



# **RELATÓRIO DE ENGENHARIA DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE SANTA LUZIA-MG**

**CONTRATO nº 463/2018**

**JULHO/2019**



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE SANTA LUZIA.....</b>	<b>8</b>
2.1	Visão geral do município - Estrutura Geográfica.....	8
2.2	Caracterização viária do município.....	8
2.3	Inventário da rede de iluminação pública do município.....	9
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DO PROJETO.....</b>	<b>13</b>
3.1	Objetivos.....	13
3.2	Normas Técnicas.....	14
3.3	Nível de detalhamento do projeto de engenharia.....	18
3.4	Metodologia das Soluções de Engenharia.....	18
3.4.1	Adequação e Modernização da Rede de Iluminação Pública.....	18
3.4.2	Modernização da Rede de Iluminação Pública em Áreas Especiais.....	24
3.4.3	Expansão da Rede de Iluminação Pública.....	25
3.4.4	Implantação de Soluções de Controle e Comando.....	26
3.4.5	Implantação do Centro de Controle Operacional.....	26
3.4.6	Implantação de Iluminação de Destaque.....	26
3.4.7	Ligações provisórias.....	27
3.5	Custos e Investimentos.....	27
<b>4</b>	<b>MODERNIZAÇÃO E ADEQUAÇÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA. 28</b>	
4.1	Especificações técnicas da tecnologia de iluminação pública.....	28
4.2	Modernização e adequação de vias de veículos e de pedestres... 30	
4.2.1	Tipologias.....	30
4.2.2	Projetos luminotécnicos.....	30
4.2.3	Alterações estruturais para atendimento à NBR 5101.....	32



4.2.4	Correção de Pontos Escuros (CPE) para atendimento à NBR 5101.....	33
4.2.5	Resultados da correlação entre amostra e inventário da rede de iluminação pública do município.....	34
<b>4.3</b>	<b>Modernização da Rede de Iluminação Pública em Áreas Especiais</b>	<b>37</b>
<b>4.4</b>	<b>Resultados da Modernização e Adequação da Rede de Iluminação Pública.....</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELEGESTÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>5.1</b>	<b>Estrutura operacional do sistema de telegestão.....</b>	<b>41</b>
5.1.1	Características básicas da plataforma do Sistema de Telegestão.....	42
5.1.2	Conectividade.....	46
5.1.3	Dispositivo de Controle do Sistema de Telegestão.....	46
5.1.4	Concentradores.....	49
5.1.5	Servidor de telegestão.....	50
<b>5.2</b>	<b>Funcionalidades do Sistema de Telegestão.....</b>	<b>51</b>
5.2.1	Dimerização.....	51
5.2.2	Monitoramento.....	51
5.2.3	Controle.....	52
5.2.4	Medição.....	52
<b>6</b>	<b>EXPANSÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA.....</b>	<b>54</b>
<b>6.1</b>	<b>Ampliação.....</b>	<b>57</b>
6.1.1	Estruturas para ampliação da rede de iluminação pública.....	57
6.1.2	Determinação de quantitativos de ampliação por tipo de estrutura.....	58
6.1.3	Definição da solução de iluminação pública.....	62
<b>6.2</b>	<b>Crescimento Vegetativo.....</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>IMPLANTAÇÃO DE CENTRO DE CONTROLE E COMANDO.....</b>	<b>64</b>



<b>7.1</b>	<b>Infraestrutura civil e mobiliário.....</b>	<b>64</b>
<b>7.2</b>	<b>Infraestrutura de operações (TI), data center e call center.....</b>	<b>65</b>
<b>7.3</b>	<b>Integração de sistemas.....</b>	<b>67</b>
<b>7.4</b>	<b>CCO Espelho.....</b>	<b>68</b>
<b>8</b>	<b>ILUMINAÇÃO DE DESTAQUE.....</b>	<b>69</b>
<b>8.1</b>	<b>Contextualização.....</b>	<b>69</b>
<b>8.2</b>	<b>Bens de Interesse do município.....</b>	<b>73</b>
<b>8.3</b>	<b>Diretrizes específicas.....</b>	<b>74</b>
8.3.1	Edificações Cíveis.....	75
8.3.2	Edificações Religiosas.....	76
8.3.3	Fontes.....	76
8.3.4	Edificações Especiais.....	77
<b>8.4</b>	<b>Bens propostos para iluminação de destaque.....</b>	<b>78</b>
8.4.1	Igreja Matriz de Santa Luzia.....	78
8.4.2	Câmara de Vereadores.....	81
8.4.3	Solar da Baronesa.....	83
8.4.4	Estação Ferroviária.....	85
8.4.5	Capela do Senhor do Bonfim.....	87
8.4.6	Igreja Nossa Senhora do Rosário.....	89
8.4.7	Solar Teixeira da Costa (atualmente Casa da Cultura).....	92
8.4.8	Fonte dos Camelos.....	94
8.4.9	Igreja São João Batista.....	97
8.4.10	Teatro Municipal Antônio Roberto de Almeida.....	101
8.4.11	Portal da Cidade - Av. Brasília.....	104
8.4.12	Portal da Cidade - Av. Beira-Rio.....	106
8.4.13	Portal da Cidade - Av. das Industrias.....	108



---

<b>9</b>	<b>LIGAÇÕES PROVISÓRIAS.....</b>	<b>110</b>
<b>10</b>	<b>CONVERSÃO DA REDE AÉREA EM REDE SUBTERRÂNEA.....</b>	<b>111</b>
<b>11</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>122</b>
<b>12</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>124</b>
	ANEXO I - Tipologias de montagem inspecionadas na amostra.....	124
	ANEXO II - Resultados das simulações para os logradouros inspecionados....	124
	ANEXO III - Resultados da correlação entre inventário da rede de iluminação pública e logradouros inspecionados.....	124
	ANEXO IV - Simulações do DIALux.....	124
	ANEXO V - Proposição de modernização para campos de futebol.....	124
	ANEXO VI - Relação de Imóveis Inscritos no Livro do Tombo.....	125
<b>13</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>128</b>





## 1 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo detalhar as premissas técnicas determinadas no diagnóstico técnico e consolidar tecnicamente as propostas técnicas para a modernização da rede de iluminação pública do município de Santa Luzia - MG. Os itens citados aqui apresentam conjuntos de elementos necessários e suficientes para caracterização dos serviços, além da definição de custos e investimentos necessários para concepção do modelo econômico-financeiro do projeto. O relatório é organizado conforme a seguinte estrutura:

- Rede Municipal de Iluminação Pública: onde se apresentam os dados obtidos pelas informações disponibilizadas, resultados, conclusões e considerações acerca do diagnóstico técnico;
- Metodologia do projeto: contempla os objetivos do mesmo, normas técnicas, orçamentos e as metodologias para as soluções de engenharia;
- Modernização e adequação da rede de iluminação pública: relaciona as tecnologias consideradas e suas especificações técnicas, a modernização e adequação de vias de veículos e pedestres;
- Implantação das soluções de controle e comando: onde se apresentam as funcionalidades previstas para os pontos de iluminação pública com telegestão e com acionamento a partir de relé fotoelétrico, além de suas especificações;
- Expansão da rede de iluminação pública: onde se apresenta a definição das estruturas para expansão e dos quantitativos por tipo de estrutura;
- Iluminação de destaque: apresentação dos bens de interesse do município e categorização dos bens por tipos de estrutura para modernização dos pontos de iluminação de destaque.

## 2 REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE SANTA LUZIA

### 2.1 Visão geral do município - Estrutura Geográfica

O município de Santa Luzia é uma das cidades da região metropolitana de Belo Horizonte localizada no estado de Minas Gerais, possui população estimada de 218.147 habitantes (2018) e uma área territorial de 235,076 km<sup>2</sup>, segundo dados oriundos do IBGE [1] . Conforme figura a seguir, podemos verificar que o município é dividido em 5 regiões administrativas (Parte Alta, Parte Baixa, Zona de Expansão, Sede e São Benedito) e em 80 bairros.

