

Dessa forma, foram definidos perfis viários típicos usualmente encontrados em vias com classe de iluminação V1 a V5. Esses perfis típicos se caracterizam por conter atributos comuns entre as vias existentes no Município, como, 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.

A partir da definição dos fornecedores, foram executadas simulações no software DIALux com base na amostra inspecionada com as tipologias dos logradouros públicos apresentados no Diagnóstico Técnico e, dessa forma, foram simulados 161 logradouros públicos. Tais logradouros são simulados no referido *software* para cada um dos 3 fornecedores, totalizando, portanto, 483 simulações luminotécnicas.

Cabe ressaltar que, durante a definição da solução de iluminação pública (Potência, Fluxo Luminoso e Fotometria) de cada fornecedor definido para cada classe de iluminação, observaram-se necessidades de adequações estruturais e acréscimos de pontos de iluminação pública para correção de pontos escuros devido ao desacordo perante a norma ABNT NBR 5101:2018. Dessa forma, apresenta-se, a seguir, a metodologia utilizada nos projetos luminotécnicos dos logradouros inspecionados pela

<sup>9</sup>Juganu, Tecnowatt e Unicoba.

<sup>10</sup>*Software* aberto, gratuito e líder mundial para planejamento, cálculo e visualização de iluminação interna e externa desenvolvido pela DIAL.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

amostra no tocante à necessidade de soluções técnicas na tipologia de montagem do logradouro para adequação à norma.

- Nos casos em que a solução de iluminação LED, de determinado fornecedor, não atendeu os requisitos normativos mínimos da ABNT NBR 5101:2018, avalia-se o ajuste angular na inclinação da luminária, limitando-se à faixa recomendada na referida norma entre 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 no site da RGE, apresentados pela tabela a seguir:

**Tabela 8-3 – Tipologia de braços de iluminação pública utilizados**

Definição	Projeção [m]	Altura da luminária [m]
<b>Curto</b>	1,2	6,63
<b>Médio</b>	2	6,61
<b>Longo</b>	3	7,39

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

- 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;
- No caso em que nenhuma das soluções prévias corroborou no atendimento à norma, entende-se como necessidade de incremento o número de pontos de iluminação pública para correção de pontos escuros:

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- Iluminação de segundo nível somente com adição de braço e luminária no mesmo poste onde se encontra a iluminação viária (ABS);
- Adição de braço de iluminação pública e luminária em postes de distribuição já existentes, nos quais ainda não existam iluminação pública (AB);
- Troca de suporte de luminárias (TS);
- Adição de poste pedonal para proporcionar adequação da iluminação pública em vias de pedestres (APS);
- Redução do distanciamento entre postes de iluminação pública mediante à adição de novos postes:
  - Poste com rede de distribuição aérea com iluminação pública compartilhada à distribuição de energia elétrica (APC);
  - Poste com rede de distribuição aérea destinado exclusivamente à iluminação pública (APEA).
  - Adição de poste com rede de distribuição subterrânea, destinado exclusivamente à iluminação pública (APES).

Por meio da metodologia apresentada, são propostas soluções técnicas em acordo com os critérios normativos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018 para a totalidade dos logradouros inspecionados localmente, balizando a modernização da rede municipal de iluminação pública.

### 8.1.2 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<sup>11</sup> e as proposições luminotécnicas de tecnologia LED para a amostra definida segundo a ABNT NBR 5426:1985 segue a seguinte ordem de procedimentos:

<sup>11</sup> Inventário conforme definido no Relatório de Diagnóstico Técnico.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

1. Definição do quantitativo de pontos de iluminação pública do inventário para vias de veículos e de pedestres, conforme apresentado na seção 4;
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 de cada fornecedor por potência e classe de iluminação, conforme simulações executadas para os 161 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 efficientização a ser obtida mediante modernização, bem como quantitativo de alterações estruturais e quantitativo de correções de ponto escuro relacionados à totalidade da rede de iluminação pública.

### 8.2 Modernização e adequação da iluminação viária

#### 8.2.1 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 e apresentadas no Diagnóstico Técnico da Rede Municipal de Iluminação Pública. No ANEXO I, são apresentadas as 161 tipologias de montagem inspecionadas.

#### 8.2.2 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,

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

melhoria do nível de serviço e adequação dos projetos luminotécnicos para atendimento aos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018. 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 3 fornecedores. 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).

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

- Fator de Manutenção<sup>12</sup> estabelecido em 0,75;
- Utilização de curvas fotométricas de luminárias LED que estejam de acordo com a Portaria Nº 62 do INMETRO.

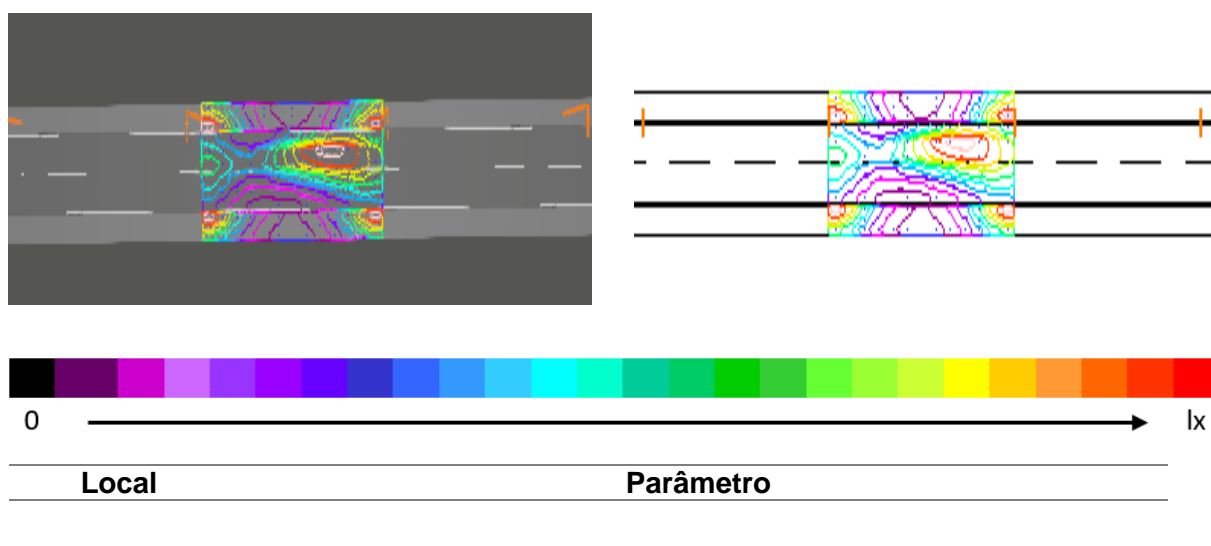
<sup>12</sup> Fator que leva em consideração depreciação gradual do fluxo luminoso em função de acúmulo de sujeira na luminária e ao fim de sua vida útil.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- Atendimento à ABNT NBR 5101:2018 dos critérios mínimos normativos de iluminância média e fator de uniformidade para vias V1 a V5 e luminância média e uniformidade global de luminância para vias V1 a V3;
- Atendimento à ABNT NBR 5101:2018 dos critérios mínimos normativos de iluminância média e fator de uniformidade para vias de pedestres de acordo com a classe de iluminação P1 a P4<sup>13</sup>.

Os projetos luminotécnicos são desenvolvidos para pontos inspecionados localmente, totalizando os 161 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 5101:2018. A seguir, apresenta-se uma planta esquemática da simulação de um dos locais inspecionados, com resumo de resultados para um dos fornecedores considerados.

**Figura 8-1 – Planta Esquemática – Av. Oliveira Mesquita**



<sup>13</sup> Nas simulações para avaliação da iluminação em vias de veículos foram avaliadas também a iluminação em vias de pedestres uma vez que, na maior parte dos logradouros inspecionados, a iluminação para vias de pedestres e veículos é feita de forma compartilhada.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

	Iluminância Média Em [lx]	Uniformidade Média Uo	Luminância Média Lm [cd/m²]	Uniformidade Global Uo	Incremento Linear TI
<b>Passeio 1</b>	12,94	0,37	-	-	-
<b>Passeio 2</b>	11,28	0,49	-	-	-
<b>Pista de Rodagem 1</b>	17,12	0,37	1,14	0,40	12

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

No ANEXO IX, são apresentados os detalhes de cada simulação, informando a linha da luminária definida, resultados para requisitos normativos, propostas para adequações estruturais e de correção de ponto escuro. Serão disponibilizados também os arquivos de simulações luminotécnicas para as vias inspecionadas.

### 8.2.3 Alterações estruturais para atendimento à NBR 5101

Como descrito na seção 8.1.1, nos casos em que 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, baseando-se na Tabela 8-3. Dessa forma, na tabela a seguir apresentam-se os resultados para alterações estruturais referente aos braços dos logradouros constantes na amostra, consolidados a partir do ANEXO II.

**Tabela 8-4 – Resultado de alterações estruturais em braços para os logradouros amostrados**

Classe de Iluminação	Fornecedor	Quantidade de adequações estruturais
<b>V1</b>	L6	0
	L7	0
	L3	1
<b>V2</b>	L6	4
	L7	2
	L3	2
<b>V3</b>	L6	3
	L7	2
	L3	5
<b>V4</b>	L6	15
	L7	11



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

Classe de Iluminação	Fornecedor	Quantidade de adequações estruturais
	L3	11
V5	L6	34
	L7	24
	L3	55

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 8.2.4 Correção de Pontos Escuros para atendimento à ABNT NBR 5101

À medida que as alterações estruturais propostas na seção anterior não foram capazes de fornecer requisitos luminotécnicos que atendessem à norma ABNT NBR 5101:2018, propôs-se adição de pontos de iluminação pública para a Correção de Pontos Escuros (CPE), conforme descrito na seção 8.1.1. Dessa forma, apresentam-se os resultados para correção de ponto escuro obtidos em relação à amostra na tabela a seguir.

**Tabela 8-5 – Resultado de correção de ponto escuro para os logradouros amostrados**

Classe de Iluminação	Fornecedor	Quantidade de ocorrência de correção de pontos escuros
V1	L6	0
	L7	0
	L3	3
V2	L6	4
	L7	5
	L3	8
V3	L6	2
	L7	2
	L3	2
V4	L6	0
	L7	0
	L3	0
V5	L6	0
	L7	0
	L3	0



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 8.2.5 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. No ANEXO IV, apresenta-se o resultado de correlação balizando os resultados apresentados nessa seção, divididos em fornecedores definidos para cada classe de iluminação.

Cabe ressaltar que foram constatadas luminárias LED instaladas em vias públicas no município, optou-se por substituí-las durante o período de modernização, de forma a se ter um parque de iluminação homogêneo e aderente aos índices luminotécnicos previstos na ABNT NBR 5101:2018.

Com o intuito de definir o total de braços de iluminação pública necessários para aquisição, estima-se o quantitativo de pontos com necessidade de adequação. A partir da diferença entre os braços antigos (aqueles atualmente instalados e em condições de reutilização) que podem ser reaproveitados e a necessidade de braços novos conforme projeto luminotécnico, tem-se a totalidade de aquisição de braços de iluminação pública. A relação de substituição de braços de iluminação pública proposta é contemplada no ANEXO III, enquanto apresenta-se o resumo para as necessidades de aquisição dos referidos braços na tabela a seguir.

**Tabela 8-6 – Resultado de aquisição de braços para adequação estrutural**

Classe de iluminação	Fornecedor	Quantidade para aquisição de braços
V1	L6	0
	L7	0
	L3	291
V2	L6	178
	L7	71
	L3	88

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

Classe de iluminação	Fornecedor	Quantidade para aquisição de braços
<b>V3</b>	L6	148
	L7	2
	L3	442
<b>V4</b>	L6	941
	L7	794
	L3	942
<b>V5</b>	L6	4.036
	L7	3.138
	L3	8.433

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)**

Cabe ressaltar que as opções apresentadas na tabela anterior correspondem aos três fornecedores simulados.

Como solução secundária para atendimento à norma ABNT NBR 5101:2018, consideraram-se ainda soluções relativas à correção de ponto escuro, a qual referem-se ao aumento necessário do número de pontos no logradouro.

Para extrapolação da CPE em relação à rede de iluminação pública, contabiliza-se o número de pontos adicionados aos logradouros inspecionados localmente e, posteriormente, calcula-se a representatividade percentual de cada uma das CPE em relação ao quantitativo de pontos existentes para cada classe de iluminação. Dessa forma, torna-se possível definir o quantitativo de cada tipo de CPE extrapolada para a rede de iluminação pública e a potência sugerida, divididos entre cada fornecedor e por classe de iluminação. A tabela a seguir apresenta as tipologias apuradas, conforme elencado pelo item 8.1.1.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

**Tabela 8-7 – Resultados de CPE mediante metodologia de correlação entre inventário e amostra**

Classe	Tipo de CPE <sup>14</sup>	Tipo de Braço	Opção 1		Opção 2		Opção 3	
			Quan- tidade	Potência [W]	Quan- tidade	Potência [W]	Quan- tidade	Potência [W]
V1	APC	Longo					186	150
	APC	Longo					93	150
V2	APC	Longo	99	180	99	108	135	240
	APC	Médio	33	90				
	APES-2	Médio			66	108		
	APES-2	Longo					67	120
	APES-2	Curto					67	120
V3	APC	Longo	70	72	70	72	67	100
	APC	Longo	70	72	70	72	67	100
TOTAL			272	30.870	305	27896	682	103.730

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Cabe ressaltar que as opções apresentadas na tabela anterior novamente correspondem aos fornecedores apresentados no item 8.1.1.

### 8.2.6 Nível de Eficientização

Por meio da correlação das potências propostas dentre os fornecedores selecionados para cada classe de iluminação e do aumento de potência em decorrência das correções de ponto escuro, foi calculado a efficientização obtida para cada um dos fornecedores e classe de iluminação. Os valores de efficientização são apresentados pela tabela a seguir.

**Tabela 8-8 – Resultado de efficientização mediante metodologia de correlação entre inventário e amostra**

Classe de iluminação	Fornecedor	Eficientização
V1	L6	46,81%
	L7	57,89%

<sup>14</sup> Legenda:

APC – Adição de poste compartilhado com a rede de distribuição de energia.

APES-2 – Adição de poste exclusivo para iluminação pública com rede de distribuição subterrânea e 2 luminárias.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

Classe de iluminação	Fornecedor	Eficientização
V2	L3	29,64%
	L6	60,38%
	L7	54,88%
	L3	41,68%
V3	L6	65,12%
	L7	61,58%
	L3	44,68%
V4	L6	72,69%
	L7	68,46%
	L3	59,11%
V5	L6	81,54%
	L7	74,83%
	L3	71,82%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Nota-se que, para todos os fornecedores considerados, em todas as classes de iluminação, obteve-se um resultado de efficientização positivo, com no mínimo de 29,64%.

A seguir, apresenta-se o cálculo da efficientização total da rede de iluminação viária considerando as três opções de fornecedores para cada classe.

**Tabela 8-9 – Resultado de efficientização para a iluminação viária**

Classe Viária	Potência Atual [W]	Fornecedor 1		Fornecedor 2		Fornecedor 3	
		Potência Proposta [W]	Eficien- tização	Potência Proposta [W]	Eficien- tização	Potência Proposta [W]	Eficien- tização
V1	198.444	105.560	46,81%	83.573	57,89%	139.620	29,64%
V2	384.173	152.215	60,38%	173.345	54,88%	224.050	41,68%
V3	677.466	236.300	65,12%	260.311	61,58%	374.800	44,68%
V4	758.109	207.053	72,69%	239.145	68,46%	310.020	59,11%
V5	1.910.992	352.752	0,00%	480.929	0,00%	538.490	0,00%
<b>TOTAL</b>	<b>3.929.184</b>	<b>1.053.880</b>	<b>73,18%</b>	<b>1.237.302</b>	<b>68,51%</b>	<b>1.586.980</b>	<b>59,61%</b>

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Para cada uma dessas opções há uma quantidade específica de pontos de IP a serem acrescentados para a correção de pontos escuros bem como adequações estruturais a serem realizadas. A tabela a seguir exhibe a quantidade de pontos acrescentados e adequações estruturais para cada opção.

**Tabela 8-10 – Correção de Pontos Escuros e Adequação Estrutural**

Classe Viária	Pontos para CPE			Adequações Estruturais		
	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 1	Opção 2	Opção 3
<b>V1</b>	0	0	279	0	0	291
<b>V2</b>	132	165	269	178	71	88
<b>V3</b>	140	140	134	148	2	442
<b>V4</b>	0	0	0	941	794	942
<b>V5</b>	0	0	0	4.036	3.138	8.433
<b>TOTAL</b>	<b>272</b>	<b>305</b>	<b>682</b>	<b>5.303</b>	<b>4.005</b>	<b>10.196</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Aclara-se que a análise e definição sobre a opção mais vantajosa em termos de menor investimento à administração para alteração estrutural, correção de ponto escuro e modernização é atribuída ao relatório econômico-financeiro. Em tal relatório, avalia-se o cenário mais vantajoso sobre o ponto de vista econômico, uma vez que tecnicamente todas as opções cumprem integralmente aos requisitos estabelecidos pela norma ABNT NBR 5101:2018.

## **9 MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO EM ÁREAS ESPECIAIS**

### **9.1 Metodologia para modernização da iluminação em áreas especiais**

A Iluminação em Áreas Especiais está relacionada com a iluminação pública destinada a praças, parques, campos de futebol, quadras e cemitérios. Dessa forma, trata-se cada um desses espaços públicos individualmente.

Em praças e parques do Município, buscou-se avaliar a qualidade e efetividade da distribuição luminosa nas praças, com base em mapeamentos via satélite, visualização por meio da ferramenta de *Street View* do Google e registros fotográficos, além do nível de iluminação pública mensurado a partir de medições de iluminância nas inspeções locais. Dessa forma, é possível inferir áreas com baixa incidência de raios luminosos e, conseqüentemente, propor novas soluções. Além disso, nos espaços públicos que podem ser considerados efetivos em sua distribuição luminosa, utiliza-se a técnica de equivalência lumínica<sup>15</sup> para propor soluções modernizadas nos referidos espaços.

Ressalta-se que, equivalência lumínica se baseia no fluxo luminoso nominal emitido pelas luminárias constantes no inventário da rede de iluminação pública, o qual é obtido por meio da eficiência luminosa (dada em lm/W) e da potência de cada luminária. Conseqüentemente, utiliza-se o fluxo luminoso nominal encontrado como parâmetro mínimo para a proposição de tecnologias LED, escolhendo-se as luminárias com menor potência que possuem fluxo luminoso maior ou igual ao nominal obtido por meio da metodologia de equivalência lumínica.

Através do levantamento das infraestruturas de iluminação dos campos e quadras, utilizando o mapeamento via satélite e visualização por meio da ferramenta de *Street View* do Google e inventário disponibilizado, foi elaborado o plano de modernização destas áreas.

---

<sup>15</sup> Método de transposição/*retrofit* de tecnologia ancorado na análise sobre o fluxo luminoso. Exemplo: Troca de Lâmpada de Vapor de Sódio de 100 W com fluxo luminoso de 6.800 lúmens para Luminária LED de 62 W com fluxo luminoso de 6.800 lúmens.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

Semelhantemente às praças e parques, os cemitérios também tiveram a qualidade e efetividade da distribuição luminosa levantada com base em mapeamentos via satélite e visualização por meio da ferramenta de *Street View* do Google. Dessa forma, adotou-se, para os cemitérios que possuam iluminação, o método da equivalência lumínica para a modernização das luminárias. Não obstante, utilizam-se como referência os cemitérios que possuam iluminação, de modo que seja aplicada a proporcionalidade em termos de sua área e adequação geometria de seus terrenos.

### 9.2 Modernização e Adequação da Rede de Iluminação Pública em Áreas Especiais

Para avaliação da equivalência lumínica, avalia-se a eficiência luminosa das diferentes tecnologias constantes no inventário da rede de iluminação pública, classificadas com o uso final destinado à iluminação de áreas especiais. As respectivas eficiências são apresentadas na tabela a seguir, divididas por tipo de tecnologia.

**Tabela 9-1 – Eficiências luminosas utilizadas como base para equivalência lumínica**

Tecnologia	Eficiência luminosa [lm/W]
Mista	68
Vapor metálico	68
Vapor de mercúrio	68
Vapor de sódio	68
Fluorescente	61
Halógena	18
Incandescente	15
Halopar	18
LED	100

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Nos casos em que a tecnologia implantada atualmente é LED, assume-se que a potência das proposições deve ser próxima à potência instalada. Essa metodologia tende a manter o padrão atual em relação a intensidade luminosa emitida atualmente pelas luminárias já instaladas.



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

### 9.2.1 Praças, Parques e outros locais

Por meio das eficiências luminosas apresentadas na tabela anterior e com base na metodologia apresentada na seção 9.2.1, torna-se possível encontrar o fluxo luminoso nominal das luminárias classificadas como IAE e, conseqüentemente, uma correlação com as luminárias orçadas junto aos fornecedores. Dessa forma, utiliza-se a equivalência lumínica para realizar proposições de modernização em praças e parques públicos. Não obstante, por meio do mapeamento de imagens de satélite e visualização do *street view*, foi possível constatar que existem praças no Município com áreas de possível sombreamento e, portanto, são propostas instalações de iluminação, a fim de reduzir as ocorrências de tais áreas. Ressalta-se que para as proposições, os locais que a tecnologia atual são LEDs, a troca da luminária se dará à medida que há o encerramento da vida útil dela. As informações referentes à tecnologia atual, coordenadas geográficas e potência atual presente em praças, parques e outros locais públicos estão detalhado no ANEXO X. Além disso, neste mesmo anexo, estão detalhadas as propostas de modernização por tipo de fornecedor.

### 9.2.2 Campos de Futebol e Quadras Poliesportivas

Durante o levantamento da iluminação de campos e quadras poliesportivas verificou-se a existência predominante de luminárias que utilizam a tecnologia, de baixa eficiência, vapor metálico, logo, foi adotado o método da equivalência lumínica a fim de se prever a modernização dos pontos de iluminação.

A partir da conversão lumínica, conforme apresentado na seção 9.1, foram realizados estudos da qualidade da iluminação de cada campo e quadra, estudo este que teve como base o know-how deste Consórcio. Foi adotado como premissa que os campos e quadras listados não apresentam características de espaços para a execução de esportes em categorias profissionais, não havendo necessidade de atendimento a normas técnicas.

Conforme apresentado a seguir, em alguns campos houve a necessidade de ajustes nas estruturas de fixação dos projetores, a fim de se alcançar a uniformidade na iluminação proposta. As estruturas adotadas encontram-se descritas na seção 10.2.1.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

Para os campos que não possuíam iluminação foi adotado, como premissa, a comparação com campos que possuíam similaridades, a fim de se manter padronização entre estas áreas.

A relação dos campos e quadras avaliados e as suas respectivas proposições de modernização e melhorias estão detalhadas no ANEXO X deste relatório.

### 9.2.3 Cemitérios públicos

Durante o levantamento de cemitérios públicos existentes no Município, constatou-se cemitérios com iluminação pública existente. Dessa forma, conforme estabelecido pela metodologia da seção 9.1, propõe-se a modernização da iluminação pública existente, conforme a tabela a seguir

**Tabela 9-2 – Tecnologia e potência atual de cemitérios públicos**

#	Cemitério	Latitude	Longitude	Tecnologia atual	Potência Atual [W]
1	Cemitério Público Municipal	-29,694279	-53,824681	LED	100
				Vapor de Sódio	150

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)**

**Tabela 9-3 – Proposta de modernização da iluminação em cemitérios públicos**

#	Cemitério	Quantidade	Opção 1	Potência Opção 1 [W]	Opção 2	Potência Opção 2 [W]	Opção 3	Potência Opção 3 [W]
1	Cemitério Público Municipal	2	L7	70	L6	100	L6	100
		5		72		90	L3	70

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)**

Aclara-se que, devido ao não recebimento de orçamentos de luminárias com potências elevadas, adotou-se, em alguns casos somente 3 fornecedores, como visto na tabela acima.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

### 9.2.4 Resultados técnicos para modernização e adequação da rede de iluminação pública em Áreas Especiais

Com base nas propostas de modernização para IAE estabelecidas ao longo da presente seção, é possível avaliar a efficientização alcançada mediante a comparação da potência total proposta e custo de cada opção de fornecedor de forma a se escolher a proposição de melhor custo-benefício. O resultado definido pelo modelo econômico, de forma atingir tal meta, é elencado na tabela a seguir. Para praças, parques, campos, quadras e cemitérios foi selecionada a Opção 1.

**Tabela 9-4 – Efficientização para Iluminação de Áreas Especiais**

Tipo de Local	Situação atual		Proposição		Eficientização
	Quantidade de pontos de iluminação pública	Potência Total Atual [W]	Quantidade de pontos de iluminação pública	Potência Total Proposta [W]	
<b>Praças, Parques e outros locais</b>	1559	142.248	2.179	144.923,4	-1,88%
<b>Cemitérios</b>	7	1.060	7	497,50	53,07%
<b>Campos e Quadras</b>	10	1.544	38	4.169	-170,01%
<b>Total</b>	<b>1.576</b>	<b>144.852</b>	<b>1.576</b>	<b>149.589,9</b>	<b>-3,27%</b>

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)**

Ressalta-se que a não efficientização de campos e quadras e praças, parques e outros locais e consequentemente do total geral é devido a quantidade exacerbada de áreas sem iluminação e de locais onde essa é de qualidade baixa, ocasionando assim um aumento considerado no número de pontos destinados a IAE.

## **10 EXPANSÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA**

### **10.1 Metodologia para 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 e relatada no Relatório de Diagnóstico Técnico, 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.

### **10.2 Expansão da rede de iluminação pública**

A análise da expansão da rede de iluminação pública consiste em avaliar o quantitativo de pontos de iluminação pública acrescidos anualmente à responsabilidade da Prefeitura do Município.

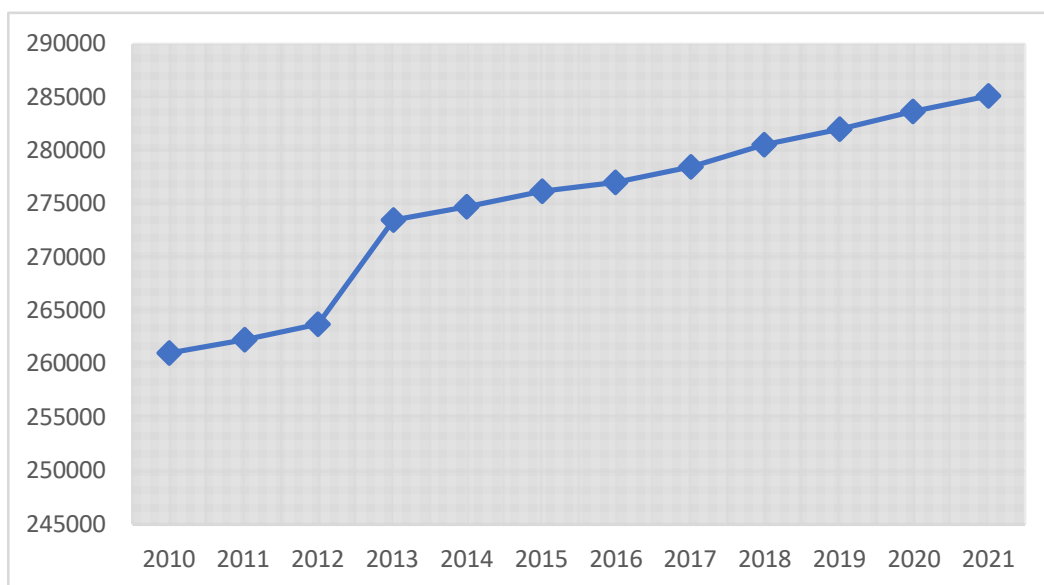
Para a estimativa de expansão anual, analisou-se o crescimento populacional do município entre os anos de 2010 a 2021<sup>16</sup> conforme apresenta-se na figura a seguir:

---

<sup>16</sup>Dados do IBGE, disponível em <[Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação | IBGE](#)>

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

**Figura 10-1 – Crescimento Populacional do Município**



Fonte: IBGE - Elaborado por Houer Concessões (2023)

Durante o período apresentado, o município apresentou sua taxa média de crescimento populacional de 0,80% ao ano.

**Tabela 10-1 – Taxa de Crescimento Populacional entre 2010 e 2020**

Ano	Taxa de Crescimento Populacional
2010	0,51%
2011	0,49%
2012	3,59%
2013	0,49%
2014	0,46%
2015	0,34%
2016	0,50%
2017	0,73%
2018	0,57%
2019	0,55%
2020	0,52%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Para definir a taxa de expansão para o projeto, foi analisado um benchmarking de modelagens de PPPs de iluminação pública, cujos quantitativos de pontos são próximos ao do inventário definido para Santa Maria, ou cujo município se encontra

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

geograficamente próximo de Santa Maria. Essa metodologia foi adotada devido à notável divergência entre os inventários de anos anteriores fornecidos pelo Município e o quantitativo atual, o que inviabiliza que a taxa de expansão seja analisada segundo o crescimento registrado da rede municipal. Na tabela abaixo, encontram-se as informações de outros projetos analisados.

**Tabela 10-2 – Benchmarking de taxas de expansão e PPPs de Iluminação Pública**

Município	População	Quantidade de Pontos	Expansão	Pontos ao ano
<b>Patos de Minas</b>	154.641	25.498	2,48%	780
<b>Crato</b>	133.913	17.784	1,51%	269
<b>Ribeirão das Neves</b>	341.415	26.491	1,47%	390
<b>Barreiras</b>	158.432	20.331	1,55%	315
<b>Valparaíso de Goiás</b>	175.720	15.593	2,02%	315
<b>São José de Ribamar</b>	180.345	191.192	0,50%	96
<b>Angra dos Reis</b>	210.171	21.310	0,72%	153
<b>Cachoeiro do Itapemirim</b>	212.172	18.370	0,27%	50
<b>Petrolina</b>	359.372	34.540	1,45%	500
<b>Toledo</b>	144.601	24.247	1,31%	318
<b>Vila Velha</b>	508.655	34.930	1,09%	381
<b>Caxias do Sul</b>	523.716	49.624	1,21%	596
<b>MÉDIA</b>			<b>1,30%</b>	

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Portanto, a taxa de expansão definida para o Município foi de 1,30%.

Ressalte-se que o contrato de concessão irá prever um número inicial de créditos para utilização imediata pelo Município para fazer frente à necessidade estimada atual de atendimento à demanda reprimida (645 pontos de IP), tratando, com isto, as deficiências correntes em termos de falta de pontos. Portanto, o estabelecimento do número de pontos de IP para ampliação futura observa somente aquela necessidade

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

oriunda da expansão estimada da infraestrutura do Município, que, nesta proposta, utiliza como *proxy* o crescimento populacional. Desta forma, o crescimento projetado é equivalente a uma expansão anual média de 363 pontos de IP por ano. Entende-se que a referida taxa contempla duas formas de expansão da rede de iluminação pública, sendo:

- **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;

Portanto, para determinação da representatividade da ampliação e crescimento vegetativo foram definidos a partir de estudos de *benchmarking*. A tabela a seguir os resultados obtidos para ampliação, crescimento vegetativo e expansão da rede de iluminação pública.

**Tabela 10-3 – Distribuição da taxa de expansão**

Parâmetro	Quantitativo	% da taxa de expansão
<b>Ampliação</b>	109	30%
<b>Crescimento Vegetativo</b>	254	70%
<b>Taxa de expansão</b>	<b>363</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Apresentam-se a seguir, as seções referentes a definição das estruturas para ampliação da rede de iluminação pública e da distribuição dos pontos de iluminação pública estabelecidos como ampliação anual ao longo de toda a concessão da rede de iluminação pública.

### 10.2.1 Estruturas para ampliação da rede de iluminação pública

Para os pontos de ampliação são propostas as estruturas apresentadas a seguir, definidas de acordo com as normas da empresa distribuidora e com as características



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

da rede de iluminação pública, obtidas a partir da análise da inspeção de campo realizada durante o Diagnóstico Técnico.

- Estrutura 1: instalação de braço de iluminação pública com projeção horizontal de até 1,5 m;
- Estrutura 2: Instalação de ponto de IP em braço médio com projeção horizontal até 2 m
- Estrutura 3: Instalação de ponto de IP em braço longo com projeção horizontal até 3 m;
- Estrutura 4: extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 200 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 1,5 m;
- Estrutura 5: extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 200 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 2,5 m;
- Estrutura 6: extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 200 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 3,5 m;
- Estrutura 7: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço 9 m, tipo chicote simples, com suporte para 1 luminária;
- Estrutura 8: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço 9 m, tipo chicote duplo, com suporte para 1 luminária;
- Estrutura 9: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 4 m com suporte núcleo 1 luminária;
- Estrutura 10: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 4 m com suporte núcleo 2 luminárias;
- Estrutura 11: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 12 m com suporte núcleo 3 luminárias;
- Estrutura 12: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 12 m com suporte núcleo 4 luminárias;
- Estrutura 13: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de concreto circular 14 m com suporte cruzeta para 8 refletores;

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- Estrutura 14: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 6 m com suporte cruzeta para 2 refletores;
- Estrutura 15: extensão rede de distribuição aérea (RDA), em cemitérios, exclusiva com poste de concreto circular 9 m e 200 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 1,5 m, para IAE;
- Estrutura 16: extensão de rede de distribuição aérea (RDA), em praças públicas, com poste de concreto circular 9 m e 200 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 1,5 m;
- Estrutura 17: Remoção de poste de aço;
- Estrutura 18: Substituição de 1 núcleo para suporte de 2 núcleos.
- Estrutura 19: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de concreto circular 11 m;
- Estrutura 20: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de concreto circular 10 m;
- Estrutura 21: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de concreto circular 8 m;
- Estrutura 22: Suporte cruzeta para 2 refletores;
- Estrutura 23: Suporte cruzeta para 3 refletores;
- Estrutura 24: Suporte cruzeta para 4 refletores;
- Estrutura 25: Remoção de poste de concreto.

Cabe ressaltar que as estruturas apresentadas nesta seção correspondem às mesmas utilizadas como base para as proposições de soluções de iluminação, abordadas nas seções 8.2 e 9.2.

### 10.2.1.1 **Determinação de quantitativos de ampliação por tipo de estrutura**

A discriminação do quantitativo de cada uma dessas estruturas é fundamental para determinação dos custos de investimentos. Para a determinação da quantidade de pontos de cada estrutura, assume-se representatividade percentual das estruturas tendo por base a inspeção de campo realizada com base na amostra definida pela ABNT NBR 5426, nos resultados e informações apurados pelo Diagnóstico Técnico da Rede Municipal de Iluminação Pública e os estudos luminotécnicos realizados para

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

adequação e modernização da rede iluminação pública. Nesse sentido, assumem-se as seguintes premissas:

- No tocante à adição de braços de iluminação pública em postes já instalados para a distribuição de energia elétrica, prevê-se a utilização de 165 pontos referentes ao crescimento da rede de distribuição, distribuídos entre vias e suas classes de iluminação, tendo-se por base a representatividade entre classes apresentada na seção 4 do presente relatório e os estudos luminotécnicos realizados para adequação e modernização da rede iluminação pública;
- Para a RDA foram previstos 165 dos pontos de iluminação previstos para ampliação, referentes a inserção de novos pontos ou adequação da rede de iluminação pública, distribuídos entre vias de classe de iluminação V2, V3, V4 e V5 tendo-se por base a representatividade entre classes apresentada no item 4 do presente relatório e os estudos luminotécnicos realizados para adequação e modernização da rede iluminação pública;
- Para a RDS, há 21 pontos previstos em áreas especiais, tendo-se por base a representatividade entre classes apresentada na seção 4 do presente relatório;

A distribuição dos pontos de iluminação pública para ampliação anual a partir das premissas supracitadas é apresentada na tabela a seguir.

**Tabela 10-4 – Distribuição dos pontos destinados à ampliação por estrutura**

#	% dos pontos de ampliação	Representatividade	Classe de iluminação
1	45,85%	28,09%	V5
		9,36%	V4
2		5,79%	V3
		2,61%	V2
4	45,85%	28,09%	V5
		9,36%	V4
5		5,79%	V3
		2,61%	V2
3	2,66%	0,89%	V1
6		0,89%	V1
7		0,89%	V1
9	5,65%	1,88%	IAE
10		1,88%	IAE
11		1,88%	IAE

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

#	% dos pontos de ampliação	Representatividade	Classe de iluminação
16		-	IAE
13		-	IAE
14		-	IAE
15		-	IAE

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Aclara-se que os itens na tabela anterior que constam “-” não foram selecionados para compor a ampliação da rede de iluminação pública. Entretanto, essas mesmas estruturas são fundamentais para elaboração do banco de créditos de iluminação pública, mecanismo de flexibilização dado à administração pública no que tange expansão e cuja apresentação ocorrerá no Caderno de Encargos.

### 10.2.1.2 Definição da solução de iluminação pública

A definição da tecnologia de iluminação para cada estrutura definida para ampliação da rede municipal de iluminação é ancorada na solução de potência com maior recorrência para cada classe de iluminação por fornecedor. Nessa linha, a classe de iluminação da estrutura define a potência a ser utilizada.

A correlação entre as potências sugeridas e classes de iluminação são apresentadas na tabela a seguir:

**Tabela 10-5 – Potências das luminárias definidas para ampliação por classe de iluminação**

Classe de Iluminação	Fornecedor	Potência [W]
V1	L3	150
	L6	140
	L7	141,5
V2	L3	120
	L6	87,9
	L7	108,4
V3	L3	100
	L6	72
	L7	71,5
V4	L3	60
	L6	40
	L7	45

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

Classe de Iluminação	Fornecedor	Potência [W]
V5	L3	30
	L6	30
	L7	30

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 10.2.2 Crescimento Vegetativo

O crescimento vegetativo corresponde ao aumento do número de pontos de iluminação pública os quais se tornam responsabilidade do Município posteriormente à sua instalação por terceiros. Cabe ressaltar que os pontos de crescimento vegetativo devem estar de acordo com a norma ABNT NBR 5101:2018.

Como premissa técnica, assume-se que os pontos de iluminação pública advindos do crescimento vegetativo estarão na classe V4 e V5. Além disso, sugerem-se as potências com maior representatividade para a referida classe de iluminação, obtidas mediante à correlação entre o inventário da rede de iluminação pública e os logradouros inspecionados. A tabela a seguir apresenta a proposição para os pontos de crescimento vegetativo e a respectiva potência para cada um dos fornecedores.

**Tabela 10-6 – Proposição para pontos de crescimento vegetativo**

Classe de iluminação	Fornecedor Proposto	Potência Proposta [W]
V4	L3	60
	L6	40
	L7	40
V5	L3	30
	L6	30
	L7	30

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 10.3 Demanda Reprimida

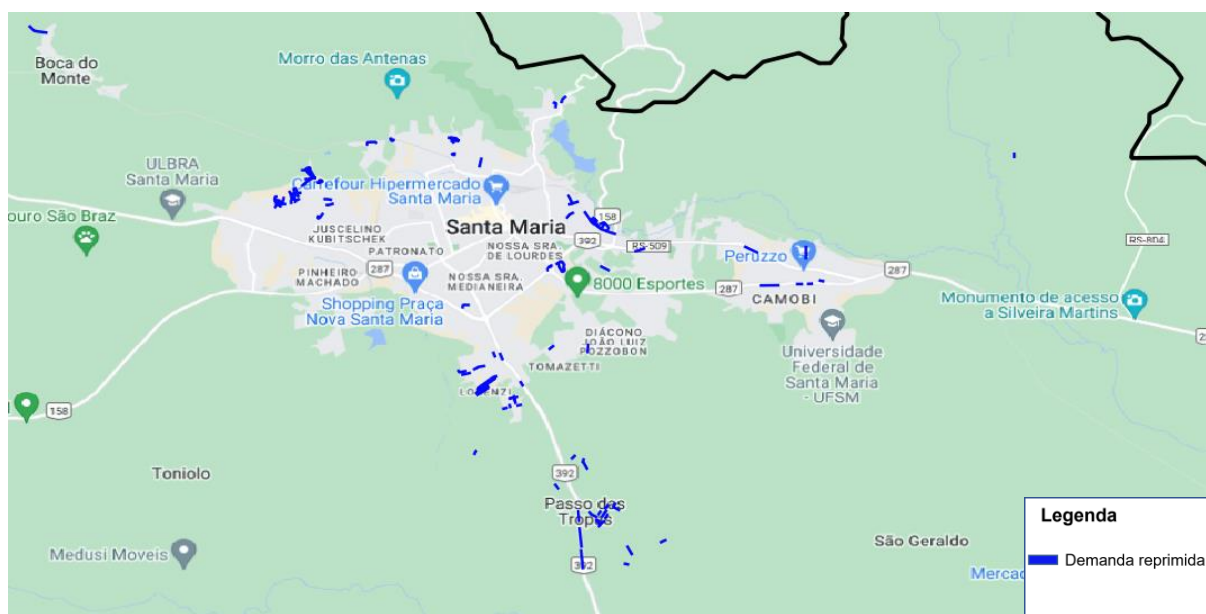
Associada ao conceito de expansão da rede de iluminação pública, tem-se a demanda reprimida. Tal demanda está relacionada com a necessidade de novos pontos de iluminação pública em logradouros públicos já existentes e que são selecionados pela

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

iluminação pública inexistente ou existente apenas parcialmente ao longo de sua extensão.

O quantitativo de pontos caracterizados como demanda reprimida foi elaborado a partir de análise dos pontos de iluminação georreferenciados, contidos no inventário fornecido pela Prefeitura. Com base nessas informações, e considerando a classificação das vias, foi possível determinar os logradouros que necessitam da instalação de novos pontos de iluminação. A figura a seguir exibe a marcação de vias com essas características do Município.

**Figura 10-2 – Logradouros com Demanda Reprimida**

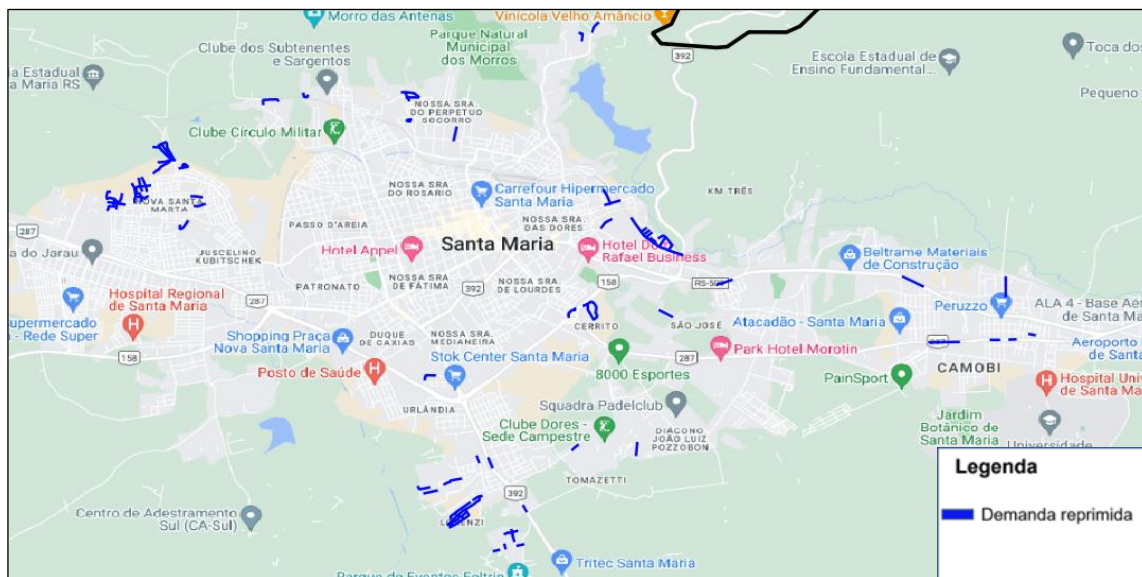


Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023).



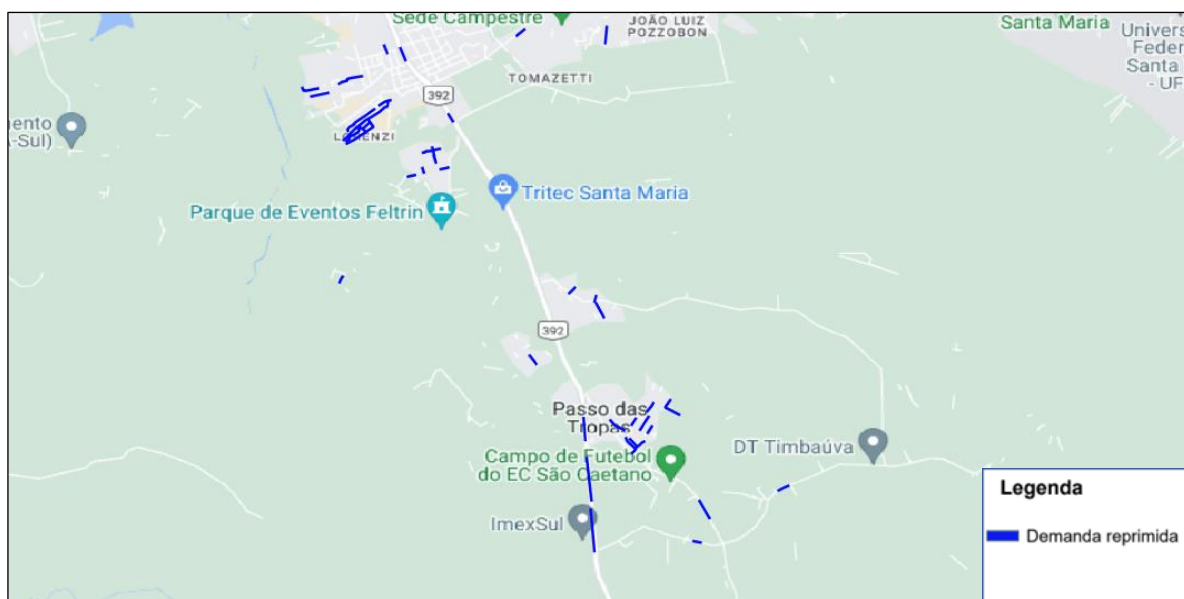
## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

**Figura 10-3 - Deficiência da Iluminação Pública do distrito de Sede (1º Distrito)**



Elaboração: Houer Concessões (2023).

**Figura 10-4 - Deficiência da Iluminação Pública do distrito de Pains**





## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

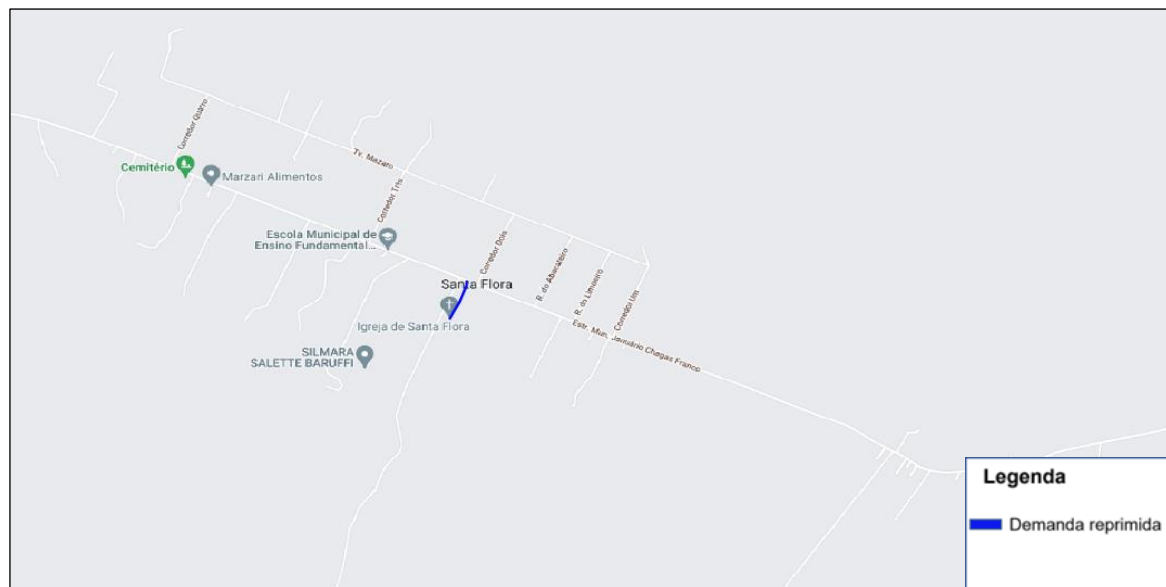
Elaboração: Houer Concessões (2021).

**Figura 10-5 - Deficiência da Iluminação Pública do distrito de Boca do Monte**



Elaboração: Houer Concessões (2023).