**Figura 1 - Divisão administrativa de Santa Luzia**

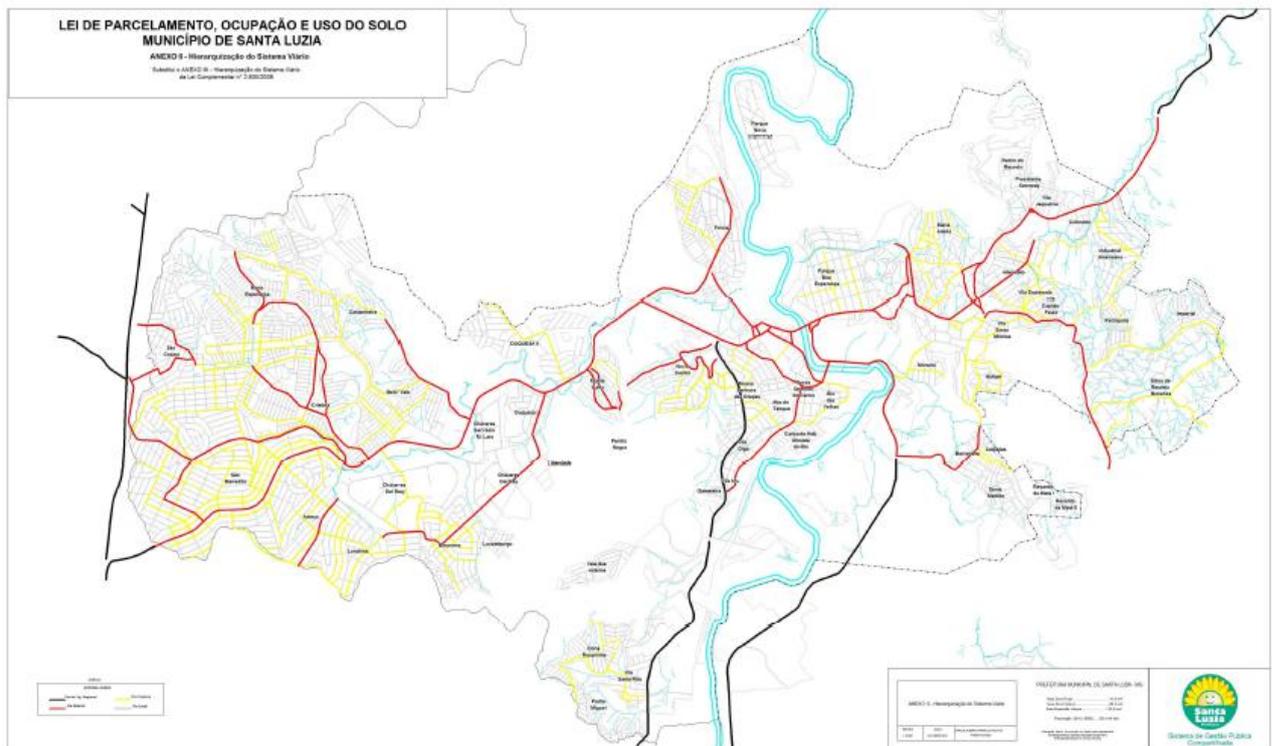


Fonte: Prefeitura de Santa Luzia

### 2.2 Caracterização viária do município

A partir de inspeções realizadas nas vias de circulação de veículos e de pedestres, as vias foram classificadas segundo os requisitos estabelecidos pela NBR 5101:2018 [2], pelo mapa de hierarquização do sistema viário [3] contendo as classes viárias (Via de Ligação Regional em preto, Arterial em vermelho, Coletora em amarelo e Local em branco) conforme a figura a seguir e informações complementares que guardam relação com a intensidade de tráfego de veículos, tais como, número de faixas de rodagem, circulação de transporte público e tipologia da via para a definição da classe de iluminação da via.

**Figura 2 - Mapa de Hierarquização do Sistema Viário**



Fonte: Prefeitura de Santa Luzia [3]

## 2.3 Inventário da rede de iluminação pública do município

Apresenta-se a seguir o inventário da rede de iluminação pública do município, que baliza as proposições de engenharia neste relatório. No inventário, caracterizou-se os diferentes pontos de iluminação pública de acordo com seu uso final:

- IV (Iluminação Viária): iluminação em vias de veículos e de pedestres;
- IAE (Iluminação de Áreas Especiais): iluminação em cemitérios, campos de futebol e quadras públicas, praças e parques;
- IDE (Iluminação de Destaque Existente): iluminação existente dedicada à bens de interesse do município.

**Tabela 1 - Inventário da rede de iluminação pública do município**

Uso Final	Tipo de lâmpada	Potência da Lâmpada [W]	Potência no reator [W]	Quantidade	Carga instalada [W]	Consumo estimado mensal [MWh]
IV	Vapor Metálico	70	12	20	1.640	0,58
IV	Vapor de Sódio	70	12	1.466	120.212	42,8
IV	Vapor de Sódio	100	14	15.118	1.723.452	613,55
IV	Vapor de Sódio	150	18	948	159.264	56,7
IV	Vapor de Sódio	250	24	1.316	360.584	128,37
IV	Vapor de Sódio	400	32	180	77.760	27,68
IV	Vapor de Mercúrio	50	12	66	4.092	1,46
IV	Vapor de Mercúrio	125	18	122	17.446	6,21
IV	Vapor de Mercúrio	150	18	1	168	0,06
IV	Vapor de Mercúrio	250	24	24	6.576	2,34
IV	Vapor de Mercúrio	400	32	3	1.296	0,46
IV	LED	50	0	87	4.350	1,55
IV	LED	80	0	477	38.160	13,58
IV	LED	100	0	234	23.400	8,33
IV	LED	150	0	784	117.600	41,87
IV	LED	180	0	52	9.360	3,33

Uso Final	Tipo de lâmpada	Potência da Lâmpada [W]	Potência no reator [W]	Quantidade	Carga instalada [W]	Consumo estimado mensal [MWh]
IV	LED	200	0	60	12.000	4,27
IV	LED	250	0	117	29.250	10,41
IDE	Vapor de Sódio	100	14	8	912	0,32
IDE	Vapor de Sódio	250	24	10	2.740	0,98
IDE	Vapor de Sódio	400	32	4	1.728	0,62
IDE	Vapor de Mercúrio	125	18	2	286	0,1
IAE	Vapor Metálico	70	12	11	902	0,32
IAE	Vapor Metálico	400	32	572	247.104	87,97
IAE	Vapor de Sódio	70	12	52	4.264	1,52
IAE	Vapor de Sódio	100	14	8	912	0,32
IAE	Vapor de Sódio	400	32	40	17.280	6,15
IAE	Vapor de Mercúrio	80	11	215	19.565	6,97
IAE	Vapor de Mercúrio	100	14	23	2.622	0,93
IAE	Vapor de Mercúrio	125	15	232	32.480	11,56
IAE	LED	65	0	42	2.730	0,97
IAE	LED	90	0	55	4.950	1,76
IAE	LED	100	0	15	1.500	0,53
IAE	LED	150	0	18	2.700	0,96
IAE	LED	250	0	4	1.000	0,36
<b>TOTAL</b>				22.386	3.050.285	1.085,9

Fonte: Elaborado por Houer Concessões

Analisando o inventário disposto na tabela anterior foi possível levantar a distribuição por pontos em função das tecnologias de lâmpadas instaladas na rede de iluminação pública do município, conforme apresentado na tabela a seguir.

**Tabela 2 - Inventário por tipo de tecnologia**

Tipo de Lâmpada	Quantidade	Percentual
Vapor de Sódio	19.150	85,54%
LED	1.945	8,69%

Vapor de Mercúrio	688	3,07%
Vapor Metálico	603	2,69%
<b>Total</b>	<b>22.386</b>	<b>100%</b>

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

O consumo mensal de energia elétrica com iluminação pública no município, estimado pelo consórcio com base nas informações do inventário, é de 1.085,9 MWh, considerando a carga instalada de 3,05 MW (potência da lâmpada e do reator), 30 dias no mês e tempo correspondente ao disposto no art. 24 da resolução normativa Nº 414/2010 da ANEEL, em que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada.

Além disso, cabe ressaltar ainda a distribuição dos pontos de iluminação pública dos pontos de iluminação pública com tecnologia convencional para vias de veículos e pedestres, de acordo com a classificação estabelecida pela ABNT NBR 5101:2018. Tal distribuição é apresentada na tabela a seguir.

**Tabela 3 - Distribuição das Classes de Iluminação das vias**

<b>Classe de Iluminação</b>	<b>%</b>
V1	8,53%
V2	5,27%
V3	3,65%
V4	24,79%
V5	57,77%

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

## **3 METODOLOGIA DO PROJETO**

### **3.1 Objetivos**

Sabendo-se da necessidade de melhoria do parque de iluminação pública de Santa Luzia, onde apenas 13% das vias atenderam todos os critérios da norma NBR 5101:2018, resultado apontado pelo Diagnóstico Técnico da Rede Municipal de Iluminação Pública, o presente relatório tem como objetivo apresentar as soluções de engenharia necessárias para adequação, modernização e efficientização da rede municipal de iluminação pública, implementando novas tecnologias de luminárias LED, sistema de telegestão e centro de controle e operação, 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 de engenharia traz o apanhado dos seguintes objetivos:

- Atendimento aos requisitos normativos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018;
- 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 a manutenção e conduzindo o município em ser modelo de cidade inteligente;
- 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 histórica;
- Implantação de Centro de Controle Operacional que permita controlar e conduzir de forma otimizada todos os serviços atribuídos à concessionária responsável pela iluminação pública do município.

### **3.2 Normas Técnicas**

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

Deverão também ser seguidos normas e padrões estabelecidos pela empresa distribuidora, detentora dos ativos de distribuição de energia elétrica e pela lei de parcelamento, ocupação e uso do solo do município de Santa Luzia, durante a vigência do contrato de concessão.

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:**
  - o ABNT NBR 5101 Iluminação pública – Procedimentos;



- o ABNT NBR 5181 - Sistemas de Iluminação de túneis - Requisitos;
- o ABNT NBR 15129 - Luminárias para iluminação pública - Requisitos particulares;
- o ABNT NBR IEC 60598-1 - Luminárias Parte 1: Requisitos gerais e ensaios;
- o ABNT NBR IEC 60529 - Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP);
- o ABNT NBR IEC 62262 - Graus de proteção assegurados pelos invólucros de equipamentos elétricos contra os impactos mecânicos externos (código IK);
- o ABNT NBR 6323 - Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação;
- o ABNT NBR 14744 - Postes de aço para iluminação;
- o ABNT NBR 8451 - Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica;
- o ABNT NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- o NBR 16026 Dispositivo de Controle Eletrônico c.c. ou c.a. para módulo de LED - Requisitos de Desempenho;
- o 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;
- o ABNT NBR 13593 - Reator e ignitor para lâmpada a vapor de sódio a alta pressão - Especificação e ensaios;
- o ABNT NBR-5125 - Reator para lâmpada a vapor de mercúrio a alta pressão;
- o ABNT NBR 15688 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus;



- o 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);
- o 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;
- o 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;
- o ABNT NBR 8182 - Cabos de potência multiplexados autossustentados com isolação extrudada de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV — Requisitos de desempenho;
- o ABNT NBR 7290 - Cabos de controle com isolação extrudada de XLPE, EPR ou HEPR para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho;
- o ABNT NBR 15715 - Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações - Requisitos;
- o ABNT NBR 5111 - Fios de cobre nus, de seção circular, para fins elétricos;
- o ABNT NBR IEC 60439-1-2-3 - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 1, 2 e 3;
- o ABNT NBR 5419 - Proteção contra descargas atmosféricas;
- o ABNT NBR 15749 - Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento;
- o ABNT NBR ISO 9001 - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos;



- o ABNT NBR ISO/IEC 27001 - Tecnologia da informação — Técnicas de segurança — Sistemas de gestão da segurança da informação — Requisitos;
- o ABNT NBR 14.001 - Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso.
- **Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, onde se destacam:**
  - o NR 9 - Programa de Prevenção De Riscos Ambientais;
  - o NR 21 - Trabalhos a Céu Aberto;
  - o NR 24 - Condições Sanitárias E De Conforto Nos Locais De Trabalho;
  - o NR 6 - Equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva (EPC);
  - o NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
  - o NR 11 - Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais;
  - o NR 12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos;
  - o NR 35 - Trabalho em altura.
- **Normas CEMIG:**
  - o ND-3.4 - Projetos de Iluminação Pública;
  - o ND-3.3 - Projetos de Redes de Distribuição;
  - o ND-5.1 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária - Rede de Distribuição Aérea - Edificações Individuais;
  - o ND-5.2 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária - Rede de Distribuição Aérea - Edificações Coletivas;
  - o ND-5.5 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária Rede de Distribuição Subterrânea.

- **INMETRO e Procel:**
  - o Portaria Nº 20 INMETRO;
  - o Selo Procel de economia de energia.

### **3.3 Nível de detalhamento do projeto de engenharia**

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

### **3.4 Metodologia das Soluções de Engenharia**

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

#### **3.4.1 Adequação e Modernização da Rede de Iluminação Pública**

A modernização da rede de iluminação pública do município corresponde à principal intervenção técnica e sua execução é ancorada no cumprimento dos critérios de qualidade estabelecidos pela norma ABNT NBR 5101:2018 [2] para cada classe de iluminação pública da via de veículos e de pedestres. A seguir, apresentam-se nas tabelas os critérios de qualidade de iluminação pública associado a cada classe de iluminação para vias de veículos (V1, V2, V3, V4 e V5) e vias de pedestres (P1, P2, P3 e P4).

***Tabela 4 - 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	0,40	2,00	0,40
V2	20	0,30	1,50	0,40
V3	15	0,20	1,00	0,40
V4	10	0,20	0,75	0,40
V5	5	0,20	0,50	0,40

Fonte: ABNT NBR 5101:2018

*Tabela 5 - 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	0,30
P2	10	0,25
P3	5	0,20
P4	3	0,20

Fonte: ABNT NBR 5101:2018

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

Mediante à definição da tecnologia LED para a iluminação pública do município, buscaram-se fornecedores de luminárias para desenvolvimento dos projetos luminotécnicos. Como resposta, obtiveram-se orçamentos de 7 fornecedores de luminárias LED<sup>1</sup>, totalizando 313 fotometrias. São propostas intervenções técnicas mediante implementação da tecnologia LED orçada junto aos fornecedores, associadas ao cumprimento dos critérios normativos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018,

<sup>1</sup>Juganu, Conexled, GE, Ilumatic, Philips, Repume e Tecnowatt.

para simulação no *software* de iluminação pública DIALux Evo<sup>2</sup> logradouros inspecionados localmente pela amostra constante no Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública.

Dessa forma, com o intuito de sintetizar a quantidade de projetos luminotécnicos, foram definidos os perfis viários mais recorrentes apurados pela amostra, abordando todos os tipos de posteação para cada classe de iluminação. Esses perfis contemplam distanciamento entre postes, altura da luminária, projeção do braço de iluminação pública, larguras de vias de veículos, vias de pedestres e de canteiro central e quantidade de faixas de rodagem.

Por meio destes perfis, foram realizados projetos luminotécnicos que balizaram a definição de três fornecedores em cada classe de iluminação para simulação dos logradouros amostrados. Tal definição baseou-se no atendimento à norma ABNT NBR 5101:2018, sendo que em casos onde não houve atendimento para mais de quatro fornecedores, considerou-se o quão próximo cada critério luminotécnico se encontra para atender à norma. A tabela a seguir apresenta o resultado obtido para a definição dos fornecedores por classe de iluminação.

**Tabela 6 - Definição dos fornecedores por classe de iluminação**

Definição	Classe de iluminação				
	V1	V2	V3	V4	V5
Fornecedor L1	✓	✗	✗	✗	✗
Fornecedor L2	✗	✗	✗	✓	✗
Fornecedor L3	✓	✓	✗	✓	✓

<sup>2</sup> *Software* aberto, gratuito e líder mundial para planejamento, cálculo e visualização de iluminação interna e externa desenvolvido pela DIAL.

Definição	Classe de iluminação				
	V1	V2	V3	V4	V5
Fornecedor L4	✓	✓	✓	✓	✓
Fornecedor L5	✗	✓	✓	✗	✗
Fornecedor L6	✗	✗	✗	✗	✗
Fornecedor L7	✗	✗	✓	✗	✓

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

Tendo por base a definição dos fornecedores para cada classe de iluminação, foram executadas simulações no *software* DIALux com base na amostra inspecionada com as tipologias dos logradouros públicos apresentados no diagnóstico técnico. Tendo em vista a grande padronização existente na rede de iluminação do município em função da tecnologia de iluminação, potência, estrutura da iluminação pública e característica viária, foram simulados 93 logradouros públicos que contempla todas as situações e características possíveis do serviço de iluminação pública. Tais logradouros são simulados no referido *software* para cada fornecedor, ou seja, desenvolveram-se 279 simulações.

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 metodologia utilizada nos projetos luminotécnicos dos logradouros inspecionados pela amostra no tocante à necessidade de soluções técnicas na tipologia de montagem do logradouro para adequação à norma:

- Em casos onde nenhuma das soluções de iluminação LED, disponibilizadas por um determinado fornecedor, atendeu os requisitos normativos mínimos da ABNT NBR 5101, avalia-se o ajuste angular na inclinação da luminária, limitando-se à faixa recomendada pela ABNT NBR 5101:2018 entre 0 e 10°, priorizando os ajustes de 0 e 10°;
  - o Quando o ajuste angular se mostrar necessário, o cadastro técnico da rede de iluminação pública deve possuir referida informação, com o intuito de auxiliar equipes de modernização durante a instalação das luminárias.
- Quando o ajuste não se mostrou capaz de atender à norma, propôs-se a adequação estrutural relativa à substituição de braços de iluminação pública por outros dotados de projeção e altura que melhor se adaptem ao logradouro sob análise. Os braços de iluminação pública utilizados nos projetos luminotécnicos foram apurados pela amostra e avaliados conforme especificações técnicas disponibilizadas pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), eles são apresentados pela tabela a seguir:
  - o As alturas de instalação do poste foram padronizadas em 5,4 m conforme inspecionado localmente durante o Diagnóstico Técnico.

**Tabela 7 - Tipologia de braços de iluminação pública utilizados**

Definição	Projeção [m]	Altura da luminária [m]
Curto 1	1,00	5,9
Curto 2	1,17	6,3
Médio 1	1,50	6,6
Médio 2	2,92	7,6
Pesado	3,85	8,4

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

- Caso a iluminação pública permaneça com requisitos inferiores aos mínimos estabelecidos pela norma mediante a proposição de



alterações estruturais, considera-se a necessidade de incremento o número de pontos de iluminação pública para correção de pontos escuros:

- o Iluminação pedonal somente com adição de braço e luminária no mesmo poste onde se encontra a iluminação viária (ABP);
- o Iluminação pedonal com adição de poste de 4 metros (APP);
- o Redução do distanciamento entre postes de iluminação pública mediante à adição de novos postes (AP).

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.

#### 3.4.1.1 Metodologia de correlação entre inventário e amostra inspecionada

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

1. Definição do quantitativo de pontos de iluminação pública do inventário para vias de veículos e de pedestres conforme apresentado na seção 2.3;
2. Distribuição dos pontos de iluminação pública do inventário por potência existente;
3. Distribuição dos pontos de iluminação pública do inventário por classe de iluminação com sua respectiva potência existente;

4. Definição da representatividade percentual das soluções de iluminação pública propostas de cada fornecedor por potência e classe de iluminação conforme simulações executadas para os 93 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 estimar a efficientização obtida mediante modernização, bem como custos de investimentos, quantitativo de alterações estruturais e quantitativo de correção de ponto escuro relacionados à totalidade da rede de iluminação pública.

### 3.4.2 Modernização da Rede de Iluminação Pública em Áreas Especiais

A Iluminação em Áreas Especiais está relacionada com a iluminação pública destinada à cemitérios, campos de futebol, quadras, praças e parques do município.