**Figura 10-6 - Deficiência da Iluminação Pública do distrito de Santa Flora**



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023).



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

2	V3	2	0,31%
	V2	3	0,39%
4	V5	258	40,13%
	V4	46	7,08%
5	V3	2	0,31%
	V2	3	0,39%
3	V1	9	1,40%
6		9	1,40%
7		9	1,40%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

## 11 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELEGESTÃO

A presente seção busca apresentar as funcionalidades do Sistema de Telegestão e suas especificações técnicas, de forma a viabilizar tecnicamente a utilização de tal solução de controle e comando para a rede de iluminação do Município.

### 11.1 Benchmarking de soluções de Tecnologias de Comando e Controle Remoto da Rede de Iluminação Pública

As soluções integradas de comando e controle remoto incluem atualmente relé fotoeletrônico e telegestão. Nas subseções abaixo são apresentadas as principais vantagens e desvantagens de cada uma<sup>17</sup>.

A utilização de relés fotoelétricos, também chamados de fotocélulas, nos pontos de luz permite controlar de forma automática o funcionamento dos pontos de iluminação pública.

**Figura 11-1 – Vantagens e desvantagens do relé fotoeletrônico**

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresenta baixo custo de aquisição e troca de peças.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não permite a programação de desligamentos à distância;</li> <li>- Não permite a “dimerização”;</li> <li>- Não é capaz de controlar as lâmpadas que, por alguma falha, estejam acesas durante o dia ou apagadas durante a noite;</li> <li>- Impreciso no acionamento/desligamento de lâmpadas, apresentando uma alta taxa de lâmpadas apagadas a noite ou acesas de dia;</li> <li>- Não realiza medições do consumo de energia;</li> <li>- Não é capaz de individualizar as medições por lâmpada;</li> <li>- Não permite a programação de regime de operações customizado;</li> <li>- Não possibilita gravar operações realizadas (log de eventos).</li> </ul>

**Fonte: EPB – Estudo de Belo Horizonte (2015 – Adaptado Houer Concessões)**

<sup>17</sup> PROJETOS, EPB ESTRUTURADORA BRASILEIRA DE PROJETOS, “Estruturação da Concessão da Rede de Iluminação Pública de Belo Horizonte,” 2015.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

O sistema de telegestão permite as atividades de gerenciamento, controle e monitoramento do parque de iluminação pública. A seguir apresentam-se as vantagens e desvantagens do sistema de telegestão.

**Figura 11-2 – Vantagens e desvantagens do sistema de telegestão**

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite o acionamento e desligamento automático das lâmpadas de acordo com a incidência solar ou em horário programado;</li> <li>- Permite “dimerização” da lâmpada e/ou da luminária;</li> <li>- É capaz de identificar as lâmpadas que, por alguma falha, estejam acesas durante o dia ou apagadas durante a noite;</li> <li>- Realiza medições do consumo de energia;</li> <li>- É capaz de individualizar as medições por lâmpada;</li> <li>- Permite a sincronização com unidade de referência de tempo;</li> <li>- Possibilita gravar operações realizadas e regimes programados;</li> <li>- Possui alta precisão no acionamento/desligamento de lâmpadas;</li> <li>- Realiza log de eventos;</li> <li>- Podem apresentar a opção Constant Lumen Output (LCO) que compensa a depreciação de lumens da lâmpada ao evitar o excesso de luz no início de sua vida útil<sup>13</sup>;</li> <li>- Podem apresentar a opção Selective Dynamic Lumen Output (SDLO) que controla a intensidade de iluminação em função da densidade de tráfego;</li> <li>- Combinados a dimerização, o LCO e o SDLO podem proporcionar um ganho de até 40% de energia em relação à fotocélula.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exige maior valor de investimento, apesar da tendência de diminuição do preço com desenvolvimento da tecnologia e aumento da escala de produção;</li> <li>- Apresenta alto custo de troca das peças e de manutenção uma vez que exige mão de obra especializada;</li> <li>- Seu funcionamento está ligado à capacidade de transmissão de dados do ponto, sendo susceptível a interferências e falhas de comunicação;</li> <li>- Necessita de suporte técnico do fabricante do sistema;</li> <li>- Inexistência de portaria no INMETRO para certificação do dispositivo;</li> <li>- Necessita de atualização periódica do sistema.</li> </ul>

**Fonte: EPB – Estudo de Belo Horizonte (2015 – Adaptado Houer Concessões)**

A tabela a seguir apresenta análise comparativa das soluções de comando e controle que permitem o acionamento dos pontos de iluminação pública. Essa análise mostra que o aumento do nível de automação apresenta benefícios para operação e gestão do parque, entretanto, acarreta incremento dos custos de investimento.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

**Tabela 11-1 – Comparativo das Soluções Tecnológicas de Comando e Controle**

Critério	Solução	
	Fotocélula	Telegestão
Baixo custo de aquisição e troca de peças	✓	✗
Acionamento automático das lâmpadas ao anoitecer e desligamento automático ao amanhecer	✓	✓
Controle e acionamento à distância	✗	✓
“Dimerização”	✗	✓
Controle e gestão de lâmpadas apagadas durante a noite e acesas durante o dia	✗	✓
Controle de inventário	✗	✓
Atuação individualizada à distância	✗	✓
Sincronização com unidade de referência de tempo	✗	✓
Gravar operações e regimes programados	✗	✓
Medição do consumo de Energia	✗	✓
Gera log de eventos	✗	✓
Alta Confiabilidade	✗	✓

Fonte: EPB – Estudo de Belo Horizonte (2015 – Adaptado Houer Concessões)

A tabela a seguir exibe um levantamento de projetos de iluminação pública recentes em que foram implantados sistemas de telegestão. Pode-se observar que se trata de municípios com realidades diversas e, dentro de cada uma dessas realidades, foi projetada uma configuração de sistema de telegestão que seja adequada, de acordo com a seleção de classes atendidas com a tecnologia. Destaca-se que com exceção dos municípios de Ribeirão das Neves e São Paulo, a tendência de mercado é implantação de sistema de telegestão em vias classificadas em vias V1, V2 e V3.

**Tabela 11-2 – Levantamento de Projetos de IP Recentes**

Cidade	Número de Pontos	% da Rede Contemplada com Telegestão	Classes Viárias com Telegestão
Angra dos Reis	20.564	11,00%	V2 e V3
Belém	85.400	40,90%	V1 e V2
Belo Horizonte	179.155	23,00%	V1 e V2
Feira de Santana	60.500	23,00%	V1, V2 e V3
Franco da Rocha	10.413	18,17%	V2 e V3
Porto Alegre	101.487	20,06%	V1 e V2

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

Cidade	Número de Pontos	% da Rede Contemplada com Telegestão	Classes Viárias com Telegestão
Ribeirão das Neves	26.486	100,00%	V1, V2, V3, V4 e V5
São Paulo	625.000	100,00%	V1, V2, V3 e V4
Teresina	87.080	31,71%	V1, V2 e V3
Uberlândia	86.742	23,70%	V1, V2 e V3
Petrolina	39.377	15,12%	V1 e V2
Macapá	33.814	22,23%	V2 e V3
Curitiba	163.000	29,35%	V1, V2 e V3
Vila Velha	34.930	16,97%	V1, V2 e V3
Jaboatão dos Guararapes	46.742	21,35%	V1, V2 e V3

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023).

### 11.2 Estrutura operacional do sistema de telegestão

O Sistema de Telegestão é composto de forma geral por central de controle, servidor de telegestão, concentrador e telecomando controlador de luminária. Cada elemento dessa estrutura de telegestão apresenta características básicas, obrigações e especificações técnicas que devem ser contempladas. A figura a seguir retrata uma possível solução para o sistema por completo.

**Figura 11-3 – Estrutura operacional do Sistema de Telegestão**



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Os telecomandos controladores das luminárias (1) comunicam-se com o concentrador (2) através de protocolos abertos de comunicação. As informações são coletadas pelos concentradores dotados de conexão com *internet* para que possam transmitir as informações ao servidor de telegestão (3), esse, por sua vez, armazena e



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

disponibiliza as informações à central de controle (4) localizada no centro de controle operacional (CCO).

Apresentam-se nos itens subsequentes as características de operação bem como as especificações técnicas para os componentes do Sistema de Telegestão: central de controle, servidor, concentrador e controlador.

### 11.2.1 Conectividade

A concessionária deve prover conectividade, garantindo a comunicação entre os dispositivos de controle do Sistema de Telegestão instalados nos pontos de iluminação pública, a plataforma para controle do Sistema de Telegestão e o CCO. A conectividade deve estabelecer comunicação bidirecional de informações entre os pontos de iluminação pública com Sistema de Telegestão e o CCO, de forma a permitir que o CCO envie informações de comando para os pontos de iluminação pública e que estes, por meio de seus dispositivos de controle, enviem informações referentes ao estado operacional do ponto de iluminação pública.

A rede de conectividade, a ser estabelecida pela concessionária, deverá minimamente:

- Garantir cobertura de dados em todos os pontos de iluminação pública implantados com o Sistema de Telegestão;
- Estender os limites de tamanho e velocidade da comunicação dos dados, caso a aplicação de telegestão assim necessite;
- Ter escalabilidade;
- Funcionar em frequência autorizada e regulamentada pela ANATEL para esta natureza de serviço;
- Operar em alta disponibilidade e redundância de rede, garantindo mecanismos de auto recuperação e roteamento automático em caso de falha;
- Garantir estrutura de rede com suporte a padrões abertos.

### 11.2.2 Características básicas da plataforma do Sistema de Telegestão

A plataforma do Sistema de Telegestão deverá estar integrada aos serviços operacionais que compõem o Centro de Controle Operacional (CCO) e ao sistema

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

informatizado de gestão da operação e manutenção da rede iluminação pública, definido como Sistema Central de Gestão Operacional (SCGO).

Cabe à concessionária implantar plataforma para controle do Sistema de Telegestão no Centro de Controle Operacional que garanta minimamente:

- Operação simultânea de múltiplas telas de controle em diversas localidades, por qualquer nível de usuário a qualquer tempo;
- Tecnologia confiável de criptografia com um alto nível de segurança para as operações do sistema. A operação deverá ser segura e protegida contra qualquer tipo de anomalia externa, assegurando a segurança em órgão certificador internacional;
- Integridade dos dados pelo prazo de 12 meses;
- Armazenamento de dados, por redundância, em pelo menos duas localidades diferentes, para garantir que independentemente das adversidades naturais, a confiabilidade do armazenamento e o resgate de informações possa ser feito a qualquer momento. A replicação de dados deverá ser instantânea e automática, permitindo acesso instantâneo a eles em caso de algum evento ou anomalia externa. A infraestrutura do servidor deverá seguir as diretrizes estabelecidas pela ISO 27.001 e ter elevada disponibilidade de forma a garantir segurança dos dados;
- Atualizações de maneira remota e segura. As atualizações devem ser instaladas automaticamente e sem causar distúrbios à operação da rede municipal de iluminação pública;
- Fácil incorporação de tecnologias de iluminação abertas existentes (incluindo tecnologia 0-10V, DALI, entre outras);
- Comunicação dos computadores/servidores com outros sistemas de internet de maneira aberta, padronizada e documentada. Utilizando plataformas de *Web*, a plataforma para controle do Sistema de Telegestão deverá:
  - Apresentar Interface *web* amigável, disponível em idioma português, podendo ser visualizada a partir de qualquer dispositivo com um navegador comum e deve suportar protocolos abertos de controle (por exemplo, HTTP, XML, REST, SOAP);

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- Possuir capacidade de gerenciar um elevado volume de dispositivos, relatórios e outras funções sem a necessidade de instalação física de nenhum *software* específico para gerenciamento;
  - Deve ser capaz de exibir os pontos de iluminação pública em base cartográfica georreferenciada, visualizar a planta de iluminação pública em mapa ou foto de satélite com *zoom* e *street view*;
  - Relatórios de dados históricos ilimitados referentes às falhas, ocorrências e medições, podendo ser exportados em arquivos;
  - Comandos de controle, monitoramento e consulta da rede de iluminação em tempo real e agendado;
  - Capacidade de gerar diário completo de eventos (*log*) para cada um dos pontos de iluminação pública.
- Agrupamento de luminárias em grupos, permitindo sobreposição e consulta de grupos;
  - Configuração de programas e rotinas para controle, monitoramento e consulta;
  - Programações configuráveis em casos de falhas, ocorrências, alarmes e avisos de advertência (sobretensão e subtensão na entrada do *driver*, sobrecorrente do *driver*, variação do fator de potência);
  - Identificação dos tipos de falhas nas luminárias (como cintilante, apagada ou acesa, fora dos horários de operação), sendo a visualização de tais falhas automáticas e em tempo real;
  - Medição do consumo de energia discriminado por ponto de iluminação pública e totalizado conforme os seguintes procedimentos de faturamento:
    - Padrão: baseado no tempo determinado pela ANEEL de 11 horas e 27 minutos;
    - Medido: consumo real medido por medidor interno;
    - Estimado: tempo real aceso e potência nominal da luminária e de seus equipamentos auxiliares.
  - Medição e monitoramento (valores instantâneos e eficazes) em tempo real de tensão, corrente e potência ativa;
  - Estado de conexão da comunicação de todos os elementos, incluindo capacidade de armazenamento e de memória;

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- Registro dos momentos de retorno ao funcionamento;
- Capacidade de registro de ordem de serviço bem como o fechamento dela, indicando ciência ao usuário;
- Capacidade de agrupar alertas e falhas iguais emitidas para um conjunto de luminárias ou luminária individualizada em uma única ordem de serviço;
- Registro de horas de operação para cada luminária;
- Exportação de mapas em formato KMZ (*Google Earth*) de forma nativa e interativa, sem customização por meio de código fonte;
- Exportação de resultados e informações do Sistema de Telegestão em formato CSV e XML de forma nativa e interativa, sem customização por meio de código fonte;
- Geração de relatórios gerenciais que permitam visualização de mapas digitais com visualização georreferenciada dos pontos de iluminação pública, gráficos e demonstrativos;
- Mecanismos de segurança de informação do sistema.

A plataforma para controle do Sistema de Telegestão também deverá estar integrada aos serviços de operação e manutenção da rede municipal de iluminação pública, no sentido de corroborar na execução dos serviços de ordem corretiva e preditiva, principalmente, segundo as diretrizes expressas a seguir:

- Ordem corretiva: o Sistema de Telegestão deverá alertar ao CCO, em casos de identificação de falhas operacionais nos pontos de iluminação pública, através de ordem de serviço com as informações necessárias para análise;
- Ordem preditiva: dentre as funcionalidades do Sistema de Telegestão está o monitoramento em tempo real da tensão de alimentação das luminárias. Caso seja configurado elevação de tensão acima do determinado por resolução da ANEEL, o sistema deve gerar relatório para ação preditiva no ponto em que houve violação de tensão.

### 11.2.3 Dispositivo de Controle do Sistema de Telegestão

O dispositivo de controle do Sistema de Telegestão disponível nos pontos de iluminação definidos, apresenta-se como peça chave na efetivação do Sistema de

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

Telegestão ao estabelecer a comunicação entre pontos de iluminação pública e os concentradores.

Os dispositivos de controle do Sistema de Telegestão, minimamente, devem cumprir as especificações estabelecidas a seguir.

- Permitir o recebimento de controle individual ou em grupo para mensagens e comandos de liga/desliga, dimerização e calendários de operação. Cada dispositivo de controle deve receber seu próprio relógio astronômico (carta solar), a depender de sua posição georreferenciada e do calendário de dimerização alocado ao dispositivo;
- Os dispositivos de campo deverão ser controlados através do mesmo ambiente da plataforma de telegestão, independente da tecnologia adotada em campo;
- Atualização de sistemas e configurações de parâmetros internos de forma remota – *Over The Air* (OTA);
- Capacidade de reconexão automática com o servidor da aplicação (*watchdog*) para monitoramento de serviços do seu sistema operacional e testes de conectividade;
- Certificação da ANATEL;
- Disponibilidade de fotômetro de alta precisão para controle de iluminância externa a fim de monitorar ou programar remotamente o instante de acionamento das luminárias LED;
- Comunicação em tempo real entre o ponto de iluminação pública e o concentrador;
- Capacidade de dimerização entre 1% a 100%;
- Capacidade (*soft real-time*) de ligar ou desligar a luminária remotamente e por meio de programação agendada ou direta;
- Monitoramento e coleta de dados, incluindo:
  - Leitura de estado da luminária (ligada / desligada / % de dimerização);
  - Duração acumulada do tempo de funcionamento da luminária;
  - Quantidade de chaveamentos acumulados pela luminária.
- Capacidade de verificar o modo de operação da luminária (direta / programado);

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- Identificação de falhas das luminárias, do driver e potência/fator de potência;
- Capacidade de executar controle e dimerização através do status dos fotômetros e/ou auxiliado por temporizador e por um relógio de tempo real de acordo com o calendário anual do nascer e do pôr do sol, mesmo em caso de ausência de comunicação com o CCO;
- Ser compatível com tecnologias abertas de iluminação como 0-10V, DALI, entre outras;
- Capacidade de armazenar os parâmetros de programação gravados em memória não volátil;
- Envio de mensagens e alertas automáticos assim que ocorrer mudança de status da luminária (transição entre luminária ligada, cintilando ou desligada);
- Tempo programável para envio das informações relativas à luminária para o centro de controle operacional;
- Operar de maneira autônoma sem a necessidade de conexão a um concentrador ou à internet, armazenando dados operacionais por pelo menos 7 dias (caso ocorra alguma falha na conexão).

Os dispositivos de controle podem exigir a instalação de concentradores/*gateways* de comunicação. Desta maneira, a localização e o número de equipamentos desse tipo devem ser definidos de acordo com a tecnologia adotada. Os dispositivos de controle, entretanto, devem continuar a operação de iluminação pré-programada em caso de falha desses concentradores.

### 11.2.4 Concentradores ou gateways

O concentrador é responsável por concentrar as informações recebidas dos controladores das luminárias e enviar essas informações ao servidor de telegestão. Ele deve oferecer recursos de programação e controle através do servidor de telegestão, conectado por meio de GPRS (*general packet radio service*), 3G, 4G, ADSL (*assymetrical digital subscriberline*), fibra óptica ou qualquer conexão TCP/IP.

O canal de comunicação com os controladores de luminárias deve ser bilateral, ou seja, envia e recebe informações dos controladores através de comunicação por radiofrequência ou por meio de conexão física. Os concentradores devem apresentar



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

as seguintes características de operação e especificações técnicas para pleno funcionamento do sistema de telegestão:

- Armazenar dados dos controladores a fim de otimizar a comunicação com o servidor;
- Capacidade de armazenar/*backup* de no mínimo 100 mil mensagens em caso de perda de conexão com a internet ou mesmo na falta de energia;
- Suporte de bateria com duração mínima de 6 horas de funcionamento em caso de queda de energia;
- Atualização de sistemas e configurações de parâmetros internos de forma remota – OTA;
- Capacidade de reconexão automática com o servidor da aplicação (*watchdog*) para monitoramento de serviços do seu sistema operacional e testes de conectividade;
- Operação em faixa de frequência licenciada, com salto em frequência para minimizar interferências, quando a comunicação com os controladores ocorrerem por meio de radiofrequência;
- Certificação da ANATEL;
- Sobreposição/redundância de sinal entre os concentradores permitindo que o sistema de telegestão se mantenha operando quando da falha temporária de um dos concentradores.

### 11.2.5 Servidor de telegestão

O servidor de telegestão deve estabelecer a comunicação entre a central de controle do Sistema de Telegestão e os concentradores de rede. Ele deve dotar de infraestrutura confiável, arquitetado com operação dos dados em diversas localidades e utilizando uma rotina regular de *backups*, garantindo operação e armazenamento confiável dos dados e da própria plataforma. O servidor deve armazenar e administrar o banco de dados do sistema e ser o servidor *web* para a interface do usuário. O armazenamento deve ser feito por redundância em pelo menos duas localidades diferentes, para garantir, independentemente das adversidades naturais, a confiabilidade do armazenamento e o resgate de informações, sendo possível armazenamento remoto (em nuvem). O desenvolvimento da infraestrutura deverá ser



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

norteado pelas diretrizes estabelecidas pelas normas aplicáveis da família ISO IEC 27.000, tais como ISO IEC 27.001, ISO IEC 27.002 e ISO IEC 27.019.

Adicionalmente, assume-se a premissa de que o servidor de telegestão deve dotar de memória suficiente para armazenamento de informações no período de 12 meses.

### 11.3 Funcionalidades do Sistema de Telegestão

A implementação dos dispositivos de telegestão passa invariavelmente pelas definições mínimas das funcionalidades que o Sistema de Telegestão deve apresentar ao longo de toda a concessão. Essas funcionalidades correspondem ao monitoramento da operação das luminárias, controle do estado de operação da luminária, medição de variáveis elétricas e gerais e dimerização dos pontos luminosos. Tais funcionalidades são apresentadas a seguir, indicando suas condições de funcionamento e especificações.

#### 11.3.1 Monitoramento

O Sistema de Telegestão deverá garantir o monitoramento remoto ininterrupto dos pontos de iluminação pública contemplados com a solução de controle e comando, de forma que sejam identificadas falhas e ações que requerem manutenção preventiva e corretiva. Assim, para efetivação deste serviço, o sistema deve monitorar:

- Falha operacional dos módulos LED;
- Falha de comunicação;
- Qualidade da energia elétrica (fator de potência, nível de tensão, potência e corrente);
- Quantidade de chaveamentos acumulados pela luminária;
- Duração acumulada do tempo de funcionamento da luminária;

Em tempo real (*soft real-time*), o estado das luminárias (ligadas ou desligadas) e alterações desses estados de forma direta ou programada.

#### 11.3.2 Controle

O sistema de telegestão deverá apresentar a capacidade de controlar o estado de operação das luminárias (ligado/desligado) de maneira direta ou programada.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

### 11.3.3 Medição

O sistema de telegestão deverá medir em tempo real (*soft real-time*) grandezas associadas ao ponto de iluminação pública, sendo medidos minimamente:

- Tempo de operação dos pontos de iluminação pública;
- Potência instantânea;
- Potência aparente;
- Consumo de energia acumulado mensal por ponto;
- Fator de potência;
- Tensão;
- Corrente;
- Tempo acumulado de operação da luminária.

### 11.3.4 Dimerização

O sistema de telegestão deverá garantir o ajuste remoto da luminosidade em tempo real para cada luminária que conte com Sistema de Telegestão, proporcionando redução do consumo energético, extensão da vida útil da luminária e prevenção de picos de partida que favoreçam o desgaste da fonte luminosa e componentes do sistema.

O ajuste de fluxo luminoso nos pontos de iluminação pública com Sistema de Telegestão deverá seguir aspectos legais e normativos relativos pertinentes (especialmente a ABNT NBR 5101:2018).

A Resolução Normativa 1000 de 2021 da ANEEL permite que o consumo mensal de energia elétrica seja apurado considerando as seguintes disposições:

- Com medição da distribuidora: nas mesmas condições das demais unidades consumidoras dos Grupos A e B com medição exclusiva;
- Com medição amostral da distribuidora: a medição amostral deverá ser extrapolada para os demais pontos de iluminação pública, com o consumo da unidade consumidora que agrega os pontos sendo calculado pelo somatório dos consumos individuais;

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- Com sistema de gestão de iluminação pública do poder público municipal ou distrital: o consumo dos pontos de iluminação abrangidos deve ser apurado a partir das informações do sistema de gestão, observado o art. 26 e demais instruções da ANEEL;
- não enquadrado nas hipóteses acima: o consumo mensal por ponto de iluminação deverá ser estimado considerando a seguinte expressão:

$$\text{Consumo Mensal (kWh)} = (\text{Carga} \times (n \times \text{Tempo} - \frac{DIC}{2}))/1.000$$

onde,

- Carga = potência nominal total do ponto de iluminação em Watts, incluídos os equipamentos auxiliares, conforme art. 473, devendo ser proporcionalizada em caso de alteração durante o ciclo.
- Tempo = tempo considerado para o faturamento diário da iluminação pública, podendo assumir os seguintes valores: 24h – para os logradouros que necessitem de iluminação permanente; ou Tempo médio anual por município homologado pela REH nº 2.590/2019;
- DIC = Duração de Interrupção Individual da unidade consumidora que agrega os pontos de iluminação pública no último mês disponível, conforme cronograma de apuração da distribuidora, em horas, conforme Módulo 8 do PRODIST;
- n = número de dias do mês ou o número de dias decorridos desde a instalação ou alteração do ponto de iluminação.