Assim como para os pontos da rede de iluminação pública classificados como IV, propõe-se a modernização de todas as luminárias atuais classificadas como IAE para a tecnologia LED. Para tanto, a premissa técnica adotada é baseada na equivalência lumínica<sup>3</sup> entre a luminária existente e a proposta. Essa equivalência baseia-se no fluxo luminoso nominal emitido pelas luminárias constantes no inventário da rede de

---

<sup>3</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.

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.

Cabe ressaltar que existem campos de futebol internos à iluminação de áreas especiais. A metodologia desenvolvida para a modernização da iluminação pública em campos de futebol está relacionada com a área espacial do campo e quantidade de pontos de iluminação existentes.

### 3.4.3 Expansão da Rede de Iluminação Pública

Como um dos escopos do estudo tratado neste documento, tem-se a avaliação do aumento anual do número de pontos da rede de iluminação pública conceituado como expansão da rede de iluminação pública. A estimativa se baseou na análise de *benchmarking* de outros projetos de iluminação pública, desenvolvidos para municípios com grandes áreas passíveis de expansão urbana e, conseqüentemente, de iluminação pública. Adotou-se essa premissa com o intuito de avaliar quantitativos de expansão em projetos relativos à municípios com característica semelhante à encontrada no município de Santa Luzia - MG.

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 da empresa distribuidora (ND-3.3 - Projetos de Redes de Distribuição) e pela inspeção de campo promovida e relatada no 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.

#### 3.4.4 Implantação de Soluções de Controle e Comando

A definição técnica das tecnologias a serem utilizadas na rede de iluminação pública do município, diferem pelos tipos de vias, sendo que, a solução de engenharia com múltiplas funcionalidades de controle e comando, telegestão, é prevista nos pontos de iluminação pública implantados em vias V1, V2 e V3. Para os pontos localizados em vias V4 e V5 é prevista a tecnologia de comando a partir de fotocélula.

Adicionalmente aos pontos de iluminação pública em vias V1, V2 e V3, os pontos de iluminação instalados nos bens de interesse contemplados com iluminação de destaque também serão geridos pelo sistema de telegestão, permitindo o controle completo da solução de iluminação de destaque.

#### 3.4.5 Implantação do Centro de Controle Operacional

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

#### 3.4.6 Implantação de Iluminação de Destaque

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 a partir dos quais agregam valor dentro de um conceito de circuito noturno de iluminação e excluindo da lista edificações particulares, que por essa simples característica não deveriam ser alvos de projetos especiais de iluminação ornamental.

#### 3.4.7 Ligações provisórias

No escopo do estudo também se incluem ligações provisórias, que se caracterizam por extensão de rede para a iluminação de eventos festivos solicitados pelas comunidades do município à Prefeitura Municipal de Santa Luzia.

Para definição da frequência de pedidos e composição de materiais relacionados às ligações provisórias do município, foram considerados projetos desenvolvidos pela equipe de engenharia análogos à estruturação técnica para concessão da rede de iluminação pública do município.

### 3.5 Custos e Investimentos

Os custos e investimentos associados a cada solução de engenharia neste relatório proposta são apresentados no Plano de Investimentos e Operação onde relata a metodologia considerada para definição de valores de custos e investimentos em consonância com Lei 11.079/2004, Art. 10 § 4º.

## 4 MODERNIZAÇÃO E ADEQUAÇÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

### 4.1 Especificações técnicas da tecnologia de iluminação pública

Para a modernização da rede de iluminação pública do município, foram consideradas luminárias com a tecnologia LED, que atendem minimamente os requisitos técnicos da Portaria nº 20 do INMETRO. A seguir são apresentados alguns dos principais critérios para especificação técnica de luminárias e seus respectivos requisitos mínimos. Quando não definidos pela Portaria nº 20 do INMETRO, esses requisitos foram determinados de acordo com as boas práticas apresentadas nos estudos de *benchmarking*.

- **Índice de Reprodução de Cor (IRC):** Luminárias LED devem possuir IRC mínimo de 70%;
- **Temperatura de cor correlata (TCC):** Caso a tecnologia de iluminação apresente várias Temperaturas de Cor Correlata devem ser seguidas as variações estabelecidas para cada classe viária:
  - Até 3.500 K, para vias locais;
  - Até 4.500 K, para vias coletoras;
  - Até 5.500 K, para vias arteriais ou de trânsito rápido.
- **Eficiência Energética (EE):** As luminárias devem apresentar classe “A” de eficiência energética de acordo com a Portaria Nº 20 do INMETRO. No cálculo dessa eficiência, devem ser considerados equipamentos auxiliares da luminária;
- **Índice de Proteção (IP):** O invólucro da luminária deve assegurar o grau de proteção contra a penetração de pó, objetos sólidos e umidade, de acordo com a classificação da luminária e o código IP



marcado na luminária. O grau de proteção deve ser certificado por ensaios com base na ABNT NBR IEC 60529;

- **Proteção contra impactos mecânicos externos:** As luminárias devem possuir uma resistência aos impactos mecânicos externos correspondentes, no mínimo, ao grau de proteção IK-08 conforme ABNT NBR IEC 62262;
- **Requisitos elétricos:** As características elétricas e óticas devem atender às normas IESNA LM-79, ANSI/IEEE C.62.41-1991 - Cat. C2/C3, IEC PAS 62717, IEC PAS 62722-2-1, IEC 61643-11, IEC 62504, IEC 62031, NBR IEC 60598-1, NBR IEC 60529, NBR 15129, NBR NM 247-3 e NBR 9117. As luminárias deverão apresentar limite mínimo de fator de potência indutivo ou capacitivo no momento da instalação, conforme regras estabelecidas pela ANEEL. Além disso, deve dispor de dispositivo de proteção contra surtos de tensão conectado em série a alimentação elétrica da luminária LED;
- **Aderência a sistemas de telegestão:** As luminárias LED devem apresentar tecnologia compatível com todas as funcionalidades dos sistemas de telegestão, bem como ponto de conexão para instalação de equipamentos de telegestão;
- **Fotometria:** As luminárias devem ser classificadas conforme critérios constantes na ABNT NBR 5101:2018 para distribuição longitudinal (Curta, Média e Longa), distribuição transversal (Tipo I, II e III) e controle de distribuição de intensidade luminosa;
- **Acabamento:** Todas as peças metálicas das luminárias devem receber tratamento anticorrosivo;
- **Driver eletrônico:** O *driver* deve atender às normas NBR IEC 60598-1, NBR 15129, NBR IEC 60529, IEC 61347-1, NBR IEC61347-2-13, IEC 61547, NBR 16026, IEC 61000-3-2 C, IEC 61000-4-

---

2/3/4/5/6/8/11, IEC 61000-3-3, EN 55015, CISPR 15/22 e FCC Title 47 CFR part15/18 Non-Consumer-Class.

## **4.2 Modernização e adequação de vias de veículos e de pedestres**

### **4.2.1 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 tipologias de montagem inspecionadas.

### **4.2.2 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, melhoria do nível de serviço e adequação dos projetos luminotécnicos para atendimento aos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018. Nesse sentido, foram executados 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 7 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 canteiro central (caso a amostra possua).

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

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

- Fator de Manutenção<sup>4</sup> estabelecido em 0,70;
- Utilização de curvas fotométricas de luminárias LED que atendam as especificações apresentadas na seção 4.1;
- Atendimento à ABNT NBR 5101:2018 dos critérios mínimos normativos de iluminância média e fator de uniformidade para vias V1, V2, V3, V4 e V5 e luminância média e uniformidade global de luminância para vias V1, V2 e 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, P2, P3 e P4<sup>5</sup>.

---

<sup>4</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.

<sup>5</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

Os projetos luminotécnicos são desenvolvidos para pontos inspecionados localmente, totalizando 93 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. No ANEXO II 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.

#### 4.2.3 Alterações estruturais para atendimento à NBR 5101

Como descrito na seção 3.4.1, em casos onde a tipologia existente nos logradouros inspecionados localmente não possibilitou o atendimento à norma, foram propostas alterações estruturais como solução primária. As alterações estruturais consideram apenas as substituições de um tipo de braço por outro, baseando-se na Tabela 7. Dessa forma, na tabela a seguir apresentam-se os resultados para alterações estruturais dos logradouros constantes na amostra, bem como disposto no ANEXO II.

**Tabela 8 - Resultado de alterações estruturais para os logradouros amostrados**

<b>Classe de Iluminação</b>	<b>Fornecedor</b>	<b>Quantidade de adequações estruturais</b>
<b>V1</b>	Fornecedor L1	2
	Fornecedor L3	2
	Fornecedor L4	1
<b>V2</b>	Fornecedor L3	1
	Fornecedor L4	3
	Fornecedor L5	1
<b>V3</b>	Fornecedor L4	4
	Fornecedor L5	4
	Fornecedor L7	3

inspecionados, a iluminação para vias de pedestres e veículos é feita de forma compartilhada.

<b>V4</b>	Fornecedor L2	1
	Fornecedor L3	1
	Fornecedor L4	0
<b>V5</b>	Fornecedor L3	1
	Fornecedor L4	1
	Fornecedor L7	0

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

#### 4.2.4 Correção de Pontos Escuros (CPE) para atendimento à NBR 5101

Na 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 3.4.1. Dessa forma, apresentam-se os resultados para correção de ponto escuro obtidos em relação à amostra na tabela a seguir.

**Tabela 9 - Resultado de correção de ponto escuro para os logradouros amostrados**

Classe de iluminação	Forneced or	Correção de Ponto Escuro (CPE)	Quantidade
<b>V1</b>	<b>Forneced or L1</b>	ABP	1
		AP	3
	<b>Forneced or L3</b>	ABP	2
		AP	2
	<b>Forneced or L4</b>	ABP	1
		AP	2
<b>V2</b>	<b>Forneced or L3</b>	AP	5
	<b>Forneced or L4</b>	AP	2
	<b>Forneced or L5</b>	ABP	3
		APP	1
		AP	5
<b>V3</b>	<b>Forneced or L4</b>	Não houve necessidade CPE	
	<b>Forneced or L5</b>	AP	3

Classe de iluminação	Fornecedor	Correção de Ponto Escuro (CPE)	Quantidade
	Fornecedor L7	AP	5
V4	Fornecedor L2	AP	3
		APP	2
	Fornecedor L3	AP	1
	Fornecedor L4	Não houve necessidade CPE	
V5	Fornecedor L3	AP	1
	Fornecedor L4	Não houve necessidade CPE	
	Fornecedor L7	AP	1

Fonte: Elaborado por Houer Concessões

#### 4.2.5 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. No ANEXO III apresentam-se as tabelas que balizaram os resultados apresentados nessa seção, divididos em fornecedores definidos para cada classe de iluminação.

Com o intuito de definir o total de braços de iluminação pública necessários para aquisição, pode-se estimar o quantitativo de pontos com necessidade de adequação, considerando como Braços Antigos aqueles atualmente instalados e em condições de reutilização, bem como Braços Novos aqueles que são previstos pelo projeto luminotécnico. Portanto, a partir da diferença entre os Braços Antigos e os Braços Novos, tem-se a totalidade de aquisição apresentado pela tabela a seguir. A relação de

substituição de braços de iluminação pública proposta é contemplada pelo ANEXO III.

**Tabela 10 - Resultado de adequação estrutural mediante metodologia de correlação entre inventário e amostra**

Classe de iluminação	Tipo de braço	Quantidade de aquisição		
		Opção 1	Opção 2	Opção 3
<b>V1</b>	Médio 2	71	71	53
<b>V2</b>	Pesado	11	15	11
<b>V3</b>	Médio 2	16	20	20
	Pesado	5	0	0
<b>V4</b>	Médio 2	185	185	0
<b>V5</b>	Médio 1	831	0	0
	Médio 2	0	831	0

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

Cabe ressaltar que as opções apresentadas na tabela anterior correspondem aos fornecedores selecionados para cada classe de iluminação em ordem crescente, conforme apresentado na Tabela 6.

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

Para extrapolação da CPE em relação à rede de iluminação pública, contabiliza-se o número de pontos adicionados ao logradouro inspecionado 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 seguir apresenta as tipologias apuradas.

**Tabela 11 - Resultados de CPE mediante metodologia de correlação entre inventário e amostra**

Classe de iluminação	Tipo de CPE	Tipo de Braço	Opção 1		Opção 2		Opção 3	
			Quantidade	Potência [W]	Quantidade	Potência [W]	Quantidade	Potência [W]
V1	ABP	Curto 1	240	59	360	30	240	50
	AP	Pesado	300	139	240	150	240	100
V2	ABP	Curto 1	-	-	-	-	19	22
	APP	-	-	-	-	-	115	40
	AP	Curto 2	38	80	-	-	38	68
	AP	Médio 2	19	100	19	60	19	68
	AP	Pesado	38	100	19	90	38	68
V3	AP	Médio 1	-	-	19	48	37	54
	AP	Pesado	-	-	37	60	57	80
V4	APP	-	237	30	-	-	-	-
	AP	Curto 2	119	30	119	80	-	-
	AP	Pesado	237	40	-	-	-	-
V5	AP	Médio 1	406	30	-	-	406	42

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

Esclarece-se na tabela acima que os campos indicados com “-” correspondem a tipologias de CPE que não foram as melhores em termos de desempenho ou que não foi necessário adição de ponto para correção de ponto escuro.

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 eficiência obtida para cada um dos fornecedores e classe de iluminação. Os valores de eficiência são apresentados pela tabela a seguir.

**Tabela 12 - Resultado de eficiência mediante metodologia de correlação entre inventário e amostra**

Classe de iluminação	Fornecedor	Eficiência
<b>V1</b>	Fornecedor L1	-1,05%

Classe de iluminação	Fornecedor	Eficientização
	Fornecedor L3	4,25%
	Fornecedor L4	12,52%
<b>V2</b>	Fornecedor L3	16,89%
	Fornecedor L4	43,20%
	Fornecedor L5	31,04%
<b>V3</b>	Fornecedor L4	43,69%
	Fornecedor L5	42,32%
	Fornecedor L7	37,09%
<b>V4</b>	Fornecedor L2	53,58%
	Fornecedor L3	37,95%
	Fornecedor L4	56,47%
<b>V5</b>	Fornecedor L3	66,61%
	Fornecedor L4	72,31%
	Fornecedor L7	61,86%

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

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-financeira. Neste relatório avalia-se o cenário mais vantajoso sobre o ponto de vista econômico financeiro já que tecnicamente todas as opções cumprem integralmente aos requisitos estabelecidos pela norma ABNT NBR 5101:2018.

### **4.3 Modernização 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 13- Eficiências luminosas utilizadas como base para equivalência lumínica**

<b>Tecnologia</b>	<b>Eficiência luminosa [lm/W]</b>
Vapor Metálico	68
Vapor de Mercúrio	68
Vapor de Sódio	68

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

Por meio das eficiências luminosas apresentadas na tabela anterior, torna-se possível encontrar o fluxo luminoso nominal das luminárias classificadas como IAE e, conseqüentemente, uma correlação com as luminárias orçadas junto aos fornecedores. O resultado da proposição, baseando-se na equivalência lumínica, é apresentado na tabela a seguir.

**Tabela 14 - Proposição para luminárias classificadas em IAE**

<b>Tecnologia</b>	<b>Potência Atual [W]</b>	<b>Potência do Reator [W]</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Fornecedor</b>	<b>Potência Proposta [W]</b>
Vapor Metálico	70	12	11	L4	40
Vapor de Sódio	70	12	52	L4	40
Vapor de Sódio	100	14	8	L4	50
Vapor de Mercúrio	80	11	215	L4	40
Vapor de Mercúrio	100	14	23	L4	50
Vapor de Mercúrio	125	15	238	L4	60
LED	65	0	42	L5	68
LED	90	0	55	L6	90
LED	100	0	15	L3	100
LED	150	0	18	L3	150
LED	250	0	4	L5	250

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

Posteriormente, foram averiguadas a existência e quantidade de iluminação pública em 25 campos de futebol do município. As proposições de modernização para tais campos se basearam na avaliação de sua área superficial, de forma a definir projetores LED de 80, 100 e 200 W. O levantamento dos campos de futebol do município consta no ANEXO V,

bem como a discriminação de áreas superficiais, quantidade de pontos, potência atual e potência proposta. A tabela a seguir apresenta um resumo das informações do referido anexo.

**Tabela 15 - Proposição para campos de futebol**

Uso Final	Tipo de lâmpada	Potência da Lâmpada Atual [W]	Quantidade	Fornecedor	Potência proposta [W]
IAE	Vapor de Sódio	400	40	L7	200
IAE	Vapor Metálico	400	54	L7	80
			214	L5	100
			304	L7	200
IAE	Sem iluminação	-	96	L5	100
			160	L7	200

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

Com base nas tabelas apresentada na presente seção, é possível avaliar a eficiência alcançada mediante as potências propostas para a luminárias classificadas em Iluminação de Áreas Especiais em relação à iluminação existente no município atualmente. O resultado da eficiência é apresentado na tabela a seguir.

**Tabela 16 - Eficiência para Iluminação de Áreas Especiais**

Potência Total Atual [W]	Potência Total Proposta [W]	Eficiência
338.728	134.116	<b>60,41%</b>

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

#### **4.4 Resultados da Modernização e Adequação da Rede de Iluminação Pública**

Com base nos resultados apresentados para a modernização e adequação da rede de iluminação pública do município, pode-se avaliar diferentes

associações de fornecedores de luminárias LED para cada classe de iluminação.

Dessa forma, com intuito exemplificativo, selecionaram-se os fornecedores que obtiveram as maiores eficiências para cada classe de iluminação e, conseqüentemente, calculam-se os resultados de eficiência global, a qual inclui as luminárias classificadas como IV e IAE, e o aumento de pontos decorrente de correções de ponto escuro. A tabela a seguir apresenta os resultados obtidos para o referido caso.

**Tabela 17 - Exemplificação de resultado de eficiência e correção de ponto escuro para definição de fornecedores**

<b>Classe de iluminação</b>	<b>Fornecedor</b>
V1	L4
V2	L4
V3	L4
V4	L4
V5	L4
<b>Resultados</b>	
<b>Eficiência</b>	<b>57,87%</b>
<b>Aumento de pontos</b>	<b>152</b>

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

Assim como já preconizado na seção 4.2.5, ressalta-se que a definição do fornecedor para cada classe de iluminação será baseada em análises econômicas e financeiras, com intuito de avaliar o custo-benefício relacionado à cada fornecedor.