O sistema de telegestão enquadra-se na definição de sistema de gestão de iluminação pública, sendo, portanto, um mecanismo para cálculo do consumo de energia elétrica. Este mecanismo deve ser validado conforme disposições do Art. 474 que estabelece que o poder municipal apresente projeto técnico específico para avaliação da empresa distribuidora. A empresa distribuidora poderá aplicar período de testes, com duração até 3 (três) ciclos consecutivos e completos, com objetivo de permitir integração e avaliação do sistema.

A avaliação pela empresa distribuidora constitui uma das condicionantes para comprovação e reconhecimento do sistema de gestão para fins de faturamento. Como preconizado, o art. 468 menciona que a utilização do sistema de gestão deve cumprir

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

com as disposições do art. 474 bem como demais instruções da ANEEL. Nessa linha, a Resolução Normativa ANEEL 1000 apresenta os critérios para operacionalizar o faturamento destinado à iluminação pública caso sejam instalados equipamentos automáticos de controle de carga.

Juntamente com a documentação, o Município deve apresentar qual metodologia, descrita a seguir, pretende realizar para a comprovação e reconhecimento do sistema de gestão de IP.

- Observância dos requisitos específicos estabelecidos pelo INMETRO, quando existirem; ou
- Medição fiscalizadora feita pela distribuidora a pedido do Município, considerando:
  - tamanho da amostra de acordo com a Seção 8.1 do Módulo 8 do PRODIST, escolhida por amostra aleatória simples;
  - medição utilizada pela distribuidora de acordo com a regulamentação metrológica do INMETRO, devendo possuir corrente nominal compatível;
  - instalação em até 30 (trinta) dias da solicitação, com a informação ao Município com pelo menos 10 (dez) dias de antecedência, para que este possa, caso deseje, acompanhar;
  - período de medição de 15 (quinze) dias até 60 (sessenta) dias consecutivos, podendo ser prorrogado uma única vez por igual período mediante acordo entre as partes;
  - custo da medição fiscalizadora pago pelo Município de acordo com os valores previstos na resolução homologatória tarifária da distribuidora considerando, para cada medição instalada, a soma dos valores cobráveis para as atividades: visita técnica e aferição de medidor;
  - entrega de relatório pela distribuidora ao Município em até 30 (trinta) dias da finalização do período de medição.
- Ensaios fundamentados em normas internacionais e realizados em laboratórios estrangeiros acreditados, devidamente traduzidos por tradutor juramentado, salvo aceitação da distribuidora pelos documentos originais;

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

- Comprovação e reconhecimento do sistema de gestão da IP por outra distribuidora, mediante a apresentação de atestado de capacidade técnica ou documento similar;
- Outra metodologia pactuada pela distribuidora e o Município para comprovação e reconhecimento dos dispositivos de controle de carga de IP para estimativa do consumo.

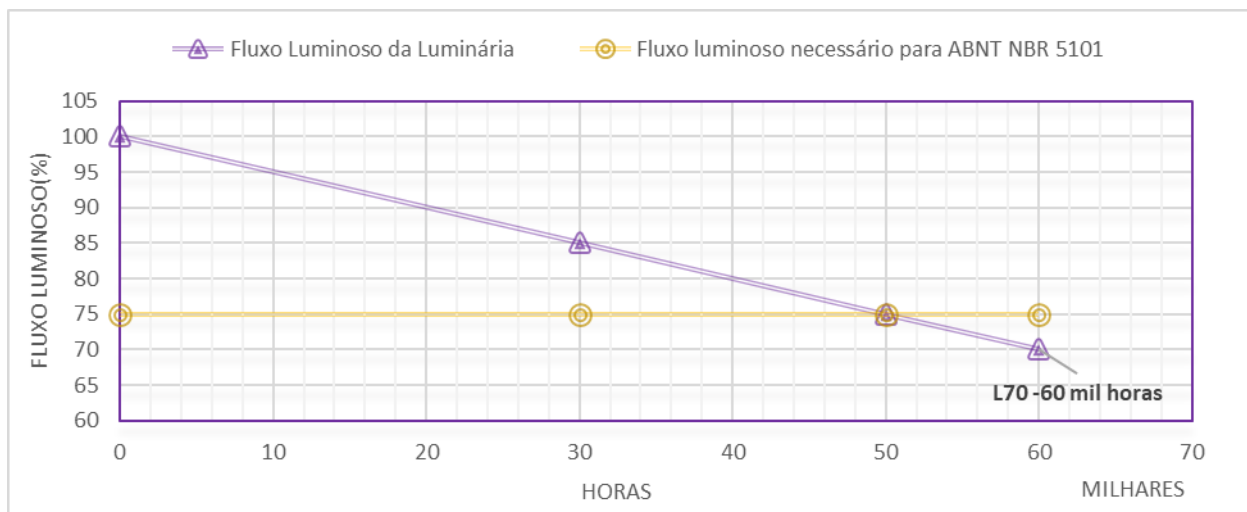
Uma vez aprovado o sistema de telegestão viabiliza-se ganhos econômico-financeiros com a utilização da dimerização do sistema de iluminação pública. A dimerização ocorrerá segundo o mecanismo: de otimização do fluxo luminoso considerando a relação entre vida útil operacional e fator de manutenção. A seção a seguir traz a descrição de tal mecanismo.

### 11.3.4.1 *Dimerização pela Otimização do Fluxo Luminoso*

Neste mecanismo de dimerização, é considerado o decaimento do fluxo luminoso das luminárias como fator para a dimerização. Ao se elaborar o projeto luminotécnico, é aplicado um fator de depreciação de 75% nas luminárias, que é atingido ao final de sua vida útil. Essa depreciação é aplicada com objetivo de se obter o serviço de iluminação pública em consonância com os requisitos normativos do início ao fim da vida útil da luminária. Desta forma, sabe-se que a iluminação projetada vai apresentar um resultado acima do exigido pela norma até o último ano de operação. Nessa linha, a dimerização configura-se como alternativa para reduzir o fluxo luminoso até o limite estabelecido em norma durante os anos de operação. A seguir exibe a curva de decaimento aproximada para uma luminária com vida útil (70%) de 60.000 horas, tendo como referência o fluxo luminoso mínimo para atender aos requisitos normativos. Observa-se que sem a otimização do fluxo luminoso até o término de sua vida útil, a iluminação pública é sobre-estimada em até 25% para atender os requisitos normativos em todas as horas de operação.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

**Figura 11-4 – Curva de decaimento do fluxo luminoso das luminárias em função das horas de uso**



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

O cálculo do percentual de dimerização foi obtido considerando as seguintes premissas:

- Cumprimento integral da ABNT NBR 5101:2018 até o ciclo de trocas das luminárias LED;
- Consideração da curva decaimento do fluxo luminoso até o ciclo de trocas das luminárias LED;
- 75% do fluxo luminoso necessário para cumprimento dos requisitos normativos da ABNT NBR 5101:2018;
- Potências típicas nas classes de iluminação com sistema de telegestão;
- Período de operação de 11 horas e 24 minutos conforme Resolução Homologatória Nº 2.590, de 13 de agosto de 2019 da ANEEL;

A tabela abaixo mostra a distribuição de luminárias por potência e classe viária no Município considerando o quantitativo atual, com substituição por luminárias de LED para uma combinação de fornecedores<sup>18</sup>.

<sup>18</sup> Aclara-se que estudo sobre o potencial de economia de energia elétrica independente do fornecedor, haja vista que a premissa de que a curva do decaimento do fluxo luminoso é aproximadamente linear até 70% ao final de sua vida útil é aplicável para todos os fornecedores.



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

**Tabela 11-3 – Potências típicas em vias com sistema de telegestão**

Classe	Potência [W]	Quantidade	Potência Total [W]
V1	141,5	742	104.993
V2	87,9	1.455	127.895
V3	72	3.230	232.560
<b>TOTAL</b>		<b>5.427</b>	<b>465.448</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

A partir da curva do decaimento do fluxo luminoso, calcula-se a taxa de dimerização em função do tempo de uso da luminária, aplicado nas vias com sistema de telegestão.

A economia por classe viária dividida entre os anos da concessão será:

**Tabela 11-4 – Economia de energia anual obtida pela dimerização por classe**

Ano	Economia V1 [kWh]	% V1	Economia V2 [kWh]	% V2	Economia V3 [kWh]	% V3
1	105.431,80	24,13%	128.429,52	24,13%	233.531,95	24,13%
2	97.857,47	22,40%	119.203,00	22,40%	216.754,76	22,40%
3	90.283,13	20,67%	109.976,48	20,67%	199.977,57	20,67%
4	82.708,79	18,93%	100.749,97	18,93%	183.200,38	18,93%
5	75.134,46	17,20%	91.523,45	17,20%	166.423,19	17,20%
6	67.560,12	15,46%	82.296,93	15,46%	149.646,00	15,46%
7	59.985,79	13,73%	73.070,42	13,73%	132.868,81	13,73%
8	52.411,45	12,00%	63.843,90	12,00%	116.091,62	12,00%
9	44.837,12	10,26%	54.617,38	10,26%	99.314,43	10,26%
10	37.262,78	8,53%	45.390,87	8,53%	82.537,24	8,53%
11	29.688,45	6,80%	36.164,35	6,80%	65.760,05	6,80%
12	22.114,11	5,06%	26.937,84	5,06%	48.982,86	5,06%
<b>Média</b>	<b>63.772,96</b>	<b>14,60%</b>	<b>77.683,68</b>	<b>14,60%</b>	<b>141.257,40</b>	<b>14,60%</b>
<b>Total</b>	<b>765.275,47</b>	<b>14,60%</b>	<b>932.204,11</b>	<b>14,60%</b>	<b>1.695.088,84</b>	<b>14,60%</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

O estudo sobre a utilização da dimerização como opção para economia de energia elétrica pode ser aplicado para cada ponto de iluminação modernizado contemplado com a solução de telegestão a partir do percentual de economia apresentado na tabela acima apresentada, que gradativamente vai reduzindo ao longo dos anos. O percentual se reaplica no ciclo de reinvestimento tendo em vista que a vida útil é reiniciada com o mesmo fluxo inicial.



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

### 11.3.5 Potenciais receitas acessórias

A implantação do sistema de telegestão traz a possibilidade de obtenção de receitas acessórias decorrentes da exploração de atividade relacionada. A título de exemplo, apresentam-se a seguir atividades relacionadas com potencial para geração de receitas acessórias oriundas eventualmente a partir do sistema de telegestão:

- Gestão de redes de segurança;
- Gestão de redes de trânsito;
- Monitoramento de frotas;
- Gestão de informação de Big Data;
- Gestão da rede de transporte público;
- Recarga de veículos elétricos;
- Locação de rede de comunicação da telegestão de iluminação pública para outras infraestruturas.

Ademais, vale ressaltar que atualmente a implantação de atividades relacionadas aos serviços de iluminação pública não está difundida no país, tanto por razões de desenvolvimento tecnológico, quanto por falta de modelos de negócio bem estabelecidos. Portanto, é provável que a exploração dessas atividades ocorra de forma pontual nos primeiros anos da concessão.

#### Matriz

Belo Horizonte - MG  
Rua Maranhão, 166 - 10º andar  
Santa Efigênia  
CEP: 30.150-330  
Contato: +55 (31) 3508-7375

#### Escritórios

São Paulo - SP  
Cuiabá - MT  
Campo Grande - MS  
Três Lagoas - MS

Teresina - PI  
Brasília - DF  
Uberlândia - MG  
Ipatinga - MG

## **12 ILUMINAÇÃO DE DESTAQUE PRELIMINAR**

Com a sua rica história, o Município possui uma grande diversidade de bens de interesse que representam seu passado. Dentre os bens existentes, foram elencados e aprovados pelo Município 25 bens de interesse destinados a receberem iluminação de destaque ou, para aqueles que possuem iluminação de destaque, serem revitalizados.

A metodologia estabelecida para implantação de iluminação de destaque em bens de interesse do Município foi ancorada na elaboração de cenários de iluminação pública aderentes a diretrizes gerais e específicas atinentes a tipologia do bem em questão. Nesse sentido, foi desenvolvido racional de materiais e equipamentos necessários para implantação do cenário de iluminação desenvolvido.

A definição dos bens de interesse a serem contemplados com iluminação de destaque baseou-se na análise sobre as características construtivas, históricas, arquitetônicas, geográficas e de conservação.

Embora alguns bens de interesse apresentem alguma solução de iluminação de destaque, foi observado que elas não valorizam os bens de interesse em sua plenitude ou utilizam equipamentos de iluminação com tecnologias ultrapassadas e/ou sem a possibilidade de automação, logo, foram realizadas proposições para todos os bens elencados.

**Tabela 5 – Relação dos**

**Bens**

**de Interesse com novos projetos**

#	Bens de interesse	Tecnologia Existente	Potência Existente	Quantidade Existente	Potência Total Existente	Tecnologia Proposta	Potência Unitária Proposta	Quantidade Proposta	Potência Total Proposta
1	Edifício João Fontoura Borges	Fluorescente	30	2	60	LED	28	18	504
							35	12	420
		Fluorescente	15	12	180		54	3	162
2	Theatro Treze de maio	Fluorescente	30	3	90	LED RGB	35	11	385
							54	2	108
3	Centro de atividades múltiplas	-	-	-	-	LED	35	5	175
							54	2	108
4	Casa de cultura	-	-	-	-	LED RGB	35	9	315
							42	4	168
5	Largo da Estação ferroviária	Vapor metálico	250	1	280	LED RGB	35	5	175
							54	10	540
6	Museu de arte	Vapor metálico	250	1	280	LED	54	5	270
		Fluorescente	30	10	300				
		Fluorescente	45	5	225				
7	Biblioteca Municipal	Vapor metálico	250	1	280	LED	18	6	108
						LED RGB	42	10	420
							54	4	216

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

#	Bens de interesse	Tecnologia Existente	Potência Existente	Quantidade Existente	Potência Total Existente	Tecnologia Proposta	Potência Unitária Proposta	Quantidade Proposta	Potência Total Proposta
8	Arquivo histórico municipal	-	-	-	-	LED	18	2	36
						LED RGB	31	2	62
							54	2	108
9	Museu Treze de maio	-	-	-	-	LED	18	1	18
							31	2	62
							42	2	84
							45	3	135
10	Antiga Associação dos empregados da via férrea	-	-	-	-	-	31	4	124
							35	7	245
							45	4	180
11	Prefeitura Municipal	LED	40	6	240	LED	18	4	72
		Vapor de Sódio	150	12	2.064	LED RGB	31	4	124
		Vapor de Sódio	250	1	280		45	4	180
12	Shopping Independência	LED	40	6	160	LED	18	2	36
						LED RGB	31	7	217
							45	6	270
13	Locomotiva	-	-	-	-	LED RGB	45	8	360
14	Monumento do Ferroviário	-	-	-	-	LED RGB	45	4	180
15	Estátua do Ícaro	-	-	-	-	LED RGB	45	8	360
16	Concha Acústica	-	-	-	-	LED	18	4	72

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

#	Bens de interesse	Tecnologia Existente	Potência Existente	Quantidade Existente	Potência Total Existente	Tecnologia Proposta	Potência Unitária Proposta	Quantidade Proposta	Potência Total Proposta
							31	4	124
17	Estátua O Gaúcho	-	-	-	-	LED RGB	45	6	270
18	Clube 21 de Abril	-	-	-	-	LED	18	1	18
							42	5	210
							45	6	270
19	Câmara de Vereadores de Santa Maria	-	-	-	-	LED	18	8	144
							42	6	252
							45	8	360
20	Chafariz	-	-	-	-	LED RGB	18	4	72
							45	6	270
21	Coreto	-	-	-	-	LED RGB	18	1	18
							45	6	270
22	Centro Desportivo Municipal	-	-	-	-	LED	31	6	186
23	Ginásio Oreo	-	-	-	-	LED	31	4	124
24	Ginásio Guarani Atlântico	-	-	-	-	LED	18	8	144
							31	2	62
25	Monumento Aeronáutico	-	-	-	-	LED RGB	18	4	72
							31	4	124

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Tem-se, portanto, o seguinte comparativo com relação a potência instalada e ao quantitativo de pontos de iluminação pública nos bens de destaque:

**Tabela 12-6 – Relação entre potência instalada e proposta**

Potência total instalada [W]	Quantidade	Potência total proposta [W]	Quantidade
4.439	60	9.989	275

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)**

Cabe ressaltar que os detalhamentos das proposições de iluminação de destaque serão apresentados no Plano de Iluminação de Destaque.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

### 13 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE VIDEOMONITORAMENTO

#### 13.1 Infraestrutura existente

O município de Santa Maria possui atualmente uma infraestrutura de sistema de videomonitoramento, brevemente apresentada nas subseções seguintes.

##### 13.1.1 Equipamentos

Os equipamentos que a Prefeitura Municipal de Santa Maria possui, na modalidade de locação com contrato de manutenção incluso, são os seguintes:

**Tabela 13-1 – Quantitativo e descrição dos equipamentos**

Quantidade	Descrição
687	Câmeras
687	Caixas de proteção para câmeras
687	Fontes de Alimentação para as câmeras
141	DVR'S (Digital Vídeo Recorders) de Alta definição FULL HD
141	Caixas metálicas de proteção para DVR's
146	Serviço de ligação de Energia Elétrica para câmeras
01	Rede de fibra ótica dedicada interligando câmeras, fibra ótica e centro de operações
01	Software para central de operações
02	Servidor para processamento e armazenamento das imagens
04	Terminal para operadores
08	Monitores de 55 polegadas
01	No Break
04	Cadeiras para os operadores
01	Mesa para operação
01	Painel para os monitores
04	Joystick ou similares para movimentação das câmeras Speed Domes
-	Postes de Concreto e braço e estrutura para câmeras
01	Rack para servidores
-	Material de instalação e diversos

**Fonte: Termo de referência para ampliação e renovação tecnológica disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Santa Maria – 2018 – Adaptado por Houer Concessões (2023)**

Segue abaixo uma descrição técnica e resumida das câmeras, podendo o produto ter características iguais ou comprovadamente superiores às citadas neste descritivo:



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

### 13.1.1.1 Câmeras Fixas

- Sistema Day & Nigth + Infravermelho Inteligente para visão noturna, onde a câmera é colorida durante o dia e a noite entra automaticamente no modo de alta sensibilidade a luz com imagem preto e branco;
- Sensibilidade ao escuro: 0.1lux/ F-1.2 (0 lux IR ON);
- Sensor 1/2.7" 2 Megapixels CMOS;
- Lente 3,6mm;
- Ângulo de visão vertical 46 graus;
- Ângulo de visão horizontal 95 graus;
- Resolução FULL HD – 1920x1080 pixels;
- Grau de proteção IP66;
- Proteção contra surtos de tensão de até 500V;
- Infravermelho embutido para no mínimo 30 metros;
- Formato do Vídeo: NTSC;
- Alimentação: 12V;
- Temperatura de Operação (sem caixa de proteção): -10 a 60 graus Celsius;
- A Câmera poderá ser IP ou não, desde que possua a qualidade e características acima solicitadas.

### 13.1.1.2 Câmeras Móveis (Speed Domes)

- Câmera móvel IP com resolução FULL HD capaz de girar 360 graus na horizontal e 180 graus na vertical com 30X de zoom óptico;
- Sensibilidade ao escuro: Modo Dia (Colorido) 0,09 lux / Modo Noite (Preto/Branco) 0,01lux;
- Sensor 1/2.8" 2 Megapixels CMOS;
- Zoom Ótico: 30X;
- PTZ;
- Conexão IP;
- Resolução 1920 x 1080 (Full HD);
- Estabilização de Imagem: Automático;
- Temperatura de operação: -10 a 60 graus Celsius

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

### 13.1.2 Software de gestão das câmeras

O software que gerencia as câmeras, com vídeo analítico, é o coração de todo sistema. Para realizar a gestão das câmeras, é utilizado no Município o software D-Guard<sup>19</sup>, uma poderosa ferramenta de monitoramento de imagens da Seventh possibilitando a unificação de todos os dispositivos em uma única plataforma de videomonitoramento, proporcionando inovação, agilidade na operação e redução de custos. Como uma forma de exemplificar a performance do software, são dadas algumas de suas funcionalidades:

- Gerenciamento de 687 câmeras próprias;
- Acesso mobile. O software deve fornecer interface para acesso em smartphones e tablets;
- Sistema de pesquisa de ocorrências;
- Reconhecimento de placas com OCR, identificando as mesmas e catalogando em banco de dados;
- Possibilidade de espelhamento de todas as imagens por rede para um segundo local;
- Deve permitir a visualização em mosaico dinâmico na tela, configurado por operador, turno e usuário;
- Deve ser capaz de conectar-se com Câmeras IP, DVR's, Vídeo Servers, NVR's, Placas de Captura, e Módulos de Automação (I/O) das mais variadas marcas por protocolo nativo;
- Possibilidade de programar eventos e ações por horário, como tours, pressets, buscas, dentre outros;
- Ter integração com um mapa de satélite com localização de todas as câmeras em forma de ícones dinâmicos na tela;
- Sistema multi-operador com hierarquia de acesso;

<sup>19</sup> Videomonitoramento | VMS. Acessado em: 10/04/2023. Disponível em: <<https://www.seventh.com.br/solucoes/centrais-de-monitoramento/videomonitoramento>>

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

- Controle de ociosidade de operadores, com alertas e envio de e-mail em caso de ociosidade;
- Envio de e-mail para diversos e-mails cadastrados em caso de perda de imagem de uma ou mais câmeras;

### 13.2 Localização do CIOSP

Atualmente, servidores da Guarda Municipal, da Brigada Militar e da Polícia Civil já trabalham reunidos presencialmente em um prédio compartilhado na Avenida Medianeira, no Bairro Medianeira, onde funcionava a antiga Justiça Militar. Em dezembro de 2016, a estrutura foi cedida provisoriamente pela União para usufruto do Governo do Estado e, em julho de 2020, houve a cessão, em definitivo, eliminando o custo com aluguel, por exemplo.

**Figura 13-1 – Centro Integrado de Operações de Segurança Pública de Santa Maria**



Fonte: Google Imagens (2023)

#### Matriz

Belo Horizonte - MG  
Rua Maranhão, 166 - 10º andar  
Santa Efigênia  
CEP: 30.150-330  
Contato: +55 (31) 3508-7375

#### Escritórios

São Paulo - SP  
Cuiabá - MT  
Campo Grande - MS  
Três Lagoas - MS

Teresina - PI  
Brasília - DF  
Uberlândia - MG  
Ipatinga - MG

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Como as centrais telefônicas 153, da Guarda Municipal, 190, da Brigada Militar, e 197, da Polícia Civil, estão instaladas no mesmo espaço físico, é possível que os três órgãos de segurança pública se articulem da melhor forma para responder às demandas da população. É possível, por exemplo, a troca de informações operacionais em meio a ocorrências para melhores tomadas de decisão. Enquanto a Guarda Municipal e Brigada Militar ocupam o segundo andar do prédio, a Delegacia de Polícia de Pronto-Atendimento (DPPA) da Polícia Civil está no térreo.

Integram o CIOSP Santa Maria<sup>20</sup>: Guarda Municipal, Brigada Militar, Polícia Civil, Coordenadoria Municipal de Trânsito Urbano (CMTU), Ministério Público do Trabalho, Polícia Federal, Corpo de Bombeiros, Polícia Rodoviária Federal, Instituto-Geral de Perícias (IGP), Superintendência de Serviços Penitenciários (Susepe), Conselho Comunitário Pró-Segurança Pública (Consepro) de Santa Maria, Gabinete de Gestão Integrada Municipal (GGI-M), Defesa Civil e Receita Federal.

<sup>20</sup> CIOSP – Centro Integrado de Operações de Segurança Pública de Santa Maria. Acessado em 10/04/2023. Disponível em: < <https://ciosp.santamaria.rs.gov.br/site/sobre.php> >



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

**Figura 13-2 – Área de atuação do CIOSP**



Fonte: Prefeitura Municipal de Santa Maria 2021 (2023)

### 13.3 Serviços de segurança e sua integração

#### 13.3.1 Instalação e locação dos equipamentos

Conforme termo de referência disponibilizado, todos os equipamentos em modalidade de locação, existentes no Município são citados na tabela abaixo:

**Tabela 13-2 – Equipamentos utilizados**

Equipamentos	Descrição Técnica do termo de referência
Central de 08 Zonas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possuir 08 zonas em até 02 partições;</li> <li>- Possuir no mínimo 16 códigos de usuário;</li> <li>- Possuir Homologação junto a Anatel;</li> <li>- Senha de Coação com identificação de usuário na central de monitoramento;</li> </ul>
Central de 16 Zonas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possuir 16 zonas em até duas partições;</li> </ul>

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Equipamentos	Descrição Técnica do termo de referência
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possuir no mínimo 16 códigos de usuário;</li> <li>- Possuir Homologação junto a Anatel;</li> <li>- Possuir duas partições;</li> <li>- Senha de Coação com identificação de usuário na central de monitoramento;</li> </ul>
Módulo IP	O módulo IP deve ser um conversor que permita que as centrais de alarme em postos municipais que possuam internet tenham uma conexão de backup por IP, tal funcionalidade não é só para backup, mas também para recebimento de comandos de um aplicativo de celular com funcionalidades descritas no objeto 04 – controle de acesso.
Sensores de Infravermelho Passivos (IVP)	Sensor de Infravermelho passivo com imunidade a insetos e compensação de temperatura, que deve operar em temperaturas de 0 a 50 graus Celsius;
Kit transmissor de rádio alarme	Utilizado em todos os postos municipais, o transmissor deverá comunicar todos os eventos, tais como abertura e fechamento com identificação de usuário, disparo com identificação do setor e problema no sistema através de sinais de rádio frequência, com comunicação direta com a central de monitoramento, não sendo permitido o uso da tecnologia GPRS ou utilizar serviços de prestadoras terceiras como as de tecnologia celular. A empresa licitante proponente deverá ter a licença da Anatel para trabalhar com este serviço, sendo este um documento de habilitação para participação. A Prefeitura Municipal de Santa Maria não aceitará transmissões de rádio clandestinas e ou ilícitas em seus postos municipais
Teclado	Teclado de LED ou LCD com identificação mínima de 08 Zonas para as centrais de 08 Zonas e com identificação de 16 zonas para centrais de 16 zonas
Comando de Acionamento	Comando Receptor sem fio que será utilizado pela Contratada para deixar os sinais de ronda a cada passagem

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Fonte: Termo de referências para ampliação e renovação tecnológica disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Santa Maria - 2018 (2023)

### 13.4 Localização das câmeras e perímetro de atuação

Ao todo, constam 146 localizações onde estão distribuídas todas as 687 câmeras em atuação no Município de Santa Maria. Na tabela abaixo, são discriminados todos os pontos diferenciando os tipos de cada uma das câmeras.

#### Matriz

Belo Horizonte - MG  
Rua Maranhão, 166 - 10º andar  
Santa Efigênia  
CEP: 30.150-330  
Contato: +55 (31) 3508-7375

#### Escritórios

São Paulo - SP  
Cuiabá - MT  
Campo Grande - MS  
Três Lagoas - MS

Teresina - PI  
Brasília - DF  
Uberlândia - MG  
Ipatinga - MG



**Tabela 13-3 – Localização**

**das**

**câmeras**

N.	Localidade	Qtd de Câmeras por localidade	Tipo de Câmera	Online / Offline
1	EMEF Duque de Caxias	8	Fixa	ON
2	EMEF N Sra. Do Perpétuo Socorro	8	Fixa	ON
3	EMEF Irmão Quintino	8	Fixa	OFF
4	EMEF Fontoura Ilha	8	Fixa	OFF
5	EMEF São Carlos	4	Fixa	OFF
6	EMEF Euclides da Cunha	4	Fixa	ON
7	EMEF Castro Alves	4	Fixa	OFF
8	EMEF Aracy Barreto Sacchis	8	Fixa	ON
9	EMEF Padre Nóbrega	4	Fixa	OFF
10	EMEF Dom Luiz Victor Sartori	8	Fixa	OFF
11	EMEF Lívia Menna Barreto	4	Fixa	OFF
12	EMEF Vicente Farenzena	4	Fixa	OFF
13	EMEF Lourenço Dalla Corte	4	Fixa	OFF
14	EMEF Ten. João Pedro Menna Barreto	4	Fixa	ON
15	EMEF Pinheiro Machado	4	Fixa	OFF
16	EMEF Antonio Gonçalves do Amaral	8	Fixa	OFF
17	EMEF Maria de L. Bandeira Medina	4	Fixa	ON
18	EMEF Santa Helena	4	Fixa	ON
19	EMEF Miguel Beltrame	4	Fixa	OFF
20	EMEF Julio do Canto	4	Fixa	ON
21	EMEF Chácara das Flores	8	Fixa	ON
22	EMEF Edy Maia Bertóia	4	Fixa	OFF
23	EMEF Dom Antonio Reis	4	Fixa	ON
24	EMEF Oscar Grau	4	Fixa	OFF

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

N.	Localidade	Qtd de Câmeras por localidade	Tipo de Câmera	Online / Offline
25	EMEF Hylda Vasconcelos	4	Fixa	ON
26	EMEF Rejane Garcia Gervini	4	Fixa	OFF
27	EMEF Altina Teixeira	4	Fixa	OFF
28	EMEF Francisca Weinmann	4	Fixa	OFF
29	EMEF Adelmo Simas Genro	8	Fixa	ON
30	EMEF Renato Nocchi Zimmermann	4	Fixa	ON
31	EMEF Diácono João Luiz Pozzobom	4	Fixa	ON
32	EMEF Zenir Aita	4	Fixa	ON
33	EMEF Martinho Lutero	4	Fixa	OFF
34	EMEF Leduvina da Rosa Rossi	4	Fixa	OFF
35	EMEF Lidovino Fanton	4	Fixa	OFF
36	EMEF Ione Medianeira Parcianello	4	Fixa	OFF
37	EMEF Nossa Senhora da Conceição	4	Fixa	OFF
38	EMEF Padre Gabriel Bolzan	4	Fixa	ON
39	EMEF São João Batista	4	Fixa	OFF
40	EMEF Erlinda Minóggio Vinadé	4	Fixa	OFF
41	EMEF Pão dos Pobres Santo Antônio	8	Fixa	ON
42	EMAI	8	Fixa	ON
43	EMEF Intendente Manoel Ribas	4	Fixa	ON
44	EMEF Major Tancredo Pena de Moraes	4	Fixa	OFF
45	EMEF Maria de Lourdes Castro	4	Fixa	ON
46	EMEI Ady Schneider Beck	4	Fixa	ON
47	EMEI Angela Tomazetti	4	Fixa	OFF
48	EMEI Aracy Trindade Caurio	4	Fixa	ON

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

N.	Localidade	Qtd de Câmeras por localidade	Tipo de Câmera	Online / Offline
49	EMEI Borges de Medeiros	4	Fixa	ON
50	EMEI Darcy Vargas	4	Fixa	ON
51	EMEI Eufrázia Pengo Lorensi	4	Fixa	OFF
52	EMEI Ida Fiori Druck	4	Fixa	OFF
53	EMEI João Franciscato	4	Fixa	ON
54	EMEI Sinos de Belém	4	Fixa	ON
55	EMEI Vila Jardim	4	Fixa	OFF
56	EMEI Zahie Bered Farret	4	Fixa	OFF
57	EMEI Zulânia de F. Salomoni	4	Fixa	OFF
58	EMEI Luiza Ungareti	4	Fixa	OFF
59	EMEI Luizinho de Grandi	4	Fixa	ON
60	EMEF Pedro Kunz	4	Fixa	OFF
61	EMEI Montanha Russa	4	Fixa	OFF
62	EMEF Professor Sérgio Lopes	4	Fixa	OFF
63	EMEF João da Maia Braga	4	Fixa	OFF
64	EMEF Alfredo Winderlich	4	Fixa	OFF
65	Secretaria de Saúde	8	Fixa	--
66	Pronto Atendimento Municipal	8	Fixa	--
67	Almoxarifado SMS	4	Fixa	--
68	Centro de Referência em Tuberculose	4	Fixa	--
69	Farmácia Municipal	4	Fixa	--
70	USB Floriano Rocha	4	Fixa	--
71	USB Ruben Noal	8	Fixa	--
72	USB JoyBetts	4	Fixa	--

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

N.	Localidade	Qtd de Câmeras por localidade	Tipo de Câmera	Online / Offline
73	USB Kennedy	4	Fixa	--
74	USB Oneyde de Carvalho	4	Fixa	--
75	Centro de Diagnóstico Nossa Senhora do Rosário	4	Fixa	--
76	Laboratório de Análises Clínicas	4	Fixa	--
77	Programa de Redução de Danos	4	Fixa	--
78	USB Waldir Aita Mozzaquatro	4	Fixa	--
79	USB Walter Aita	4	Fixa	--
80	USB Wilson Paulo Noal	4	Fixa	--
81	Centro de Ref. Em Saúde do Trabalhador	4	Fixa	--
82	PSF Victor Hoffman	4	Fixa	--
83	PSF Roberto Binato	4	Fixa	--
84	PSF Alto da Boa Vista	4	Fixa	--
85	PSF São José	4	Fixa	--
86	PSF Maringá	4	Fixa	--
87	PSF Urlândia	4	Fixa	--
88	PSF Santos	4	Fixa	--
89	PSF Bela União	4	Fixa	--
90	PSF Lídia	4	Fixa	--
91	PSF São João	4	Fixa	--
92	USB Passos das Tropas	4	Fixa	--
93	PSF Don Antonio Reis	4	Fixa	--
94	Vigilância Sanitaria	8	Fixa	--

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

N.	Localidade	Qtd de Câmeras por localidade	Tipo de Câmera	Online / Offline
95	Cruzamento Av. Fernando Ferrari x Av. Medianeira	4	Fixa	--
96	Cruzamento Rua General Neto x Av. Medianeira	4	Fixa	--
97	Cruzamento Rua Marechal Floriano Peixoto x Av. Medianeira	8	Fixa	--
98	Cruzamento Av. Medianeira x Rua Duque de Caxias	8	Fixa	--
99	Praça dos Bombeiros	8	Fixa	--
100	Praça da Locomotiva	16	Fixa	--
101	Praça da Saturnino de Brito	16	Fixa	--
102	Aeroporto	4	Fixa	--
103	Rótula do Mercúrio	4	Fixa	--
104	Centro da Cidade (entrada e saída calçadão e antiga rua 24horas)	16	Fixa	--
105	Parque Itaimbé	16	Fixa	--
106	Rua do Acampamento	4	Fixa	--
107	Rua General Neto	1	Fixa	--
108	Avenida Fernando Ferrari	4	Fixa	--
109	Avenida Fernando Ferrari x Avenida Medianeira	1	SpeedDome	--
110	Rua André Marques	1	Fixa	--
111	Rua José Bonifácio	2	Fixa	--
112	Rua Pinheiro Machado	2	Fixa	--

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

N.	Localidade	Qtd de Câmeras por localidade	Tipo de Câmera	Online / Offline
113	Avenida Presidente Vargas	3	Fixa	--
114	Avenida Presidente Vargas	1	SpeedDome	--
115	Rua Doutor Bozzano	2	Fixa	--
116	Rua Duque de Caxias	2	Fixa	--
117	Rua Venâncio Aires	2	Fixa	--
118	Rua dos Andradas	2	Fixa	--
119	Rua Niederauer	1	Fixa	--
120	Rua Professor Braga	1	Fixa	--
121	Rua Astrogildo de Azevedo	2	Fixa	--
122	Rua do Acampamento	1	SpeedDome	--
123	Calçada	1	SpeedDome	--
124	Rua Floriano Peixoto	3	Fixa	--
125	Rua Serafim Valandro	3	Fixa	--
126	Rua Alberto Pasqualine	1	Fixa	--
127	Rua Angelo Bolson	2	Fixa	--
128	Avenida Medianeira	4	Fixa	--
129	Avenida Dores	1	Fixa	--
130	Alameda Buenos Aires	1	Fixa	--
131	Gare	4	Fixa	--
132	Biblioteca Municipal interna e entradas externas	4	Fixa	--
133	Sede da Secretaria de Desenvolvimento Rural	3	Fixa	--
134	Atendimento Psicossocial 24H	4	Fixa	--
135	CAIC EMEF Luizinho de Grandi	8	Fixa	ON



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

N.	Localidade	Qtd de Câmeras por localidade	Tipo de Câmera	Online / Offline
136	Arquivo Central	2	Fixa	--
137	Centro Administrativo Municipal (Internas)	34	Fixa	--
138	Centro Administrativo Municipal (externas)	22	Fixa	--
139	E.M.A.E.T	2	Fixa	ON
140	EMEI Casa Da Criança	2	Fixa	OFF
141	EMEI Nosso Lar	2	Fixa	OFF
142	SUCV	2	Fixa	--
143	PRAEM	2	Fixa	--
144	NEPS Núcleo de Estudos Permanentes	4	Fixa	--
145	Almoxarifado Central	4	Fixa	--
Total		687	Fixa/SpeedDome	

Fonte: Termo de referências para ampliação e renovação tecnológica disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Santa Maria - 2018 (2023)

Nota-se na tabela acima que algumas localidades não possuem informação a respeito da funcionalidade das câmeras, não sendo possível dessa forma identificar atualmente quais estão online ou offline.

Município tem responsabilidade de prover uma rede de fibra óptica urbana própria (em postes) em uma área mínima que contempla as câmeras que estiverem dispostas em um raio de 1,50 km (em linha reta) do Calçadão da cidade de Santa Maria, perfazendo uma área com 3 km de diâmetro. Como ponto base para o referido cálculo, temos o cruzamento das ruas Dr. Bozzano e a Rua Marechal Floriano Peixoto. As câmeras que estão fora deste raio tem sua viabilidade técnica analisada caso a caso.

The map shows a street grid in Santa Maria, RS. A large black circle is centered on the intersection of R. Floriano Peixoto and R. Dr. Bozzano. Key locations within the circle include the Museu de Arte Sacra de Santa Maria, Carrefour, and several churches. The map also shows surrounding areas like Santa Maria Centro and various neighborhoods. A scale bar at the bottom right indicates 1.50 km.

### 13.5 Georreferenciamento dos pontos de videomonitoramento

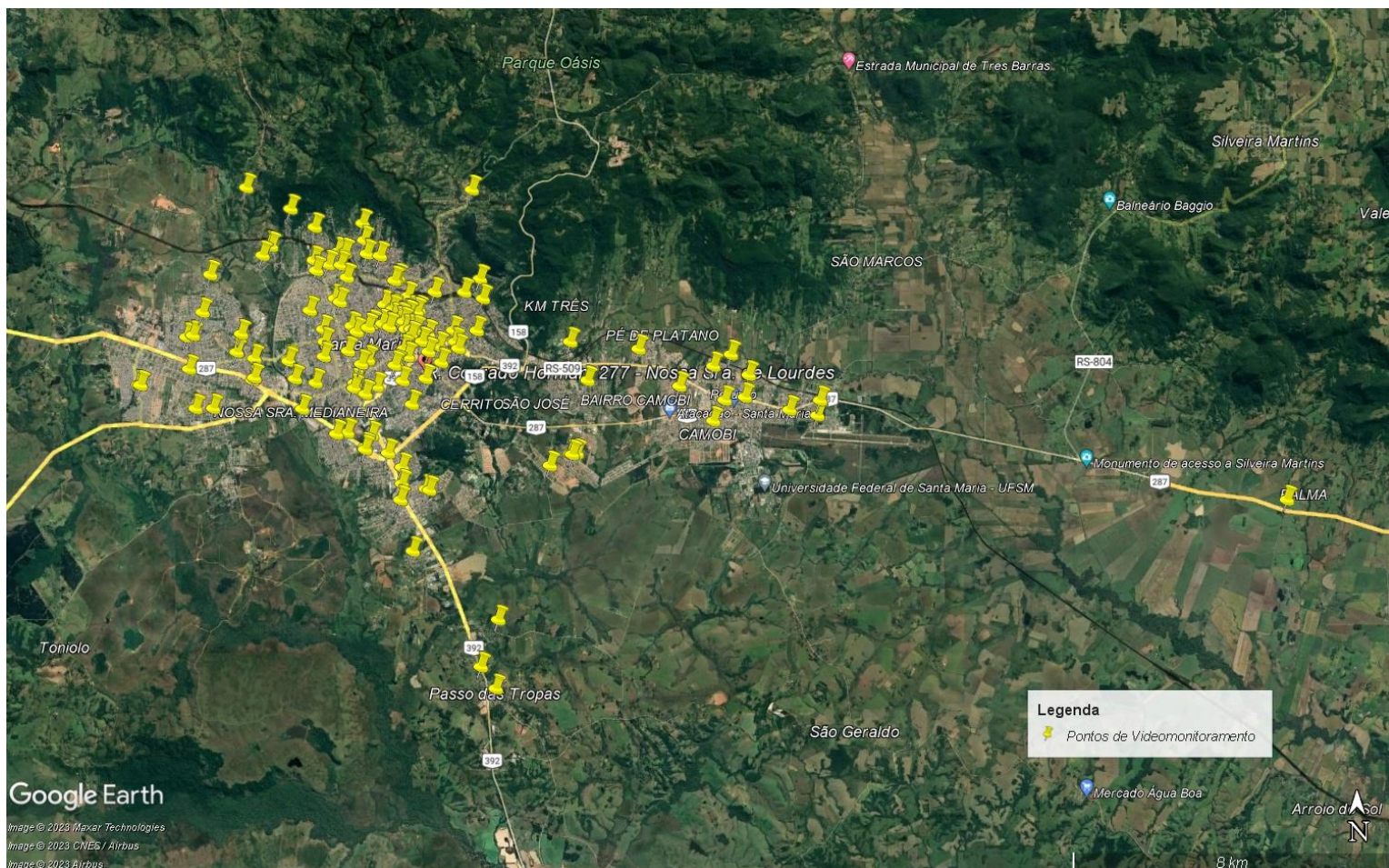
Conforme citado na tabela anterior, todas as 687 câmeras estão distribuídas em alguns pontos do Município de Santa Maria. Foi realizado um georreferenciamento



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

das localidades deles por meio do Google Earth Pro, sendo apresentado por meio da figura abaixo:

**Figura 13-4 – Georreferenciamento dos pontos de videomonitoramento**



Fonte: Google Earth Pro – Elaborado por Houer Concessões (2023)

A modernização dos pontos de iluminação pública do município e a realização da operação e manutenção da infraestrutura do sistema de iluminação municipal, permite que a concessionária compartilhe essa infraestrutura com objetivo de prestar serviços acessórios a concessão.

A integração de outros serviços de conectividade, como a própria telegestão, conseguem gerar dados e informações estratégicas para uma gestão mais eficiente dos equipamentos públicos. Assim, a partir da análise do escopo proposto neste relatório e da infraestrutura existente no município, identifica-se as possibilidades

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

dentro do projeto: (i) compartilhamento da infraestrutura de iluminação pública; (ii) espelhamento de imagens e informações do sistema de videomonitoramento; (iii) implantação de infraestrutura de conectividade e dados; (iv) compartilhamento de dados e informações para gestão estratégica.

Para isso, recomenda-se que a modelagem jurídica preveja a exploração e autorização previa de exploração de serviços assessoriais ao contrato. Assim a concessionária fica responsável pelos estudos de viabilidade e exploração dos serviços realizando o compartilhamento das receitas com o poder concedente.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

### 14 CRONOGRAMA DO PROJETO

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

- Telegestão aplicada nas vias de V1, V2 e V3;
- Modernização de 100% dos pontos de iluminação pública a partir da tecnologia LED;
- Modernização e Implantação de novos pontos em áreas especiais: Praças, Parques, Cemitérios, Quadras Poliesportivas, Campos de Futebol e outros;
- Implantação e operação de um Centro de Controle Operacional (CCO);
- Cumprimento dos requisitos normativos estabelecidos na norma ABNT NBR 5101:2018;
- Correção de pontos escuros;
- Implantação de Iluminação de Destaque em bens de interesse;
- Provimento de iluminação com tecnologia LED para 100% dos pontos estimados de expansão da rede de iluminação pública;
- Reinvestimento das luminárias com tecnologia LED no término de sua vida útil operacional;
- Demanda reprimida suprida com tecnologia LED em sua totalidade.

A seguir apresenta a figura que ilustra o cronograma consolidado do projeto de engenharia.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

**Figura 14-1 – Cronograma consolidado do projeto de engenharia**





## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Aclara-se que os prazos para cada fase serão apresentados no Anexo de Caderno de Encargos do edital, após avaliação econômico-financeira completa do projeto.

### Matriz

Belo Horizonte - MG  
Rua Maranhão, 166 - 10º andar  
Santa Efigênia  
CEP: 30.150-330  
Contato: +55 (31) 3508-7375

### Escritórios

São Paulo - SP  
Cuiabá - MT  
Campo Grande - MS  
Três Lagoas - MS

Teresina - PI  
Brasília - DF  
Uberlândia - MG  
Ipatinga - MG

**Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007****15 PLANO DE INVESTIMENTOS**

Os custos e investimentos associados a cada solução de engenharia proposta neste relatório 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 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), como esta tabela não contemplava todos os itens necessários para a elaboração dos custos foi necessário a adoção de outras tabelas. As demais tabelas referenciais de outros municípios/estados corresponderam, por exemplo, EMOP (Tabela de empresas de obras públicas do Estado do Rio de Janeiro), SCO-FGV (Sistema de Custos para Obras e Serviços de Engenharia), mapa de carreiras do VAGAS<sup>21</sup> e por último o critério de orçamentação.

No tocante às taxas de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) aplicados às obras a serem subcontratadas pela concessionária relativas à expansão da rede de iluminação pública e implantação de iluminação, foram considerados os valores de acordo com o Acórdão 2622/2013 do Tribunal de Contas da União (TCU); os impostos federais, PIS e COFINS, e o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN).

O cálculo do BDI se baseia em valores não desonerados e é composto de acordo com a tabela a seguir.

**Tabela 15-1 – Composição para cálculo de BDI**

BDI			
Descrição	Sigla	Não desonerados	
<b>Administração Central</b>	AC	5,290%	
<b>Seguros e Garantias</b>	S&G	0,250%	
<b>Risco</b>	R	1,000%	

<sup>21</sup> Disponível em: < <https://www.vagas.com.br/mapa-de-carreiras> >

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

BDI		
Descrição	Sigla	Não desonerados
<b>Despesa Financeira</b>	DF	1,080%
<b>Lucro</b>	L	8,000%
<b>Tributos</b>	T	7,150%
<b>Programa de Integração Social</b>	PIS	0,650%
<b>Contribuição para o financiamento da seguridade social (COFINS)</b>	COFINS	3,000%
<b>Imposto sobre serviços</b>	ISS	3,50%
<b>Contribuição Previdenciária</b>	E	0,000%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Para o cálculo do BDI, apresenta-se a seguir a equação baseada na composição descrita anteriormente. De acordo com a equação, a taxa de BDI será de 25,26%.

$$BDI = \frac{(1 + ac + SG + risco) \cdot (1 + DF) \cdot (1 + Lucro)}{(1 - T)} - 1 = 25,26\%$$

Para o cálculo do valor do BDI foi adotado o 1º Quartil do acórdão nº 2622/2013 – TCU, sendo este o limitador do valor a ser adotado.

Para o cálculo das despesas financeiras (DF) foi adotado os critérios estabelecidos no acórdão nº 325/2077 – TCU, onde se prevê o uso da taxa SELIC como referência de composição de cálculo de juros.<sup>22</sup>

Importante destacar que adoção de BDI não desonerado é justificada em decorrência de sua incidência ser aplicada sobre orçamentos majoritariamente composto por equipamentos e materiais e com pouca representatividade de mão de obra. Portanto, o valor não-desonerado é mais vantajoso que o valor desonerado.

### 15.1 Despesas pré-operacionais

<sup>22</sup> Utilizado a taxa SELIC de 13,75% ao ano (<https://www.bcb.gov.br/detalhenoticia/17825/nota>) para o cálculo do DF.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

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.

### 15.1.1 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, expansão e ampliação da rede de iluminação pública do município. A seguir são apresentadas as diretrizes para realização do cadastro e seus custos.

O custo médio por ponto para efetivação do cadastro técnico georreferenciado é apresentado na tabela a seguir.

**Tabela 15-2 – Custo com cadastro técnico georreferenciado de iluminação pública**

Descrição	Quantidade	Custo por ponto (R\$)	Total (R\$)
<b>Cadastro Técnico</b>	27.973	16,95 <sup>23</sup>	474.142,35

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 15.1.2 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:

<sup>23</sup> Consulta de Mercado a partir de orçamento recebido em janeiro de 2023.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

- 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, de adequação 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;
  - Implementação do Sistema de Telegestão;
  - Expansão da rede municipal de iluminação pública;
  - Iluminação de Destaque.
- Ressarcimento Estudos: Referente ao reembolso e remuneração dos estudos relacionados ao objeto da Concessão conforme contrato celebrado entre BRDE e Município;

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.