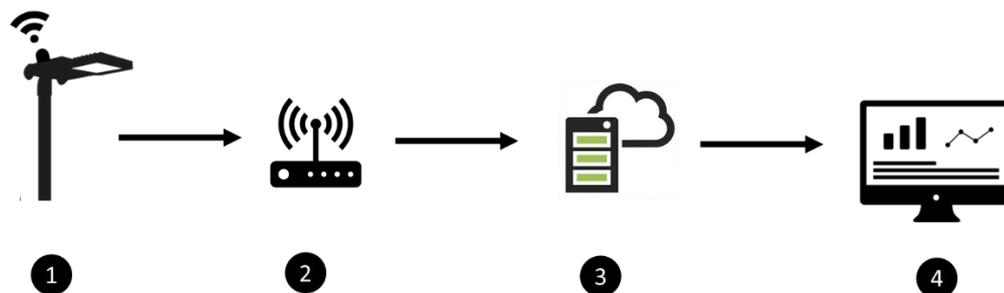
## 5 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELEGESTÃO

A presente seção busca apresentar as funcionalidades do Sistema de Telegestão e suas especificações técnicas. A definição para a modernização contempla a implantação do referido sistema em aproximadamente 18% da rede de iluminação pública do município, instalados em vias V1, V2, V3 e nos bens de interesse com iluminação de destaque.

### 5.1 Estrutura operacional do sistema de telegestão

O Sistema de Telegestão é composto de forma geral por uma 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 3 - Estrutura operacional do Sistema de Telegestão**



**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

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 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.

### 5.1.1 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 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 (CCO) 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 ser certificada pelo ISO 27.001 e ter disponibilidade, a ser medido pelo próprio software, de 99,80% (percentual do tempo em operação);

- 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);
  - 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 52 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;
- 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.

### 5.1.2 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 em vias V1, V2 e V3 e nos pontos de iluminação de destaque;
- 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.

### 5.1.3 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 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, de dimerização, calendários de operação e sinal horário. 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);
- 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/*gateways*.

#### 5.1.4 Concentradores

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 subscriber line*), 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 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/*back up* 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 - *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;
- 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.

### 5.1.5 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. A infraestrutura do servidor deve ser certificada pelas normas aplicáveis da família ISO IEC 27.000<sup>6</sup> tais como, ISO IEC 27.001, ISO IEC 27.002 e ISO IEC 27.019, e deve permitir o armazenamento remoto (em nuvem). A concessionária deve garantir também o

---

<sup>6</sup> As normas da família ISO 27.000 correspondem ao conjunto padrões e referências internacionais a serem seguidos para a gestão da segurança da informação.

atendimento dos requisitos mínimos de segurança da informação aos Órgãos da administração pública.

O servidor de telegestão deve dotar de memória suficiente para armazenamento de informações no período de 12 meses. Sua atualização deve proceder de maneira remota e segura sem que haja distúrbios a operação da rede de iluminação pública do Município.

## **5.2 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 à dimerização dos pontos luminosos, monitoramento da operação das luminárias, controle do estado de operação da luminária e medição de variáveis elétricas e gerais. Tais funcionalidades são apresentadas a seguir, indicando suas condições de funcionamento e especificações.

### **5.2.1 Dimerização**

O sistema de telegestão deverá garantir o ajuste remoto do controle luminoso em tempo real de cada luminária que conte com sistema de telegestão, a possibilidade de reduzir o consumo energético, prolongar a vida útil da luminária e evitar picos de partida que favoreçam o desgaste da fonte luminosa e dos 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).

### **5.2.2 Monitoramento**

O sistema de telegestão deverá garantir o monitoramento remoto ininterrupto dos pontos de iluminação pública com sistema de telegestão, de forma que sejam identificadas falhas e ações que requerem manutenção preventiva. 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.

### 5.2.3 Controle

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

### 5.2.4 Medição

O sistema de telegestão deverá medir em tempo real (*soft real-time*) grandezas elétricas e ambientais 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.

---

## **6 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 estimativa de expansão anual, analisaram-se as áreas com vegetação que são passíveis à expansão urbana e, conseqüentemente, de iluminação pública. A área do município que permite a expansão urbana foi avaliada de acordo com a figura a seguir.

***Figura 4 - Limites do Município de Santa Luzia***



**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

Além disso, a estimativa para a expansão da rede de iluminação pública levou em consideração estudos de *benchmarking* de outros projetos de iluminação pública, desenvolvidos para municípios com situação semelhante no tocante à possibilidade de expansão urbana. Conseqüentemente, tendo como base tais estudos, divide-se a expansão da rede de iluminação pública em:

- 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.

Dessa forma, tomando-se por base a metodologia apresentada, define-se o quantitativo de ampliação por meio da taxa média de crescimento em relação à quantidade de pontos da rede de iluminação pública nos municípios avaliados pelos estudos de *benchmarking*. Associadamente, assume-se que o crescimento vegetativo do município tem valor igual à metade da ampliação definida. A tabela a seguir apresenta os estudos de *benchmarking* que balizaram as proposições, bem como os resultados obtidos para ampliação, crescimento vegetativo e expansão da rede de iluminação pública.

**Tabela 18 - Estudos de benchmarking para ampliação, crescimento vegetativo e expansão da rede de iluminação pública**

Projeto	Pontos de ampliação	Total de pontos	Ampliação (% da rede)
São José de Ribamar - MA	96	19.192	0,50%
Teresina - PI	871	87.089	1,00%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões

**Tabela 19 Definição de pontos para ampliação, crescimento vegetativo e expansão da rede de iluminação pública**

Definições para expansão da rede de iluminação pública de Santa Luzia - MG	
Ampliação	200 pontos
Crescimento Vegetativo	100 pontos
Expansão	300 pontos

Fonte: Elaborado por Houer Concessões

## 6.1 Ampliação

Apresentam-se a seguir as seções referentes a definição das estruturas para ampliação da rede de iluminação pública e da distribuição dos 200 pontos de iluminação pública estabelecidos como ampliação anual ao longo de toda a concessão da rede de iluminação pública.

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

- **Estrutura 1:** instalação de ponto de iluminação pública em poste de concreto em braço com projeção horizontal de até 1,6 m;
- **Estrutura 2:** instalação de ponto de iluminação pública em poste de concreto em braço com projeção horizontal de até 3,0 m;
- **Estrutura 3:** instalação de ponto de iluminação pública em poste de concreto em braço com de projeção horizontal de até 3,9 m;
- **Estrutura 4:** extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 300 kgf com ponto de iluminação pública em braço de até 1,6 m;
- **Estrutura 5:** extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 300 kgf com ponto de iluminação pública em braço de até 3,0 m;
- **Estrutura 6:** extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 300 kgf com ponto de iluminação pública em braço de até 3,9 m;

- **Estrutura 7:** extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 11 m e 300 kgf com ponto de iluminação pública em braço de até 1,6 m;
- **Estrutura 8:** extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 11 m e 300 kgf com ponto de iluminação pública em braço de até 3,0 m;
- **Estrutura 9:** extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 11 m e 300 kgf com ponto de iluminação pública em braço de até 3,9 m;
- **Estrutura 10:** extensão de RDS com poste de aço reto 4 m para luminária decorativa;
- **Estrutura 11:** extensão de rede de distribuição subterrânea (RDS) com poste aço curvo braço duplo 9 m;
- **Estrutura 12:** extensão de RDS com poste de aço reto 10 m com suporte núcleo 1 luminária;
- **Estrutura 13:** extensão de RDS com poste de aço reto 10 m com suporte núcleo 2 luminárias.
- **Estrutura 14:** extensão de RDS com poste de aço reto 10 m com suporte núcleo 4 luminárias.

Cabe ressaltar que as estruturas apresentadas nesta seção correspondem àquelas utilizadas como base para as proposições de correção de ponto escuro nos projetos luminotécnicos, abordadas na seção 4.2.4.

### 6.1.2 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. Dessa forma, os quantitativos propostos para cada estrutura são apresentados na

Tabela 20. 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 5426:1985 e nos resultados e informações apurados pelo Diagnóstico Técnico da Rede Municipal de Iluminação Pública. Nesse sentido, assume-se as seguintes premissas:

Tendo por base os 200 pontos definidos para a ampliação da iluminação pública, temos que:

- Para a RDA foram previstos 78% dos pontos de iluminação previstos para ampliação, sendo:
  - o Sendo 39% pontos destinados para postes de concreto com 9 m de altura, a serem instalados em vias classificadas como V1, V2 e V3;
  - o Os outros 39% pontos destinados para RDA, foram previstos para postes de concreto com 11 m de altura, a serem instalados em vias classificadas como V1, V2 e V3.
- Para a iluminação em praças e locais de interesse, como para fonte dos camelos, foi considerado em rede do tipo RDS, que abrangerá 6,1% dos pontos destinados à ampliação;
- Para a RDS foram previstos 16% dos pontos destinados à ampliação, dos quais:
  - o 3% foram previstos para postes de aço com chicote duplo, instalados em vias V1;
  - o 13% foram previstos para postes de aço com altura de 10 m e com suporte núcleo para luminárias, divididos entre as vias classificadas como V1, V2 e V3.

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

**Tabela 20 - Estruturas dos pontos de atendimento a ampliação**

<b>Estrutura</b>	<b>Descrição</b>	<b>Total de pontos</b>	<b>Pontos de ampliação</b>	<b>Classe de iluminação</b>
<b>1</b>	Instalação de ponto de iluminação pública em poste de concreto em braço com projeção horizontal de até 1,6 m		-	
<b>2</b>	Instalação de ponto de iluminação pública em poste de concreto em braço com projeção horizontal de até 3,0 m		-	
<b>3</b>	Instalação de ponto de iluminação pública em poste de concreto em braço com de projeção horizontal de até 3,9 m		-	
<b>4</b>	Extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 300 kgf com ponto de iluminação pública em braço de até 1,6 m	78	26	V3
<b>5</b>	Extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 400 kgf com ponto de iluminação pública em braço de até 3,0 m		26	V2
<b>6</b>	Extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 300 kgf com ponto de iluminação pública em braço de até 3,9 m		26	V1
<b>7</b>	Extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 11 m e 300 kgf com ponto de iluminação pública em braço de até 1,6 m	78	26	V3

<b>Estrutura</b>	<b>Descrição</b>	<b>Total de pontos</b>	<b>Pontos de ampliação</b>	<b>Classe de iluminação</b>
<b>8</b>	Extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 11 m e 300 kgf com ponto de iluminação pública em braço de até 3,0 m		26	V2
<b>9</b>	Extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 11 m e 300 kgf com ponto de iluminação pública em braço de até 3,9 m		26	V1
<b>10</b>	Extensão de rede de distribuição subterrânea (RDS) com poste aço reto 4 m para luminária decorativa	12	12	IAE
<b>11</b>	Extensão de rede de distribuição subterrânea (RDS) com poste aço curvo braço duplo 9 m		6	V1
<b>12</b>	Extensão de RDS com poste de aço reto 10 m com suporte núcleo 1 luminária	32	6	V3
<b>13</b>	Extensão de RDS com poste de aço reto 10 m com suporte núcleo 2 luminárias		9	V2
<b>14</b>	Extensão de RDS com poste de aço reto 10 m com suporte núcleo 4 luminárias		11	V1

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

Aclara-se que os campos identificados com “-” não foram definidos para ampliação da rede municipal de iluminação pública. Entretanto essas mesmas estruturas são fundamentais para definir investimento para correção de ponto escuro, como adição de poste (AP), adição de braço pedonal (ABP) e adição de poste pedonal (APP), além de serem base para elaboração do banco de créditos de iluminação pública, mecanismo de flexibilização dado à administração pública no que tange expansão e cuja apresentação ocorre no Caderno de Encargos.

### 6.1.3 Definição da solução de iluminação pública

A definição da tecnologia de iluminação para cada estrutura definida para ampliação da rede municipal 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.

No tocante a definição das soluções para as estruturas destinadas à iluminação especial, estabelece que para a estrutura de poste com altura de 4 metros a luminária será decorativa com potência de 50 W.

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

**Tabela 21 - Potências das luminárias definidas para ampliação por classe de iluminação**

<b>Padrão de luminária</b>	<b>Classe de iluminação</b>	<b>Potência sugerida [W] - Opção 1</b>	<b>Potência sugerida [W] - Opção 2</b>	<b>Potência sugerida [W] - Opção 3</b>
Viário	V1	139	150	120
Viário	V2	200	120	150
Viário	V3	90	88	80
Viário	V4	30	50	30
Viário	V5	30	30	42
Decorativa	IAE	50		

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

A tabela acima apresenta a proposição para os pontos de ampliação, de acordo com a ordem crescente dos fornecedores baseada na Tabela 6.

## 6.2 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 fornecer iluminação em acordo com a norma ABNT NBR 5101:2018.

Como premissa técnica, assume-se que os 100 pontos de iluminação pública advindos do crescimento vegetativo estarão distribuídos entre as classes V4 e V5, sendo ambos 50 pontos, respectivamente. Além disso, sugerem-se as potências com maior representatividade para as referidas classes 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, de acordo com a ordem crescente dos fornecedores baseada na Tabela 6.

**Tabela 22 - Proposição para pontos de crescimento vegetativo**

Classe de iluminação	Quantidade	Potência sugerida [W]		
		Opção 1	Opção 2	Opção 3
V4	50	30	50	30
V5	50	30	30	42

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

## **7 IMPLANTAÇÃO DE CENTRO DE CONTROLE E COMANDO**

Para a gestão de todo o processo de expansão, modernização e manutenção da iluminação pública do município, sendo a célula central de informações e controle, o CCO deve ser instalado contendo mobiliário específico, linha telefônica, acesso à rede de computadores e à *internet*, devendo operar 24 horas por dia, 7 dias por semana e 365 dias por ano, contando, para isso, com sistema de fonte de alimentação ininterrupta de energia (*no-breaks*) para garantir o atendimento emergencial de ocorrências em caso de falta de energia.

O CCO deve apresentar infraestrutura capaz de monitorar, operar e controlar o funcionamento do parque 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 ou acesso remoto, de acordo com exigência do Poder Concedente, 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.

### **7.1 Infraestrutura civil e mobiliário**

O projeto da infraestrutura civil e mobiliário deve considerar ambientes adequados às normas de acessibilidade e ergonomia, norma ABNT NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos; norma regulamentadora Nº 17 - Ergonomia; e norma ISO 11064 - Design Ergonômico para Centros de Controle, visando otimizar o bem-estar e desempenho do operador/usuário, melhorar as condições do ambiente de trabalho, analisar e aplicar teorias, princípios, dados e métodos para torná-lo compatível com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas. Engloba a implantação de toda a infraestrutura do CCO, incluindo a realização de obras civis, elétricas, lógicas e de refrigeração necessárias, assim como o fornecimento e instalação.

O conjunto mobiliário deve levar em consideração aspectos ergonômicos, proporcionando condições confortáveis e produtivas para os profissionais alocados no CCO.

## **7.2 Infraestrutura de operações (TI), data center e call center**

A solução tecnológica disponibilizada deve abranger as principais práticas de gerenciamento dispostas na norma técnica ISO/IEC 20000 - Gerenciamento de Serviços de Tecnologia da Informação (TI), orientações da ITIL V3 - Biblioteca de Infraestrutura de TI e segurança da informação, família ISO IEC 27.000 (incluindo as normas ISO IEC 27.002 e ISO IEC 27.019 no que se refere a tecnologias de comunicação, telemetria e telecontrole), bem como com os Requisitos Mínimos de Segurança da Informação aos Órgãos da Administração Pública Federal.

A solução do painel vídeo *wall* deve ser dimensionada de forma a permitir a perfeita operação do sistema, sem travamentos e atrasos na imagem. Devendo ser baseado em tecnologias de ponta e eficiência produtiva.

Possuir as licenças operacionais necessárias e computador de alto desempenho para sua gestão.

O sistema de sonorização do vídeo *wall* deve ser composto de duas caixas acústicas ativas com som estéreo, acompanhada de cabos de áudio para interligação ao painel.

A concessionária deve garantir um *link* de comunicação de *internet* com redundância, segurança e confiabilidade de forma a garantir o funcionamento dos serviços do CCO. A concessionária fica livre a escolher se o link é dedicado ou não, de acordo com a sua criticidade.

O *call center* (central de atendimento) é um serviço ininterrupto de atendimento ao usuário, operando 24 horas por dia, 7 dias por semana, inclusive em feriados, funcionando em tempo real e de forma integrada com os demais sistemas. Adicionalmente, o *call center* deve dispor de acesso ao sistema central de gestão operacional (SCGO) por meio de uma plataforma via *web* ou via aplicativo para *smartphones* (*Android* e *IOS*), de tal forma que sejam registrados os chamados relacionados à rede de iluminação pública, devendo: solicitar serviços (manutenção e reparos, pronto atendimento, eventos de segurança, registros de mau funcionamento de equipamentos, modificações e melhorias, limpezas, outras solicitações), acompanhar o *status* de solução dos chamados, reclamações de serviços, solicitar informações. O Poder Concedente pode solicitar à futura concessionária que o serviço de *call center* esteja integrado ao sistema de atendimento ao cidadão, existente, ou pode demandar que o sistema de atendimento disponha de um novo número devendo ser do tipo 0800 para contato exclusivo para IP, podendo ser realizado ligações a partir de telefones fixos ou celulares, cujos custos de ligação são de responsabilidade da Concessionária.

A terceirização do serviço de *call center* é uma opção para redução dos custos da Concessionária, porém as especificações mínimas de operação e disponibilidade deverão ser mantidas.

### **7.3 Integração de sistemas**

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 os mesmos 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 do parque. 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 do parque de iluminação pública, devendo possuir algumas funcionalidades mínimas como as descritas a seguir, bem como outras necessárias para o SCGO explicitadas no Plano de Investimento e Operação.

- Gestão do cadastro técnico do parque 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 do parque 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.

## **7.4 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 a conexão de dados e 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.

## **8 ILUMINAÇÃO DE DESTAQUE**

### **8.1 Contextualização**

As propostas de iluminação, destinadas a bens culturais, devem levar em conta as características arquitetônicas, técnicas, construtivas, artísticas e históricas que lhe conferiram valor especial e a iluminação não deve ser considerada mais importante que o bem a ser iluminado. Deve, assim, ser respeitada a concepção original do bem, no tocante às suas características técnicas e plásticas, com o objetivo de garantir sua integridade física conforme preconizado nas cartas patrimoniais, que dão sustentação conceitual aos acordos internacionais dos quais o Brasil é signatário, firmados com a Unesco. O detalhamento das diretrizes é iniciado a partir da questão referente à composição cromática do bem cultural, verifica-se que esta característica não tem sido observada corretamente em intervenções de iluminação destinadas a valorizar os bens culturais, objetivando-se, assim, não adulterar a compreensão e propósito original do bem.