Os custos com elaboração de projetos, planos e estudos são apresentados na tabela seguir.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

**Tabela 15-3 – Custos da elaboração de projetos e planos**

Item	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
Plano de transição operacional <sup>24</sup>	1	71.038,92	71.038,92
Plano de modernização e operações <sup>25</sup>	1	75.475,24	75.475,24
Projetos de modernização e eficiência para rede de iluminação pública <sup>26</sup>	27.973	6,10	170.635,30
Ressarcimento Estudos	1	1.158.724,40	1.158.724,40
Remuneração BRDE	1	700.000,00 + 3% do CAPEX	700.000,00 + 3% do CAPEX
<b>TOTAL</b>			<b>2.175.873,86</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 15.1.3 Resumo Despesas pré-operacionais

**Tabela 15-4 – Despesas pré-operacionais**

Item	Custo [R\$]
Custo com cadastro técnico georreferenciado de iluminação pública	474.142,35
Custos da elaboração de projetos, planos e ressarcimento de estudos	2.175.873,86
<b>Total</b>	<b>2.650.016,21</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

## 15.2 Implantação do 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,

<sup>24</sup>Composição de valores disponível no Anexo VI.

<sup>25</sup>Composição de valores disponível no Anexo VI.

<sup>26</sup>Composição de valores disponível no Anexo VII.



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

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, modernização e de iluminação de destaque;
- Gestão dos serviços de manutenção e operação;
- Gestão do consumo de energia elétrica;
- Gestão das demandas dos usuários da rede de iluminação pública;
- Gestão das funcionalidades dos pontos beneficiados com a tecnologia de telegestão;
- 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:

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

- 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.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

- 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 sistema deve possibilitar comparações entre os consumos de energia elétrica estimado, medido (pela telegestão) e faturado;
  - 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 1000 da ANEEL. A proposta é que seja feita comparação entre o consumo estimado e o consumo computado pelo sistema de telegestão nos pontos beneficiados com essa tecnologia;
  - 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.
- Telegestão:
  - O SCGO deve estar integrado ao sistema de telegestão, sendo capaz de controlar e monitorar as luminárias, ponto-a-ponto e enviar todas as

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

informações para o CCO. O sistema de telegestão deve dispor de todas as funcionalidades apresentadas no Relatório de Engenharia para o operador do CCO;

- O sistema de telegestão deve permitir integração com a gestão de manutenção e operação para que, em tempo real, seja informado às equipes de operação e manutenção as ocorrências na rede de iluminação pública identificadas pelos telecomandos controladores, antecipando-se às chamadas dos usuários;
- Todas as operações, mudanças de estado e valores de medições registrados pelo sistema de telegestão devem ser armazenados historicamente permitindo a análise de ocorrências e do comportamento da rede de iluminação pública, e fornecendo insumos para a realização de estudos posteriores.
- 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;

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

- ✓ 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.

Os custos para implantação, aquisição e operacionalização dessas soluções, encontram-se apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 15-5 – Custo para implantação do SCSO**

Descrição	Quantidade de pontos	Periodicidade	SCSO [R\$]	Total [R\$]
Prestação de serviços para locação e software de gestão, fiscalização, medição, despacho e recepção de serviços de manutenção de iluminação pública, contratação de serviços de CALL CENTER para recepção e despacho dos serviços de manutenção do sistema de iluminação pública.	27.973	Mensal	0,55	15.385,15

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

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 o diurno com no mínimo 1 posição de atendimento e noturno 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.

### 15.3 Infraestrutura operacional

#### 15.3.1 Preparação da unidade operacional

Apresentam-se a seguir os custos relacionados a sua estruturação e constituição. Aclara-se que os custos apresentados se basearam em área a ser alocada de 720 m<sup>2</sup> conforme expertise técnica da equipe de engenharia, considerando área administrativa (210 m<sup>2</sup>), almoxarifado (cerca de 160 m<sup>2</sup>) e estacionamento e área de manobra (350 m<sup>2</sup>).

**Tabela 15-6 – Despesa para constituição da SPE**

Item	Valor [R\$]
<b>Projetos Administrativos (Almoxarifado + área administrativa)<sup>27</sup></b>	25.518,90
<b>Reforma Civil (Área administrativa e Almoxarifado)<sup>28</sup></b>	214.237,40
<b>TOTAL</b>	<b>239.756,30</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

#### 15.3.2 Mobiliário da SPE

Apresentam-se a seguir os investimentos associados ao mobiliário da SPE ao longo da concessão, com o respectivo período de reinvestimento.

<sup>27</sup> Referência tabela EMOP abril de 2023.

<sup>28</sup> Obras e reformas necessárias para o local destinado a constituição da SPE para uma área de 720 m<sup>2</sup>, estabelecendo valor referencial por m<sup>2</sup> de 50% do Custo Unitário Básico (CUB), referência março de 2023, de construção de um galpão industrial conforme consulta no da SIDUSCON-RS (Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul).



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

**Tabela 15-7 - Custos de investimento mobiliário da SPE**

Item	Quantidade	Reinvest. [Anos]	Valor Unitário [R\$]	Total <sup>29</sup> [R\$]
Aparelho telefone fixo com fio	4	5	70,00	280,00
Ar-condicionado	4	5	1.719,00	6.876,00
Armário 2 portas	6	5	359,00	2.154,00
Armário arquivo	2	5	214,70	429,40
Cadeiras fixas	10	5	299,00	2.990,00
Cadeiras giratórias com apoio para os braços	16	5	279,00	4.464,00
Computador	16	5	1.350,02	21.600,32
Equipamento para videoconferências	1	5	1.201,07	1.201,07
Impressora A3	1	5	3.199,00	3.199,00
Lixeira para Sanitários	4	5	23,90	95,60
Lixeiras	4	5	29,95	119,80
Mesa escritório	16	5	274,91	4.398,56
Mesa para reunião	1	5	418,38	418,38
Impressora multifuncional	1	5	2.399,00	2.399,00
<b>TOTAL</b>				<b>50.625,13</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 15.3.3 Centro de Controle e Comando (CCO)

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

<sup>29</sup> Itens orçados por meio de consulta de mercado no mês de março de 2023

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

de energia. O CCO deve apresentar infraestrutura capaz de monitorar, operar e controlar o funcionamento da rede de iluminação pública em tempo real para os pontos de iluminação equipados com sistema de telegestão, criar condições de intervir na operação de forma remota, implementar telegestão. Na operação do CCO, a segurança da informação deve ser baseada na norma técnica ISO/IEC 27000 – Gestão da Segurança da Informação.

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 *software* de telegestão, 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.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

- Gestão do cadastro técnico da rede de iluminação pública;
- Gestão de projetos associados às obras de expansão, modernização e de iluminação de destaque;
- Gestão dos serviços de manutenção e operação;
- Gestão do consumo de energia elétrica;
- Gestão das demandas dos usuários da rede de iluminação pública;
- Gestão das funcionalidades dos pontos beneficiados com a tecnologia de telegestão;
- Gestão dos índices de desempenho;
- Gestão de recursos da Concessionária por meio do sistema ERP.

Os investimentos associados à implantação e manutenção do CCO envolve basicamente o *vídeo wall*, a infraestrutura de operações e data *center*. É escopo da composição do orçamento os serviços preliminares, conjunto de materiais e serviços. A seguir apresentam-se os valores para implantação do CCO bem como o quantitativo de cada item.

**Tabela 15-8 – Orçamentos para implantação do CCO**

Item	Reinvest. [Anos]	Quantidade	Valor Unitário [R\$]	Total <sup>30</sup> [R\$]
<b>MONITOR VIDEOWALL 46" 24/7 BORDA 5.5MM</b>	7 anos	4	8.602,50	34.410,00
<b>Servidor ASUS Intel Core i5 3.2Ghz Slim Memória 12GB DDR3 HD 3TB Sata3</b>	5 anos	1	2.611,00	2.611,00
<b>RACK PISO 24U 875MM 19 POLEGADAS</b>	22 anos	1	1.890,00	1.890,00
<b>PATCH PAINEL NPP-C62BLK241 CAT 6 SHIELDE KEYSTONE 24 PORTAS</b>	8 anos	1	369,99	369,99
<b>SWITCH 24 PORTAS HPE ARUBA 1820-24G - GERENCIÁVEL - 24 PORTAS GIGABIT + 2 PORTAS SFP - J9980A</b>	8 anos	1	1.599,00	1.599,00
<b>NOBREAK SENOIDAL SNB 2000VA BIVOLT, INTELBRAS +</b>	5 anos	1	3.099,00	3.099,00

<sup>30</sup> Itens orçados por meio de consulta de mercado no mês de março de 2023

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Item	Reinvest. [Anos]	Quantidade	Valor Unitário [R\$]	Total <sup>30</sup> [R\$]
<b>4 BATERIAS ESTACIONÁRIAS 90AH 12V EM SÉRIE (48V)</b>				
<b>TOTAL</b>				<b>43.978,99</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 1.1.1.1 CCO ESPELHO

A fim de permitir eficiência na apuração dos serviços prestados pela concessionária e a fiscalização plena do contrato, propõe-se implantação de CCO espelho nas dependências físicas da administração pública. Nesse sentido, a concessionária deverá disponibilizar um ponto de acesso completo ao sistema de CCO em local indicado pela Prefeitura do Município. A concessionária será responsável por fornecer e instalar os equipamentos e softwares necessários, bem como prover o suporte técnico para o uso do CCO Espelho e garantir a integração do sistema a ser utilizado pela Prefeitura e/ou agente fiscalizador por ela contratado.

**Tabela 15-9 - Custos de investimento CCO Espelho**

Item	Reinvest. [Anos]	Quantidade	Valor Unitário [R\$]	Total <sup>31</sup> [R\$]
<b>MONITOR VIDEOWALL 46" 24/7 BORDA 5.5MM</b>	7 anos	4	8.602,50	34.410,00
<b>Servidor ASUS Intel Core i5 3.2Ghz Slim Memória 12GB DDR3 HD 3TB Sata3</b>	5 anos	1	2.611,00	2.611,00
<b>NOBREAK SENOIDAL SNB 2000VA BIVOLT, INTELBRAS + 4 BATERIAS ESTACIONÁRIAS 90AH 12V EM SÉRIE (48V)</b>	5 anos	1	3.099,00	3.099,00
<b>TOTAL</b>				<b>40.120,00</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

<sup>31</sup> Itens orçados por meio de consulta de mercado no mês de março de 2023

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

### 15.4 MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA

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.

#### 15.4.1 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 cada uma das soluções técnicas propostas. A partir da definição desse quantitativo, apresenta-se, na tabela a seguir, o valor do investimento por ponto, objetivando a modernização da rede de iluminação pública do Município para os pontos classificados como iluminação viária. Cabe ressaltar que foram constatadas luminárias LED instaladas em vias públicas no município e optou-se por substituí-las durante o período de modernização, de forma a se ter um parque de iluminação homogêneo e aderente aos índices luminotécnicos previstos na ABNT NBR 5101:2018.

**Tabela 15-10 – Investimentos em soluções técnicas de iluminação viária para a rede municipal de iluminação pública**

Classe Viária	Pontos IV	Custo Total Fornecedor 1 [R\$]	Custo Total Fornecedor 2 [R\$]	Custo Total Fornecedor 3 [R\$]
<b>V1</b>	742	R\$665.491,20	R\$599.678,44	R\$951.982,50
<b>V2</b>	1.455	R\$1.015.888,82	R\$1.119.722,89	R\$1.856.210,00
<b>V3</b>	3.230	R\$1.841.609,57	R\$2.168.289,92	R\$3.686.316,00
<b>V4</b>	5.227	R\$2.516.576,80	R\$2.810.265,11	R\$4.571.232,00
<b>V5</b>	15.683	R\$7.311.438,81	R\$7.600.343,24	R\$12.104.934,00
<b>TOTAL</b>	<b>26.337</b>	<b>R\$13.351.005,20</b>	<b>R\$14.298.299,60</b>	<b>R\$23.170.934,00</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Cabe ressaltar que os investimentos apresentados na tabela anterior correspondem aos fornecedores selecionados. Além dos custos médios por classe de iluminação, apresenta-se a relação completa dos orçamentos de luminárias LED, distribuídas em faixas de fluxo luminoso, sendo apresentada no ANEXO III deste relatório.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Associadamente aos custos relacionados com a aquisição de luminárias LED, ressalta-se a necessidade de aquisição de materiais acessórios, propiciando a revitalização das instalações de iluminação pública, bem como auxiliar a correta instalação elétrica na totalidade dos pontos de iluminação pública. Dessa forma, assume-se as estruturas apresentadas nas tabelas a seguir, diferenciadas por classe de iluminação.

**Tabela 15-11 – Custo de materiais acessórios para modernização de iluminação pública em vias V1, V2 e V3**

Tabela de referência	Código	Composição	Quantidade [un]	Valor Unitário [R\$]	Total [R\$]
<b>SINAPI-RS/2023</b>	993	Cabo de cobre, flexível, classe 4 ou 5, isolamento em pvc/a, antichama bwf-b, cobertura pvc-st1, antichama bwf-b, 1 condutor, 0,6/1 kv, seção nominal 1,5 mm2	3,67	1,70	6,24
<b>ORSE-12/2022</b>	12539	Abraçadeira de nylon para identificação de fases - fase A, B ou C- quando IP ligada a rede isolada da distribuidora	2	0,42	0,84
<b>Orçamento 03/2023</b>	Consulta de mercado	Conector Torção Azul (0,8 - 4,2MM2)	3	0,18	0,54
<b>Orçamento 03/2023</b>	Consulta de mercado	Adaptador de ângulo	1	29,99	29,99
<b>EMOP 12/2022</b>	11545	Conector em liga de cobre estanhado, tipo c e cunha, integrados, removíveis, tipo iv	3	3,57	10,71
<b>TOTAL POR PONTO</b>					<b>48,32</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

**Tabela 15-12 – Custo de materiais acessórios para modernização de iluminação pública em vias V4 e V5**

Tabela de referência	Código	Composição	Quantidade [un]	Valor Unitário [R\$]	Total [R\$]
<b>SINAPI-RS/2023</b>	993	Cabo de cobre, flexível, classe 4 ou 5, isolamento em pvc/a, antichama bwf-b, cobertura pvc-st1, antichama bwf-b, 1 condutor, 0,6/1 kv, seção nominal 1,5 mm2	3,67	1,70	6,24
<b>ORSE-12/2022</b>	12539	Abraçadeira de nylon para identificação de fases - fase A, B ou	2	0,42	0,84



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Tabela de referência	Código	Composição	Quantidade [un]	Valor Unitário [R\$]	Total [R\$]
		C- quando IP ligada a rede isolada da distribuidora			
<b>Orçamento 03/2023</b>	Consulta de mercado	Conector Torção Azul (0,8 - 4,2MM2)	3	0,18	0,54
<b>EMOP 12/2022</b>	11545	Conector em liga de cobre estanhado, tipo c e cunha, integrados, removíveis, tipo iv	3	3,57	10,71
<b>TOTAL POR PONTO</b>					<b>18,33</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Ressalta-se que as estruturas de materiais acessórios para modernização da rede de iluminação pública contemplam opções para proporcionar ou não o ajuste de angulação de luminárias. Dessa forma, com o intuito de assumir premissas, contempla-se a opção de ajustar a angulação da luminária somente em vias V1 a V3, considerando que, usualmente, são as vias de classe de iluminação com maior complexidade para cumprimento aos requisitos luminotécnicos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018.

### 15.4.2 Alterações estruturais

Com o intuito de atender às normas previstas na ABNT NBR 5101:2018, 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 no Relatório de Engenharia, são necessárias aquisições de braços novos para adequação estrutural da iluminação viária. Os custos para cada um dos braços de iluminação pública utilizados como base para a alteração estrutural são apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 15-13 – Custo unitário para aquisição dos braços de iluminação pública**

Tabela de referência	Código	Braço de iluminação pública	Custo unitário [R\$]
<b>SINAPI 02/2023</b>	25012	Curto	154,32
<b>Orçamento Próprio</b>	-	Médio	363,88

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Tabela de referência	Código	Braço de iluminação pública	Custo unitário [R\$]
<b>Orçamento Próprio</b>	-	Longo	391,31

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

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.

### 15.4.3 Correção de Pontos Escuros (CPE)

Para os projetos luminotécnicos desenvolvidos no Relatório de Engenharia foram apresentadas propostas de aumento no número de pontos existentes no logradouro, com o intuito de atender os requisitos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018.

Dessa forma, baseando-se no quantitativo obtido mediante a correlação entre o inventário da rede de iluminação pública e logradouros inspecionados, no ANEXO IV apresenta-se a composição de custo para as correções de ponto escuro por fornecedor definido em cada classe de iluminação, mediante apresentação do custo da estrutura e da luminária proposta. No referido anexo, apresenta-se ainda uma relação entre os tipos de correções de ponto escuro e as estruturas para ampliação da rede de iluminação pública, propostas na seção 10.2.1, resultando no conhecimento dos custos estruturais relacionados às CPE. Cabe ressaltar que os custos das referidas estruturas são explicitados na seção 15.7.1. A tabela a seguir exibe um resumo dos custos para a correção de pontos escuros para cada fornecedor considerado.

**Tabela 15-14 – Custos destinados para a correção de pontos escuros**

Classe	Custo Total Opção 1	Custo Total Opção 2	Custo Total Opção 3
<b>V1</b>	R\$ 0,00	R\$0,00	R\$1.032.407,00
<b>V2</b>	R\$292.488,00	R\$194.512,32	R\$518.992,32
<b>V3</b>	R\$167.669,85	R\$170.336,55	R\$180.001,35
<b>V4</b>	R\$ 0,00	R\$0,00	R\$ 0,00
<b>V5</b>	R\$ 0,00	R\$0,00	R\$ 0,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$460.157,85</b>	<b>R\$364.848,87</b>	<b>R\$1.731.400,67</b>

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 15.5 MODERNIZAÇÃO DE ÁREAS ESPECIAIS

#### 15.5.1 Praças, Parque e Outros Locais

Como apresentado na seção 9.2.1 a proposição de soluções para iluminação em áreas especiais, propõe-se primeiramente a utilização do método de equivalência lumínica. Nestes casos, é necessário apresentar o investimento necessário para a aquisição de luminárias LED. Dessa forma, apresentam-se, na tabela a seguir, os valores das soluções técnicas indicadas na seção 9.2.1. Ressalta-se que a definição do fornecedor é objeto de análise de custo-benefício do relatório econômico-financeiro.

Apresenta-se na tabela a seguir, o resumo do investimento com luminárias LED em praças, parques e outros locais. A visualização completa contendo as opções de fornecedores, potências e custo unitário para cada ambiente, está relacionada no ANEXO X deste relatório.

**Tabela 15-15 – Investimentos com luminárias LED em praças, parques e outros locais**

Qtde. de projetores	Custo Total Opção 1 Proposta	Custo Total Opção 2 Proposta	Custo Total Opção 3 Proposta
<b>2.179</b>	R\$ 1.496.187,86	R\$ 1.435.109,08	R\$ 2.270.774,82

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Ressalta-se que investimentos relacionados as praças necessitam de uma análise crítica no tocante ao custo-benefício, tal definição será apurada no Relatório Econômico-Financeiro.

Não obstante, é importante ainda apresentar as estimativas de custo de investimentos relacionadas às estruturas físicas de posteação para iluminação pública das referidas áreas especiais. Torna-se importante explicitar esses investimentos, uma vez que foram propostas estruturas novas para áreas com iluminação pública insuficiente ou inexistente. Dessa forma, tem-se os referidos investimentos apresentados no ANEXO V deste relatório e sintetizada conforme a tabela a seguir.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

**Tabela 15-16 – Investimentos em estruturas para praças, parques e outros locais**

Estrutura	Quantidade	Custo Unitário [R\$]	Custo Total [R\$]
9	32	6.657,13	213.028,16
11	170	8.324,13	1.415.102,10
12	16	10.385,82	166.173,12
14	8	5.121,91	40.975,28
<b>TOTAL</b>			<b>1.835.278,66</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Cabe ressaltar que as estruturas elencadas para a proposição de iluminação em praças são as mesmas estruturas propostas para a ampliação da rede de iluminação pública, conforme seção 10.2.1.

### 15.5.2 Campos de Futebol e Quadras

Na seção 9.2.2 foram apresentadas as soluções existentes nos campos e quadras elencados pelo Município, assim como as proposições para modernização dos referidos campos.

A seguir são apresentados de forma sintetizada os custos referentes à adequação de cada campo e/ou quadra conforme proposições já descritas. No ANEXO X deste relatório é possível a visualização de todos os custos para cada campo e quadra.

Os custos com estruturas estão alinhados a aqueles apresentados na seção 10.2.1.

**Tabela 15-17 – Propostas de modernização para campos e quadras públicas**

Quantidade de projetores proposta	Custo Total projetores [R\$]	Quantidade de suportes proposta	Custo Total estruturas de suportes [R\$]	Total Geral [R\$]
38	52.763,20	16	81.950,56	134.713,76

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Foram elencados 11 campos e quadras destinados a receberem iluminação e/ou terem a iluminação existente modernizada, demonstrando a preocupação do Município com a prática de esportes e atividades físicas.

Os custos inerentes a modernização e adequação dos campos e quadras que já possuem algum tipo de iluminação, assim como, os custos inerentes a instalação de

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

sistemas de iluminação em campos que não possuem nenhum tipo de iluminação são apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 15-18 – Investimento com iluminação em campos e quadras**

Tipo	Custo
<b>Campos</b>	R\$ 49.653,06
<b>Quadras</b>	R\$ 85.060,70
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 134.713,76</b>

**Fonte: Elaborado por Houer com/cessões (2023)**

### 15.5.3 Cemitérios

Conforme já descrito na seção 9.1, nos cemitérios que possuem iluminação pública, utilizou-se o método da equivalência lumínica para o dimensionamento das luminárias LED a serem instaladas na modernização. Utilizando a iluminação pública existente como referência, foi realizada a proporção da iluminação a ser adotada nos cemitérios com deficiência de iluminação. Apresenta-se na tabela a seguir os valores das soluções técnicas indicadas na seção 9.2.3.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

**Tabela 15-19 – Investimentos com luminárias LED em cemitérios – parte 1**

#	Cemitério	Fornecedor 1	Quantidade	Potência F1 [W]	Custo luminária F1 [R\$]	Custo total F1 [R\$]	Fornecedor 2	Quantidade	Potência F2 [W]	Custo luminária F2 [R\$]	Custo total F2 [R\$]
1	Cemitério Público Municipal	L7	2	70	1.078,88	2.157,76	L6	2	100	870,25	1.740,50
2	Cemitério Público Municipal	L7	5	71,5	692,84	3.464,20	L6	5	90	718,38	3.591,90

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

**Tabela 15-20 – Investimentos com luminárias LED em cemitérios – parte 2**

#	Cemitério	Fornecedora 3	Quantidade	Potência [W]	Custo luminária F3 [R\$]	Custo total luminária F3 [R\$]
1	Cemitério Público Municipal	L6	2	100	870,25	1.740,50
2	Cemitério Público Municipal	L3	5	70	890,00	4.450,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – Contrato 2023007

Aclara-se que não foi identificado cemitérios com deficiência de iluminação pública, descartando a necessidade de investimento com instalação de estruturas de iluminação pública.

Importante informar que investimentos relacionados aos cemitérios necessitam de uma análise crítica no tocante ao custo-benefício, tal definição será apurada no Relatório Econômico-Financeiro.

### 15.6 Iluminação de Destaque

Conforme apresentado na seção 12, os custos com iluminação de destaque preveem a implantação de iluminação de destaque nos bens de interesse desprovidos desta solução, assim como a modernização e adequação da iluminação de destaque nos bens de interesse onde esta solução é deficiente.

Na tabela a seguir, é apresentada uma previsão de custos para cada bem de interesse elencado que não possuem iluminação de destaque ou a iluminação de destaque existente não valoriza o bem de forma plena com seus respectivos custos, prévios, para implantação de sistema de iluminação de destaque que valorizem cada bem.

**Tabela 15-21 – Investimentos por bem de interesse**

#	Bens de interesse	Custo previsto [R\$]
1	Edifício João Fontoura Borges	114.118,62
2	Theatro Treze de maio	50.213,22
3	Centro de atividades múltiplas	30.302,41
4	Casa de cultura	49.539,40
5	Largo da estação ferroviária	40.250,38
6	Museu de arte	15.411,33
7	Biblioteca Municipal	42.733,45
8	Arquivo histórico municipal	20.063,50
9	Museu Treze de maio	27.857,79
10	Antiga Associação dos empregados da via férrea	53.469,76
11	Prefeitura Municipal	36.396,90
12	Shopping Independência	45.271,34
<b>TOTAL</b>		<b>525.628,08</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Cabe salientar que, de forma previa, no custo total com a iluminação de destaque dos 12 bens elencados já está englobado o BDI (para os serviços e aquisição de materiais diversos), conforme detalhado anteriormente.

### 15.7 Expansão da Rede de Iluminação Pública

#### 15.7.1 Ampliação

A Concessionária ao longo de todo o contrato de concessão deve ser encarregada de atender à demanda por novos pontos de iluminação pública ocasionada por ampliação da rede de iluminação, seja de propriedade da Concessionária de energia ou do Município.

O presente relatório estabelece o quantitativo de pontos de ampliação que a Prefeitura pode demandar da Concessionária anualmente. Tal quantitativo é distribuído em estruturas, conforme apresentado no Relatório de Engenharia. A tabela a seguir apresenta os custos referentes aos investimentos necessários para a ampliação da rede de iluminação pública associados às suas respectivas estruturas. Na composição dos valores de investimentos estão inclusos os custos de materiais e serviços de mão de obra de construção, não sendo inclusos os custos com telegestão. Os investimentos foram elaborados com base nas tabelas de orçamentação referenciais em vigor e disponíveis para consulta, adotando-se valores não-desonerados. A seguir são apresentados os custos unitários referente aos quantitativos definidos anteriormente.

**Tabela 15-22 – Investimentos por estruturas de ampliação**

Estrutura	Descrição	Custo unitário [R\$]
1	Instalação de ponto de IP em braço curto (Projeção Horizontal até 1,5 m)	296,84
2	Instalação de ponto de IP em braço médio (Projeção Horizontal até 2 m)	505,42

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Estrutura	Descrição	Custo unitário [R\$]
3	Instalação de ponto de IP em braço longo (Projeção Horizontal até 3 m)	615,39
4	RDA poste circular 9 m braço curto	2.905,86
5	RDA poste circular 9 m braço médio	3.031,50
6	RDA poste circular 9 m braço longo	3.180,04
7	RDS poste aço 9 m chicote simples	9.124,10
8	RDS poste aço 9 m chicote duplo	10.987,08
9	RDS poste aço 4 m reto 1 luminária	6.560,44
10	RDS poste aço 4 m reto 2 luminárias	6.591,72
11	RDS poste concreto 12 m 3 luminárias	8.207,68
12	RDS poste concreto 12 m 4 luminárias	10.260,21
13	Estrutura para campo de futebol com ponto de IP em suporte para 8 refletores e poste 14 m	7.450,59
14	ESTRUTURA PARA QUADRAS COM PONTO DE IP EM SUPORTE PARA 2 REFLETORES EM POSTE 6 M	4.580,04
15	Extensão RDA com ponto de IP em braço curto e poste 9 m para cemitérios	2.130,81
16	Extensão RDA com ponto de IP em braço curto e poste 9 m em praças	3.381,14
17	Remoção de poste de aço	453,41
18	Substituição de suporte de 1 núcleo por suporte 2 núcleos	127,32
19	Estrutura para campo de futebol com poste 11 m	4.747,99

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Estrutura	Descrição	Custo unitário [R\$]
20	Estrutura para campo de futebol com poste 10 m	4.524,70
21	Estrutura para campo de futebol com poste 8 m	4.137,98
22	Suporte para 2 projetores	416,09
23	Suporte para 3 projetores	555,25
24	Suporte para 4 projetores	1.204,60
25	Remoção de poste de concreto	268,61

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Aclara-se que essas mesmas estruturas são fundamentais para definir investimento para correção de ponto escuro, além de serem base para elaboração do banco de créditos de iluminação pública, mecanismo de flexibilização dado à administração pública no que tange expansão.

Para cada classe de iluminação, foram previstos três orçamentos de luminárias LED, estando seus custos unitários relacionados a seguir. As potências destas luminárias são relacionadas àquelas apresentadas na Tabela 10-5.

**Tabela 15-23 – Custo de luminárias por classe de iluminação**

Classe de Iluminação	Fornecedor	Custo
V1	L3	R\$ 761,07
	L6	R\$ 889,15
	L7	R\$ 1.400,00
V2	L3	R\$ 718,38
	L6	R\$ 739,38
	L7	R\$ 1.207,50
V3	L3	R\$ 603,95
	L6	R\$ 692,84
	L7	R\$ 1.015,00
V4	L3	R\$ 470,36
	L6	R\$ 532,12
	L7	R\$ 870,00
V5	L3	R\$ 461,23

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Classe de Iluminação	Fornecedor	Custo
IAE	L6	R\$ 483,54
	L7	R\$ 745,00
	L3	R\$ 1.213,22
	L6	R\$ 831,12
	L7	R\$ 913,83

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 15.7.2 Crescimento Vegetativo

Uma vez que os pontos de iluminação pública advindos de crescimento vegetativo são implantados por terceiros, a Prefeitura se isenta dos investimentos de instalação. Em contrapartida, no âmbito da concessão pública, deve-se contabilizar os seguintes custos:

- I. Operação e manutenção dos pontos incorporados à concessão;
- II. Consumo de energia elétrica mensal (kWh) dos pontos incorporados à concessão.

Dentre os itens supracitados, o custo relativo ao item I é considerado no dimensionamento das equipes de operação e manutenção. Com relação ao consumo de energia elétrica mensal (kWh) (item II), os custos são apresentados na tabela a seguir, considerando as premissas estabelecidas no presente relatório.

**Tabela 15-24 – Custos com pontos de crescimento vegetativo**

Classe	Fornecedor	Potência [W]	Custo com Energia elétrica mensal por ponto [R\$]
V4	L3	60	3,81
	L6	40	2,54
	L7	40	2,54
V5	L3	30	1,90
	L6	30	1,90
	L7	30	1,90

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

### 15.7.3 Demanda Reprimida

A demanda reprimida é a necessidade de novos pontos de iluminação pública. Com base nas informações descritas neste relatório, e considerando a classificação das vias, foi possível determinar os logradouros que necessitam da instalação de novos pontos de iluminação.

A tabela a seguir relaciona as estruturas citadas na seção 10 com as potências de luminárias indicadas para sua respectiva classe, considerando três fornecedores para cada classe. Também são exibidos os valores para a instalação de cada uma das estruturas, considerando materiais e mão de obra, assim como os valores das luminárias.

**Tabela 15-25 – Relação entre estruturas de demanda reprimida e potências de luminárias**

Estrutura de ampliação	Classe de Iluminação	Valor da Estrutura	Fornecedor da Luminária	Potência da Luminária [W]	Valor da Luminária
1	V5	R\$ 308,47	L3	30	R\$ 461,23
			L6	30	R\$ 483,54
			L7	30	R\$ 745,00
	V4		L3	60	R\$ 470,36
			L6	40	R\$ 532,12
			L7	40	R\$ 870,00
2	V3	R\$ 584,88	L3	100	R\$ 603,95
			L6	72	R\$ 692,84
			L7	71,5	R\$ 1.015,00
	V2		L3	120	R\$ 718,38
			L6	87,9	R\$ 739,98
			L7	108,4	R\$ 1.207,50
4	V5	R\$ 3.006,68	L3	30	R\$ 461,23
			L6	30	R\$ 483,54
			L7	30	R\$ 745,00
	V4		L3	60	R\$ 470,36
			L6	40	R\$ 532,12
			L7	40	R\$ 870,00
5	V3	R\$ 3.216,27	L3	100	R\$ 603,95
			L6	72	R\$ 692,84



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Estrutura de ampliação	Classe de Iluminação	Valor da Estrutura	Fornecedor da Luminária	Potência da Luminária [W]	Valor da Luminária
	V2		L7	71,5	R\$ 1.015,00
			L3	120	R\$ 718,38
			L6	87,9	R\$ 739,98
			L7	108,4	R\$ 1.207,50
3	V1	R\$ 633,16	L3	150	R\$ 761,07
6		R\$ 3.312,96	L6	140	R\$ 889,15
7		R\$ 9.350,82	L7	141,5	R\$ 1.400,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 15.8 Sistema de Telegestão

As soluções integradas de comando e controle dos pontos de iluminação pública propostas para rede municipal de iluminação pública correspondem a relé fotoelétrico e telegestão.

#### 15.8.1 Telegestão

Para as soluções de telegestão, define-se que o sistema deve possuir as funcionalidades mínimas de monitoramento dos ativos de iluminação pública, controle remoto do estado de operação, redução controlada de fluxo luminoso (dimerização) da luminária e medição de variáveis de interesse do ponto de IP. Dessa forma, buscaram-se orçamentos com fornecedores que cumprissem as funcionalidades mínimas supracitadas.

A partir das diretrizes e especificações apresentadas no relatório de engenharia foram obtidos três orçamentos diferentes fornecedores (T1, T2 e T3) para o emprego do sistema de telegestão nos pontos de iluminação. Com o objetivo de relacionar os referidos orçamentos, apresentam-se na tabela a seguir os custos de CAPEX e OPEX por ponto modernizado com o sistema de telegestão. A seguir apresentam os valores para implantação do sistema de telegestão.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

**Tabela 15-26– Análise dos orçamentos obtidos dos fornecedores de Telegestão<sup>32</sup>**

Item	Fornecedor 1 [R\$]	Fornecedor 2 [R\$]	Fornecedor 3 [R\$]
<b>Setup (Comissionamento, Start Up e Treinamento)</b>	39.250,00	0,00 <sup>33</sup>	28.799,59
<b>Controlador</b>	489,90	542,66	489,60
<b>Concentrador</b>	5.225,00	5.994,50	9.391,14

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

O sistema de telegestão, no cenário base, será implantado em vias classificadas em V1, V2 e V3 do Município. A seguir apresentam-se a consolidação de investimentos em Telegestão para tais vias. O reinvestimento do sistema de telegestão ocorrerá conjuntamente com o período de troca das luminárias instaladas nos anos iniciais da concessão.

**Tabela 15-27– Investimentos para implantação do sistema de telegestão**

Item	Quantidade	Fornecedor 1 [R\$]	Fornecedor 2 [R\$]	Fornecedor 3 [R\$]
<b>Setup (Comissionamento, Start Up e Treinamento)</b>	1	39.250,00	0,00	28.799,59
<b>Controlador</b>	5.425	2.657.707,50	2.943.930,50	2.656.080,00
<b>Concentrador</b>	11	57.475,00	65.939,50	103.302,54
<b>Capex Total</b>		2.754.432,50	3.009.870,00	2.788.182,13
<b>Capex Total por Ponto</b>		507,73	554,81	513,95

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 15.8.2 Relé Fotoeletrônico

A solução de comando para os pontos de iluminação pública nos pontos de iluminação pública que não serão contemplados com a implantação do dispositivo de telegestão se dará a partir de relé fotoeletrônico em consonância com a ABNT NBR 5123:2016.

<sup>32</sup> Consulta de mercado a partir de orçamentos recebidos em março de 2023.

<sup>33</sup> Setup, Comissionamento, Start UP e Treinamento inclusos nos valores para concentrador e controlador.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Diferentemente da solução de telegestão, o relé fotoeletrônico apresenta apenas a função de acionamento automático das lâmpadas ao anoitecer e desligamento automático ao amanhecer. A seguir é apresentado o custo para a troca deste equipamento, tendo em vista que corresponde a solução de comando atualmente adotada. Ressalta-se que o quantitativo de pontos corresponde ao número de pontos de iluminação pública com tecnologia convencional presentes em vias V4, V5 e em áreas especiais (praças, parques, campos e cemitérios). Os pontos de iluminação pública com a solução LED em vias V4, V5 e em áreas especiais (praças, parques, campos e cemitérios) serão trocados quando findar a vida útil operacional das luminárias LED.

**Tabela 15-28 – Custo de substituição do relé fotoeletrônico**

Descrição	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Total [R\$]
<b>SUBSTITUIÇÃO DE RELÉ FOTOELÉTRICO PARA COMANDO DE ILUMINAÇÃO</b>	22.548	44,33	999.552,84

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

### 16 OPERAÇÃO E OPEX

A presente seção 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:

- Pessoal;
  - Mão de Obra;
  - Veículos;
- Materiais de Consumo;
- 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;
- Vandalismo, furto e abalroamento;
- Outros custos.

#### 16.1 Pessoal

Além do efetivo de campo dimensionado para execução serviços de modernização, operação, manutenção, adequação 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, telegestão, iluminação de destaque e expansão da rede municipal de iluminação pública bem como pela manutenção da qualidade dos serviços, gestão de todas as

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

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, segurança do trabalho, 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) contábil, jurídica, administrativa, serviços gerais e vigilância.

### 16.1.1 Mão de Obra

A estrutura de pessoal dimensionada para pleno execução dos serviços da diretoria é apresentada a seguir com indicação das suas responsabilidades, dimensionamento e setor pertencente.

**Tabela 16-1 – Estrutura de pessoal dimensionada**

Cargo	Durante a Fase I (Operação)	Durante a Fase II (Modernização)	Durante a Fase III (Pós Modernização)
<b>Administrativo/Financeiro</b>			
<b>Analista Financeiro</b>	1	1	1
<b>Assistente de RH</b>	1	1	1
<b>Coordenador Administrativo/Financeiro</b>	1	1	1
<b>Engenharia, Tecnologia e Operações</b>			
<b>Almoxarife</b>	1	1	1
<b>Analista de dados</b>	1	1	1
<b>Analista de Suprimentos I</b>	0	1	0
<b>Auxiliar de Almoxarife</b>	1	2	1
<b>Auxiliar de Operação</b>	1	1	1
<b>Coordenador do CCO</b>	1	1	1
<b>Coordenador Operacional (O&amp;M e MOD)</b>	1	1	1
<b>Engenheiro Eletricista</b>	1	1	1
<b>Operador diurno</b>	0	1	1
<b>Operador noturno</b>	1	1	1
<b>Técnico de Aferição</b>	0	2	2
<b>Técnico de Segurança do Trabalho</b>	1	1	1
<b>Gerência</b>			
<b>Gestor do Contrato</b>	1	1	1

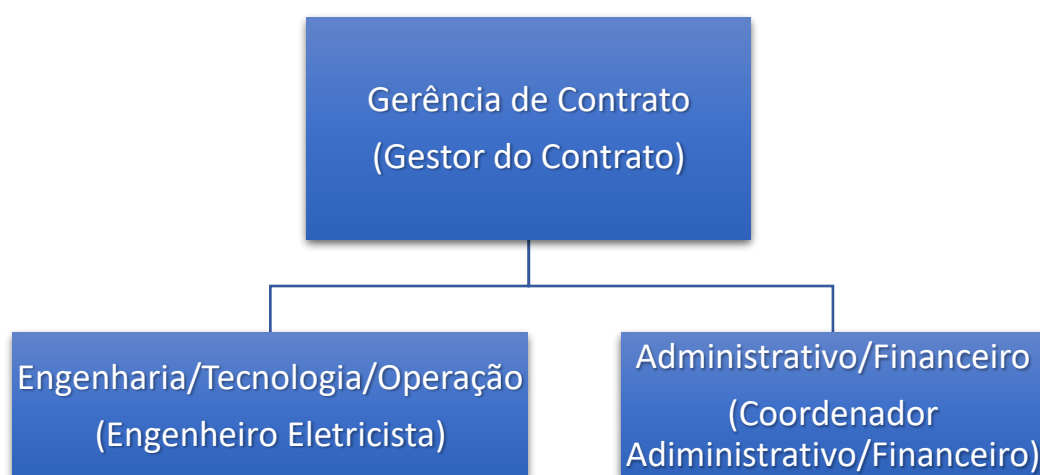
## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Cargo	Durante a Fase I (Operação)	Durante a Fase II (Modernização)	Durante a Fase III (Pós Modernização)
<b>Serviços Gerais</b>			
<b>Auxiliar de Serviços Gerais</b>	1	1	1
<b>Porteiro Noturno</b>	2	2	2
<b>Total Geral</b>	16	21	19

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

De acordo com o quadro de pessoal listado na tabela acima, apresenta-se a seguir o organograma da concessão em questão.

**Figura 16-1 – Estrutura de Gerência de Contrato**

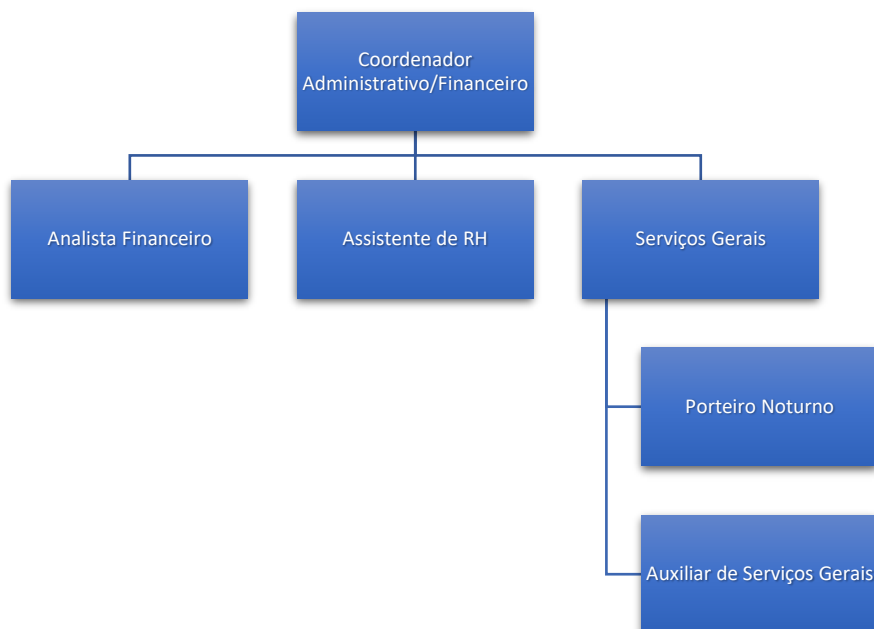


Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)



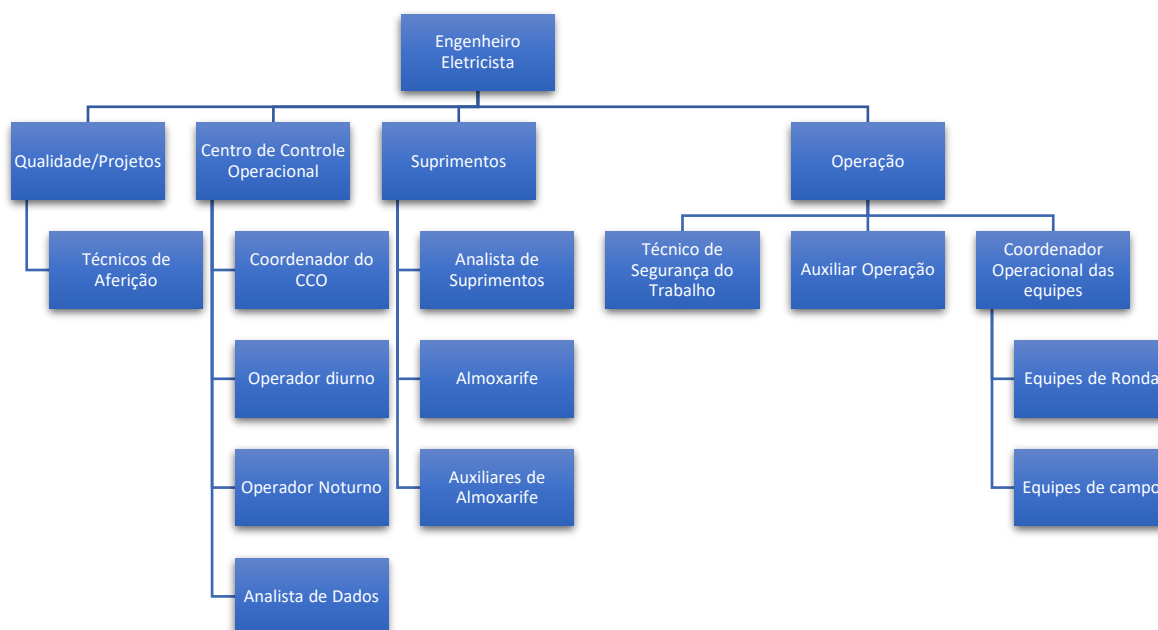
## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

**Figura 16-2 – Estrutura Administrativo Administrativo/Financeiro**



**Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)**

**Figura 16-3 – Estrutura Engenharia/Tecnologia e Operação**



**Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)**

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Apresentam-se a seguir os custos mensais com mão de obra para estrutura organizacional baseados no mapa de carreiras do VAGAS<sup>34</sup> e tabela do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI<sup>35</sup> – RS). Foram consideradas as seguintes premissas para os custos mensais com a estrutura de pessoal:

- Encargo social com 69,19% conforme Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI-RS);
- Benefícios como vale-alimentação, vale transporte, exames e seguros;
- Adicional noturno de 20% do salário base conforme Artigo 73 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

**Tabela 16-2 – Valores mensais para os funcionários da estrutura organizacional**

Cargo	Salário [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
<b>Administrativo/Financeiro</b>				
<b>Analista Financeiro</b>	3.032,57	662,37	2.098,24	5.793,18
<b>Assistente de RH</b>	2.088,54	662,37	1.445,06	4.195,97
<b>Coordenador Administrativo/Financeiro</b>	4.636,16	662,37	3.207,76	8.506,29
<b>Engenharia, Tecnologia e Operações</b>				
<b>Almoxarife</b>	1.920,99	662,37	1.329,13	3.912,49
<b>Analista de dados</b>	4.025,29	662,37	2.785,10	7.472,76
<b>Analista de Suprimentos I</b>	3.012,27	662,37	2.319,45	5.994,09
<b>Auxiliar de Almoxarife</b>	1.570,90	662,37	1.086,91	3.320,18
<b>Auxiliar de Operação</b>	1.698,25	662,37	1.175,02	3.535,64
<b>Coordenador do CCO</b>	4.203,86	662,37	2.908,65	7.774,88
<b>Coordenador Operacional (O&amp;M e MOD)</b>	2.929,69	662,37	2.255,86	5.847,92

<sup>34</sup> Itens orçados por meio de consulta de mercado no mês de março de 2023

<sup>35</sup> Itens orçados por meio de consulta de mercado no mês de fevereiro de 2023

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Cargo	Salário [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
Engenheiro Eletricista	11.154,19	662,37	7.717,59	19.534,15
Operador diurno	1.347,61	662,37	932,41	2.942,39
Operador noturno	1.617,13	662,37	1.118,89	3.398,40
Técnico de Aferição	2.597,26	662,37	1.797,04	5.056,67
Técnico de Segurança do Trabalho	3.500,00	662,37	2.421,65	6.584,02
<b>Gerência</b>				
Gestor do Contrato	14.244,82	662,37	9.855,99	24.763,18
<b>Serviços Gerais</b>				
Auxiliar de Serviços Gerais	1.404,24	662,37	971,59	3.038,20
Porteiro Noturno	1.617,00	662,37	1.118,80	3.398,17

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Os custos mensais com Pessoal para operação da SPE para cada fase da concessão são consolidados a seguir considerando o dimensionamento operacional e o valor por funcionário já supracitados.

**Tabela 16-3 – Custo mensal por setor para cada fase da concessão**

Custo mensal com pessoal	Durante a Fase I (Operação) [R\$]	Durante a Fase II (Modernização) [R\$]	Durante a Fase III (Pós Modernização) [R\$]
Administrativo/ Financeiro	18.495,44	18.495,44	18.495,44
Engenharia, Tecnologia e Operações	61.380,43	83.750,44	71.493,78
Gerência	24.763,18	24.763,18	24.763,18
Serviços Gerais	13.232,72	13.232,72	13.232,72
<b>TOTAL</b>	<b>117.871,77</b>	<b>140.241,77</b>	<b>127.985,12</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 16.1.2 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. A Tabela a seguir apresenta os valores mensais para locação de veículos.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

**Tabela 16-4 – Custos referente aos veículos para estrutura administrativa da SPE**

Descrição	Quantidade	Un.	Valor Unitário [R\$]	Total [R\$]
Veículo de passeio, 5 passageiros, motor bicombustível (gasolina e álcool).	2	Mensal	2.014,50	4.029,00
Custo de despesas com veículo próprio, considerando 50% de utilização do mesmo em serviço e média mensal percorrida até 1500 km, tendo em vista deslocamento para fiscalização de obras ou vistorias.	2000 <sup>36</sup>	Km/mês	1,47	2.940,00
<b>TOTAL</b>				<b>6.969,00</b>

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 16.2 Material de Consumo

A fim de prover os materiais e equipamentos necessários de todos os serviços de manutenção corretiva, manutenção preditiva e preventiva, apresenta-se a seguir as falhas e custos unitários para reposição do ativo de iluminação pública em condição de mal funcionamento.

**Tabela 16-5 – Taxa de Falha e Custo de Aquisição dos materiais para manutenção**

Item	Taxa de Falha / mês	Custo Unitário [R\$]
Lâmpada de Descarga	3,00%	49,13
Luminária para Lâmpada de Descarga	0,04%	480,87
Reator	0,50%	92,35
Relé	1,00%	36,83
Luminária LED	0,08%	*
Equipamento de Telegestão <sup>37</sup>	0,17%	*

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

\*Valores vinculados a análise custo benefício, apresentada na modelagem econômico-financeira

### 16.3 Manutenção e Modernização

<sup>36</sup> Consideração para dois veículos.

<sup>37</sup> Taxa de falha aplicada apenas ao quantitativo de pontos contemplados com sistema de telegestão (V1, V2, V3 e iluminação de destaque)

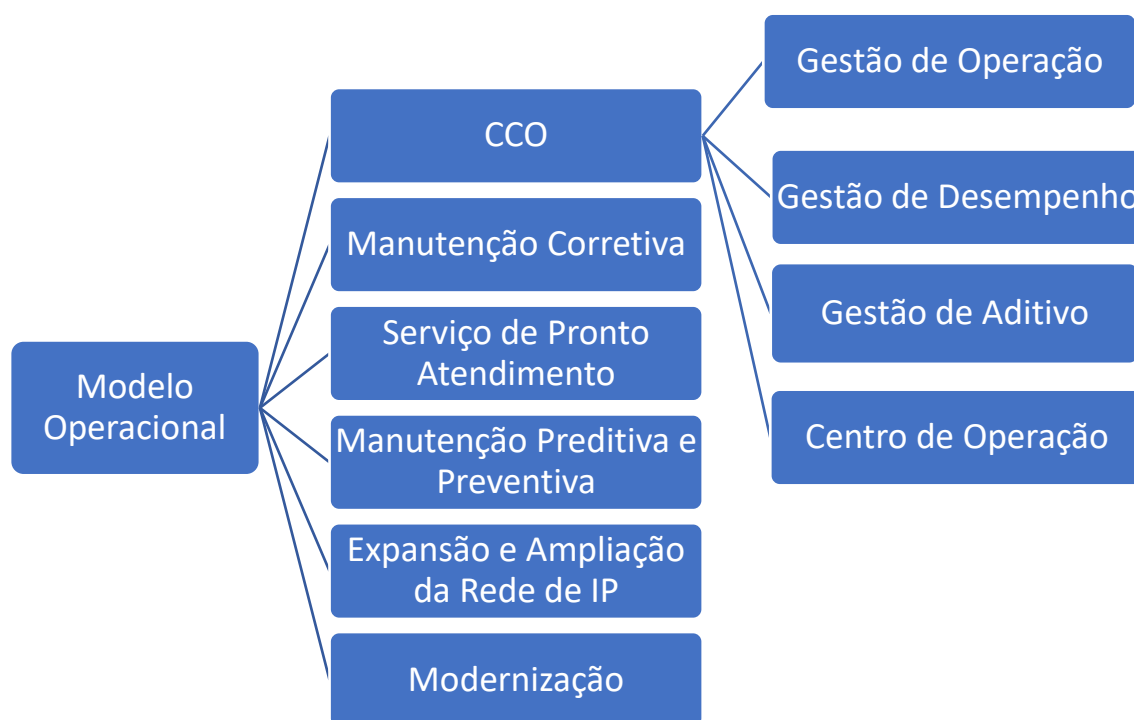
## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

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.

### 16.3.1 Modelo Operacional e Fluxograma de Operação e Manutenção

Os serviços de manutenção e modernização se destacam no rol de serviços que a concessionária deverá realizar ao longo do contrato. Adicionalmente a eles, tem-se ainda os serviços de expansão da rede de iluminação pública, a figura a seguir ilustra a lista de serviços sob o encargo da concessionária.

**Figura 16-4 – Modelo Operacional**



**Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)**

Importante mencionar que todas as ações da concessionária serão monitoradas, remotamente em tempo real. O Poder concedente receberá acesso sobre dados e informações operacionais. De acordo com o apresentado acima, a seguir é ilustrado o fluxograma de operação e manutenção da rede de iluminação pública do município.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

**Figura 16-5 – Fluxograma**



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 16.3.2 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



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

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 5101:2018;
- 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 5101:2018;
- 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:

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

- 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; equipamentos de telegestão; 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;

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

- 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.

### 16.3.3 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 deverão ser capazes de modernizar como também proceder com a resolução de ordens de serviço de manutenção.

### 16.3.4 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, descrição das equipes e seus respectivos custos e investimentos.

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 eletricitistas 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 eletricitistas, além de ser responsável por conduzir o veículo necessário para execução dos serviços.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

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

### 16.3.4.1 Premissas Operacionais

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

- Distribuição de pontos por classe de iluminação V1, V2, V3, V4 e V5;
- Acréscimo de pontos de iluminação pública decorrentes da correção de pontos escuros e expansão da rede municipal de iluminação pública;
- Considera-se as seguintes falhas operacionais mensais por equipamento de iluminação pública apresentadas na seção 16.2, resultando em: 5,248%, 1,080% e 0,246% de falha mensal respectivamente para rede de iluminação pública convencional, modernizada sem telegestão e modernizada com telegestão;
- 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 75%, isto é, definindo-se que 25% horas são despendidas em interrupções de trânsito e deslocamento entre pontos de IP, tem-se uma carga diária trabalhada efetiva de 6 horas;
- Tempo de intervenção médio de 15 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 23:00 e 05:00 – 6 horas de trabalho;
- Disposição de equipes plantonistas, sendo está destinada a pronto-atendimentos e utilização sob demanda de operação.

### 16.3.4.2 Dimensionamento das Equipes

O dimensionamento das equipes de manutenção e modernização da rede de iluminação pública apresenta a seguinte distribuição ao longo do período de

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

concessão, considerando ainda os períodos de transição operacional, modernização e reinvestimento dos seus pontos de iluminação pública.

**Tabela 16-6 – Dimensionamento das equipes operacionais**

Período	Serviços	Número de Equipes
<b>Equipe Plantonista</b>	Equipe destinada a pronto-atendimentos e utilização sob demanda de operação	1
<b>Transição Operacional</b>	Manutenção da rede convencional	7
<b>Modernização</b>	Manutenção da rede convencional e modernização da rede de IP	16 – 1º Marco 14 – 2º Marco 12 – 3º Marco
<b>Operação</b>	Manutenção da rede modernizada	2
<b>Segunda onda de modernização<sup>38</sup></b>	Manutenção da rede modernizada e troca das luminárias LED	8

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 16.3.4.3 Custos

Apresentam-se a seguir os custos mensais com mão de obra para operação e manutenção dos ativos de iluminação pública, inclusos custos com EPI (equipamentos de proteção individual), ferramentas, treinamentos e benefícios.

**Tabela 16-7 - Valores mensais para funcionários das equipes de operação e manutenção da rede de iluminação pública**

Cargo	Salário [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Treinamentos [R\$]	Equipamentos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
<b>Eletricista - Diurno</b>	2.254,67	662,37	1.560,00	107,37	376,19	4.960,60
<b>Ajudante - Diurno</b>	1.902,65	662,37	1.316,44	107,37	376,19	4.365,02
<b>Eletricista - Noturno</b>	2.705,60	662,37	1.872,00	107,37	376,19	5.723,53
<b>Ajudante - Noturno</b>	2.238,18	662,37	1.579,73	107,37	376,19	5.008,84

<sup>38</sup> O relatório econômico-financeiro irá definir o prazo da concessão, portanto, a segunda onda de modernização está diretamente relacionada à essa análise.

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Cargo	Salário [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Treinamentos [R\$]	Equipamentos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
<b>Eletricista Folguista por hora</b>	12,82	3,76	8,87	0,61	1,64	27,70

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

A seguir é apresentado o custo para aquisição de 1 luxímetro para aferição da qualidade da iluminação pública.

**Tabela 16-8 – Valores para aquisição de luxímetro**

Item	Quantidade	Reinvestimento [Anos]	Valor Unitário [R\$]	Valor Total [R\$]
<b>Luxímetro</b>	1	5	1.210,78	1.210,78

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Foram consideradas as seguintes premissas para os custos operacionais para manutenção da rede municipal de iluminação pública:

- Salários de acordo com o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) não desonerado – RS – março 2023;
- Certificação e Treinamento anual das normas regulamentadoras NR 10, NR 12, NR 31 e NR 35 e de cursos de reciclagem em instalações elétricas;
- Encargo social com 69,19% conforme Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI);
- Benefícios como vale-alimentação, planos de saúde e odontológico e vale transporte;
- Equipamentos de proteção individual e coletiva em consonância com a NR - 6;
- Adicional noturno de 20% do salário base conforme Artigo 73 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

### 16.3.4.4 Ronda

A Concessionária deve dispor de equipes de ronda noturna para inspeção dos pontos de iluminação pública não beneficiados com a tecnologia de telegestão ao longo da concessão. Nos casos em que o sistema de telegestão apresentar falhas de



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

funcionamento, automaticamente, as equipes de ronda devem atuar realizando o serviço de inspeção nesses pontos.

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

- Inspeção noturna na totalidade dos pontos de iluminação pública instalados em vias V4, V5 e em áreas especiais, a cada 30 dias;
- Nos casos de ausência do sistema de telegestão por falha operacional;
- Inspeção noturna nos pontos de iluminação pública instalados em vias V1, V2 e V3 sem equipamento de telegestão, a cada 15 dias;
- Inspeção diurna na totalidade dos pontos de iluminação pública instalados em vias em vias V1, V2, V3, V4 e V5 e em áreas especiais a cada 30 dias sem equipamento de telegestão;
- Velocidade média de inspeção de 20 km/h;
- 20% de ocupação do tempo destinado a registro das ordens de serviços;
- Distanciamento entre postes de 31,58 m, conforme média apurada no diagnóstico da rede municipal de iluminação pública.

A tabela a seguir apresenta o quantitativo de equipes de ronda necessárias para inspeção diurna e noturna ao longo de toda concessão.

**Tabela 16-9 – Dimensionamento para equipe de ronda diurna e noturna**

Equipe de Ronda	Quantitativo
Operação Diurna	1
Operação Noturna	1

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Apresentam-se na tabela a seguir os custos mensais com mão de obra para as equipes de ronda diurna e noturna, inclusos benefícios, encargos sociais, equipamentos de proteção individual (EPI) e ferramentas.

**Tabela 16-10 – Custos com mão de obra**

Cargo	Salário Mensal [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Treinamentos [R\$]	Equipamentos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
Motociclista - Diurno	1.422,17	662,37	984,00	107,37	376,19	3.552,10
Motociclista - Noturno	1.706,60	662,37	1.180,80	107,37	376,19	4.033,33

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Foram consideradas as seguintes premissas para os custos operacionais com ronda:

- Salários de acordo com o mapa de carreiras do VAGAS<sup>39</sup> – março de 2023;
- Encargo social com 69,19% conforme Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI);
- Benefícios como vale-alimentação, planos de saúde e odontológico e vale transporte;
- Equipamentos de proteção individual e coletiva em consonância com a NR - 6;
- Adicional noturno de 20% do salário base conforme Artigo 73 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

### 16.3.4.5 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 cesto aéreo com lança até 16m de altura;
- Veículo de ronda: Motocicleta de 125 cilindradas.

Considerou-se apenas 2 modelos de veículo para aquisição pela SPE durante todo o período da concessão em função de ser a quantidade mínima dimensionada nos anos de operação. Os modelos restantes serão locados.

<sup>39</sup> Disponível em: < <https://www.vagas.com.br/mapa-de-carreiras/> >

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

A tabela a seguir apresenta o quantitativo de veículos necessários para execução dos serviços de modernização e manutenção da rede municipal de iluminação pública ao longo da concessão. Aclara-se que o dimensionamento levou em consideração a premissa de utilização dos veículos nos 2 turnos estabelecidos para operação.

**Tabela 16-11 - Dimensionamento dos veículos para manutenção da rede municipal de iluminação pública**

Veículo\Período	Transição Operacional	Modernização	Operação
<b>Veículo operacional</b>	4	8/7/6 <sup>40</sup>	1
<b>Veículo de Ronda</b>	1	1	1

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Para operacionalização dos veículos e manutenção, apresentam-se na tabela seguir os custos mensais com a locação, manutenção, e combustível dos veículos.

**Tabela 16-12 – Custos de locação, manutenção e combustível para veículos**

Veículo	Referência	Unidade Aquisição/Locação - Custos	Aquisição/Locação [R\$]	Custos (Combustível + Manutenção) [R\$]
<b>Aquisição de veículo operacional</b>	SINAPI-RS <sup>41</sup>	Unitário	363.847,67	3.866,40
<b>Locação de veículo operacional</b>	EMOP <sup>42</sup> SINAPI-RS	Mensal	7.456,20	
<b>Locação de veículo para ronda</b>	EMOP	Mensal	287,44	169,74

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

## 16.4 Furto, Vandalismo e Abaloamentos

<sup>40</sup> Redução do quantitativo de veículos operacionais após a conclusão do 1º e 2º marco de modernização.

<sup>41</sup> Referência tabela SINAPI de março 2023

<sup>42</sup> Referência tabela EMOP de fevereiro 2023

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

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 do Diagnóstico Técnico da Rede de IP.

- Estima-se que a extensão da rede exclusiva corresponda a aproximadamente 17,65km, tendo por base o produto entre o quantitativo de postes exclusivos (1% da Rede de Iluminação Pública de 27.973, ou seja, 559 pontos) e a distância média entre postes apurada pela amostra (31,58m). Sobre essa extensão, considerou-se taxa de furto de cabos anual de 1% para circuitos de três condutores, o que totaliza a necessidade de aquisição de 529,60 metros;
- Considera-se para vandalismo de luminárias uma taxa anual de 0,04%, tendo por base a taxa de vandalismo de 1% este correspondente ao período de vida útil da luminária de maior representatividade no Município e que após a modernização essa taxa cairá para 50%;
- Com base na expertise da equipe técnica em outros projetos, considera-se taxa de abalroamento de 0,5% ao ano. Conforme já apresentado, a rede de iluminação pública possui 559 pontos exclusivos, portanto, tem-se que 3 postes exclusivos são abalroados por ano.

O quantitativo e o valor unitário para execução de serviços relacionados a vandalismo, furto e abalroamentos encontram-se apresentados a seguir.

**Tabela 16-13 – Quantitativo e valores para furtos, vandalismo e abalroamento**

Serviço	Quantitativo Anual	Valor unitário [R\$]	Valor do Serviço [R\$]
<b>Furto de Cabos</b>	529,60 metros	20,21 por metro	10.703,15
<b>Vandalismo de Luminárias</b>	12 luminárias	598,27*	7.179,24
<b>Abalroamento de Postes</b>	3 postes exclusivos	3.131,72 por poste	9.395,16

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

\*Valor médio decorrente de análise da combinação de fornecedores com maior eficiência

### 16.5 Custos Operacionais com Sistema de Telegestão

Os custos operacionais com o Sistema de Telegestão envolvem a manutenção dos dispositivos e da conectividade do sistema com o centro de controle operacional a

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

partir da transmissão de dados. Apresentam-se a seguir os custos operacionais dos três fornecedores de telegestão consultados.

**Tabela 16-14 – Custo operacional de telegestão**

Fornecedor	Custo por Ponto [R\$]	Quantidade de Pontos	Valor Mensal [R\$]
<b>T1</b>	1,37	5.425	7.432,25
<b>T2</b>	0,80	5.425	4.340,00
<b>T3</b>	2,29	5.425	12.423,25

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 16.6 Custos Operacionais com Gestão de Resíduos

Para obtenção do custo médio de descarte das lâmpadas que serão substituídas, foi realizado cotação com empresas do segmento de coleta, transporte e destinação final de resíduos perigosos.

A tabela a seguir apresenta o valor médio obtido com as empresas para a destinação final das lâmpadas a serem descartadas, incluindo transporte e destinação final ambientalmente adequada.

**Tabela 16-15 – Composição de Valores para Destinação Final de Lâmpadas**

Empresa	Data base	Valor para destinação (und.)	Observações
<b>Empresa 1</b>	2022	R\$ 1,30	Frete a combinar
<b>Empresa 2</b>	2023	R\$ 1,25	Frete a combinar
<b>Valor médio</b>	-	R\$ 1,27	-

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Para se calcular o custo de descarte e destinação final dos resíduos de iluminação pública, aplica-se o custo médio de R\$ 1,27/lâmpada, multiplicado pelo total lâmpadas substituídas. A título de exemplo, apresenta-se a seguir o custo estimado para descarte de lâmpadas no período de modernização.

**Tabela 16-16 – Valor de descarte no período de modernização**

Serviços de destinação de resíduos perigosos - Classe I			
Destinação Final de Lâmpadas	Quantidades	Valor Unitário	Valor Total

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Serviços de destinação de resíduos perigosos - Classe I			
(Vapor de Sódio; Vapor Metálico; Vapor de Mercúrio; Fluorescente; Mista)	27.973*	R\$ 1,27	R\$ 71.051,42

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

\*Considerando um ciclo de substituições de todo o parque de iluminação ao longo do período de concessão.

### 16.7 Corte e poda

Um dos fatores que influenciam na qualidade da prestação do serviço de iluminação pública está a harmonia entre a arborização e pontos de iluminação pública. Nesse sentido, fundamental para a boa compatibilização entre vegetação local e iluminação pública está a manutenção periódica de galhos e árvores a partir de execuções de podas em árvores que interferem na rede de iluminação pública, seguindo as orientações das legislações ambientais e as diretrizes expressas pela norma ABNT NBR 5101:2018 e pela norma ND-3.4 - Projetos de Iluminação Pública, elaborada pela CEMIG Distribuição. Aclara-se que, a ND-3.4 e a norma ABNT NBR 5101:2018 trazem diretrizes para o corte e poda da vegetação, porém a indicação delas não tem a função de limitar as opções, podendo ser utilizadas outras técnicas de corte e poda, desde que aprovadas pelo Município e em consonância com o Tutorial de Poda e Supressão de Árvores do Município de Santa Maria.

#### 16.7.1 Dimensionamento

Conforme apresentado na Seção 4, 24,84% dos pontos de iluminação amostrados apresentam algum tipo de interferência proveniente da vegetação local.

Para precificação dos custos referenciais inerentes ao corte e poda foram considerados dois tipos de corte e poda, bem como a atividade de coleta dos resíduos, sendo:

- Atividade 1: Remoção de galhos secos;



## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

- Atividade 2: Poda de espécies vegetais de baixo nível de dificuldade;
- Atividade 3: Coleta dos resíduos do corte e poda;

Os custos unitários inerentes a estas atividades de corte e poda, assim como da coleta dos resíduos, são apresentados a seguir, tendo como base a tabela EMOP de fevereiro de 2023.

**Tabela 16-17: Descrição e custo das atividades de corte e poda**

Atividade	Descrição	Código	Percentual de intervenção	Custo unitário [R\$]
1	Poda de árvores, limpeza de galhos secos e retirada de parasitas	09.005.0115-0	60%	76,39
2	Poda de espécies vegetais de baixo nível de dificuldade, exclusive transporte de material resultante	22.030.0035-0	40%	130,12

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)**

Os custos inerentes à coleta dos resíduos do corte e poda são apresentados na tabela a seguir. Estes custos foram calculados considerando a coleta dos resíduos duas vezes por semana, sendo utilizado um caminhão de carroceria e um ajudante para a execução da tarefa.

**Tabela 16-18: Descrição e custo da atividade de coleta de resíduos de corte e poda**

Atividade	Descrição	Código	Custo mensal [R\$]
3	Caminhão Carroc. Fixa, 7,5t (Cf)	19.004.0004-4	4.037,76
	Mão-de-obra De Servente Para Serviços De conservação, Inclusive Encargos Sociais	01901	1.838,08
	<b>Total Atividade 3</b>		<b>5.875,84</b>

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)**

Considerando a cobertura vegetal apresentada no município, uma árvore por vão, vão com 2 pontos de iluminação pública, número de pontos previstos para o ano de 2023, é possível extrapolar o número de obstruções encontradas durante a inspeção de campo para toda a rede de iluminação pública do município. Assim, tem-se o número

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

de obstruções provocadas pela vegetação no ciclo de 12 meses, conforme expressão matemática descrita a seguir.

$$N^{\circ} \text{ de } \text{árvores}_{ano} = \frac{Arv_{vão} \cdot Total_{pontos} \cdot Obst_{\%}}{Pontos_{vão}}$$

Em que,

- $Total_{pontos}$ : Total de pontos de iluminação pública na rede de iluminação pública
- $Arv_{vão}$ : Quantidade de árvores por vão de iluminação pública
- $Pontos \text{ por } vão_{vão}$ : Quantidade de pontos em um vão de iluminação pública
- $Obst_{\%}$ : percentual de pontos de iluminação pública que apresentam incompatibilidade com a vegetação local;

A tabela a seguir apresenta a definição das variáveis acima e o resultado correspondente ao número de pontos com interferência anual, portanto, mensalmente, são 290 pontos que sofrem interferência da arborização local.

**Tabela 16-19: Números de pontos a serem cortados e/ou podados por mês**

Total de pontos	Árvores por vão	Composição do vão (Pontos IP)	Percentual de obstrução	Número de árvores/ano
27.973	1	2	24,84%	3.474

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)**

Considerando projetos anteriormente elaborados por este consórcio e a inspeção de campo realizada, foram definidos os percentuais de intervenções de corte e poda necessários na vegetação, por atividade, sendo possível prever o custo total inerente a esta atividade. Os valores referenciados terão como base os custos mensais das atividades.

**Tabela 16-20: Custo total com corte e poda**

Atividade	Percentual de intervenção	Número de intervenções (Mensal)	Custo Mensal [R\$]
1	60%	174	R\$ 13.291,86
2	40%	116	R\$ 15.093,92

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

Atividade	Percentual de intervenção	Número de intervenções (Mensal)	Custo Mensal [R\$]
3	100%	8	R\$ 5.875,84
BDI			25,26%
TOTAL			R\$ 42.916,11

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

### 16.8 Outros Custos

Apresentam-se a seguir outros custos mensais associados aos encargos da concessionária ao longo da concessão baseados em estimativas e premissas definidas segundo a expertise técnica da equipe de engenharia.

**Tabela 16-21: Outros custos**

Descrição dos Gastos	Valor por mês [R\$]
Aluguel, IPTU e Condomínio	3.500,00
Limpeza	142,80
Internet + telefonia	119,99
Material de Escritório	250,00
Correios	150,00
CREA+ART	43,28
Energia elétrica	1.225,71
Água e esgoto	374,26
Licenças	1.320,00
Certificação de Luxímetro	85,50
Honorários Advocatícios	3.000,00
TOTAL	10.211,55

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

## Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação pública – Contrato 2023007

### 17 ANEXOS

**ANEXO I – TIPOLOGIAS DE MONTAGEM INSPECIONADAS NA AMOSTRA**

**ANEXO II – RESULTADOS DA CORRELAÇÃO ENTRE INVENTÁRIO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA E LOGRADOUROS INSPECIONADOS**

**ANEXO III – ORÇAMENTOS DE LUMINÁRIAS LED POR FAIXA DE FLUXO LUMINOSO**

**ANEXO IV – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA AS CORREÇÕES DE PONTO ESCURO**

**ANEXO V – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ESTRUTURAS DE AMPLIAÇÃO**

**ANEXO VI - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE TRANSIÇÃO OPERACIONAL E DO PLANO DE MODERNIZAÇÃO**

**ANEXO VII - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE MODERNIZAÇÃO E EFICIENTIZAÇÃO PARA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA**

**ANEXO VIII – PREÇOS UNITÁRIOS DOS DEMAIS CUSTOS E INVESTIMENTOS**

**ANEXO IX – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA OS LOGRADOUROS INSPECIONADOS**

**ANEXO X – PROPOSTA DE MODERNIZAÇÃO PARA QUADRAS, PARQUES, CAMPOS, QUADRAS E OUTROS LOCAIS PÚBLICOS**

CONSÓRCIO **PONTOS DE LUZ**

**HOUER**  
Concessões

Viana  
Castro  
Advogados  
Direito da Infraestrutura e Urbanístico