A adoção de cores para os bens culturais, requer cuidadoso e pertinente embasamento conceitual, onde existem situações em que a utilização de cores, realizada até mesmo de modo continuado no bem cultural, pode ser justificada adequadamente. Sobre outro aspecto, encontra plena razoabilidade, o uso da cor na iluminação em períodos específicos de festividades ou campanhas publicitárias autorizadas pelo setor de patrimônio da prefeitura. O respeito às características técnicas e plásticas de um bem cultural envolve uma série de questões complexas e específicas da área de conservação e preservação do patrimônio, e não poderá ser totalmente abrangida nesse plano. Estão sendo aqui abordados apenas os pontos essenciais com o intuito de garantir que as propostas apresentadas para análise desse setor específico da Prefeitura já

incorporem em sua concepção os critérios mínimos a serem observados em uma proposta de intervenção em bens culturais.

Para o pleno atendimento desta diretriz devem ser considerados os pontos a seguir:

- a adequação da proposta de intervenção às características técnicas e plásticas de um bem requer, antes de tudo, que seja realizado estudo preliminar histórico e estilístico, que oriente os projetistas em relação aos pontos fundamentais a serem destacados na obra;
- a observância de que sejam garantidas, ao máximo, a apreciação do bem cultural em todas as visadas existentes do monumento;
- deve-se atentar para que seja evitada interferência diurna e/ou noturna dos equipamentos de iluminação no bem cultural. Assim, a utilização de equipamentos na própria estrutura do bem deve ser pensada de modo a garantir que não se causem danos físicos decorrentes de sua fixação na estrutura do bem. Outra preocupação, neste caso, é relativa à necessidade de que fiquem adequadamente mimetizados, não chamando para si indevida atenção. É de seminal importância a compreensão, por parte dos proponentes deste tipo de projetos, que o bem cultural deve ser valorizado pela luz, e não ser um mero suporte para destaque de equipamentos de iluminação. O apontado acima, vale também para equipamentos previstos para seu entorno imediato - equipamentos instalados em postes, por exemplo, onde os mesmos cuidados devem ser observados.
- a iluminação de destaque nos bens culturais e a fixação de equipamentos em fachadas de edificações pertencente a conjuntos urbanos somente deve ser realizada com consulta prévia, autorização e aprovação dos órgãos de preservação do patrimônio e ou outros órgãos competentes e em consonância às disposições das

legislações municipais, estaduais e federais que protegem os bens culturais do Município;

Toda proposta de iluminação de destaque deve ser elaborada considerando características da iluminação pública em seu entorno, no tocante ao nível de iluminamento, a temperatura de cor, a reprodução de cor e os eventuais impactos de sua luz emanada ou sombreamento, incidente no bem cultural.

O ideal é que os futuros projetos executivos sejam desenvolvidos conjuntamente, aproveitando este momento de revitalização de todo o sistema de iluminação pública do Município. Desta maneira, é fundamental que os projetos sejam elaborados levando-se em conta os impactos que serão produzidos entre eles - sua interação ou influência mútua. Esta é uma questão importante de ser considerada visto que atualmente, conforme constatado em diagnóstico, alguns bens culturais podem sofrer interferência indevida da iluminação pública atual, seja pela incidência de luz ou pelo sombreamento gerado nas superfícies dos bens culturais. A harmonia entre os níveis de iluminamento, e as temperaturas de cor escolhidas, garantirão o sucesso das propostas luminotécnicas e o equilíbrio entre a iluminação pública e a iluminação de destaque. Permitirá desta maneira, a fruição dos bens pelos espectadores e transeuntes e ao mesmo tempo produzirá uma eficiente iluminação pública. Com o objetivo de garantir que uma correta avaliação possa ser feita pelos técnicos da Prefeitura, os desenvolvedores dos projetos executivos de iluminação deverão proceder a medição dos níveis de iluminamento já existentes no entorno dos bens culturais. Deverá ser realizada uma avaliação detalhada da infraestrutura elétrica necessária para a iluminação de destaque de todos os bens culturais elegidos para o projeto. Somente assim, de posse destes dados, poderá ser feita uma avaliação segura, a respeito da



adequação dos índices a serem propostos para a iluminação dos bens culturais.

Com vistas a garantir uma iluminação dinâmica, economia energética, facilitar os procedimentos de manutenção e garantir a durabilidade dos sistemas de iluminação de destaque, recomenda-se a utilização de sistemas de controle automatizados.

O controle por meio da automação dos sistemas de iluminação atualmente é uma realidade irreversível na iluminação pública. Em sua adoção na iluminação de destaque, além dos óbvios aspectos econômicos, se somam os de caráter estético e os de redução de intervenções. A possibilidade de redução dos níveis de iluminamento nas estruturas dos bens culturais, em determinados horários de baixa frequência de público reduz o consumo energético do sistema sem afetar de modo significativo sua fruição. A redução do período de funcionamento colabora diretamente com a durabilidade dos equipamentos e com a diminuição de seu ciclo de manutenção, tanto preventiva quanto corretiva. Em muitas situações os equipamentos de iluminação são instalados na estrutura dos bens culturais, e neste caso, de modo frequente, em locais com certa dificuldade de acesso; visto assim, atender ao critério de sua mínima exposição visual. Portanto, a redução de seu período de manutenção reduz também eventuais riscos aos bens culturais, pois as intervenções de manutenção, em muitos casos, exigem acesso a estruturas envelhecidas e por vezes frágeis.

As propostas de iluminação de destaque devem levar em consideração a presença de obstáculos arbóreos e sua interface com as fontes de luz propostas. Assim como ter conhecimento dos procedimentos de gestão da vegetação urbana pelo órgão ou empresa responsável por este serviço, de

forma a possibilitar um melhor posicionamento dos equipamentos de iluminação na fase dos projetos executivos.

A presença de elementos arbóreos no entorno ou nas proximidades do bem cultural constitui-se em oportunidade de realizar a inserção de equipamentos de iluminação de modo discreto. A vegetação existente poderá ser utilizada com o objetivo de mimetizar as instalações de iluminação (postes, equipamentos auxiliares, projetores etc.). Entretanto, é fundamental que seja observado o ciclo de manutenção destes elementos vegetais. Visto que, dependendo do posicionamento dos equipamentos de iluminação, a vegetação pode vir rapidamente a se constituir em obstáculo a iluminação. Devesse, assim, prever o natural crescimento da vegetação e o período necessário para realização dos serviços de poda. Com relação à vegetação existente no entorno, também é importante mencionar que caso esta venha a ser utilizada como elemento a ser valorizado pela luz, com a função de ambientar ou contextualizar o bem cultural, um cuidado especial deverá ser dedicado à fauna e à flora existente. Esta consideração tem como foco evitar que o impacto causado pela iluminação, no tocante às emissões de radiações eletromagnéticas ou em relação aos níveis de iluminamento incidentes, tanto na vegetação quanto nas espécies animais que ali habitam, venham a causar danos de natureza ambiental.

## **8.2 Bens de Interesse do município**

O ANEXO VI apresenta uma listagem fornecida pela PMSL, contendo o endereço das principais edificações históricas tombadas pelo município e/ou estado/federação. O consórcio determinou os bens de interesse com maior representatividade no contexto histórico municipal com base na metodologia estabelecida em 3.4.4. Os bens são apresentados abaixo:

1. Igreja Matriz;
2. Câmara de Vereadores;
3. Solar da Baronesa;
4. Estação Ferroviária;
5. Capela do Senhor do Bonfim;
6. Igreja Nossa Senhora do Rosário;
7. Solar Teixeira da Costa (atualmente a Casa da Cultura de Santa Luzia);
8. Fonte dos Camelos;
9. Igreja São João Batista;
10. Teatro Municipal Antônio Roberto de Almeida;
11. Portal da Cidade – Av. Brasília;
12. Portal da Cidade – Av. Beira-Rio;
13. Portal da Cidade – Av. das Industrias.

### **8.3 Diretrizes específicas**

As diretrizes específicas têm o intuito de nortear as intervenções destinadas à implantação de projetos de iluminação de destaque e devem ser aplicadas a todos os bens de interesse selecionados. Por força da diversidade de tipologias destes bens se faz necessário, para um melhor estudo das intervenções, agrupá-los em conjuntos com características semelhantes. Com este arranjo deve-se complementar as orientações para uma correta atuação técnica, por meio do estabelecimento de diretrizes específicas detalhadas neste plano. Para isso, foram agrupados os bens culturais, objeto deste estudo, a saber:

- Edificações Cíveis;
- Edificações Religiosos;
- Fontes;
- Edificações Especiais.



A seguir são apresentadas as diretrizes específicas comuns a determinada tipologia. Procurou-se observar cuidadosamente para que neste tópico das diretrizes um excessivo direcionamento não comprometesse a liberdade de projeto, criando uma padronização excessiva.

### 8.3.1 Edificações Cíveis

No caso de os bens culturais, interessa à iluminação de destaque proceder a valorização de suas características externas, e ter em foco em sua correta e adequada inserção urbanística na cidade. Por se tratar de edifícios, no geral, de significativas dimensões, deve ser observado que uma excessiva iluminação pode vir a promover desconexão acentuada com o restante do conjunto urbano. Este resultado de desmedida exposição da edificação nem sempre será conceitualmente adequado ao se ter como meta a valorização do patrimônio cultural, pode até mesmo ser improdutivo na interação da iluminação de destaque com a iluminação pública. Por este motivo, as medições de níveis de iluminamento no entorno do monumento devem ser efetuadas com maior zelo, com intuito de garantir que os projetos a serem implementados tenham plena harmonia com a iluminação pública e demais edificações. É importante também destacar, que no geral, quando se promove uma iluminação muito acentuada de fachadas, se tende a “chapar”, ou seja, gerar o efeito de perda da percepção de outras dimensões da edificação. Tal efeito, impede, que o volume do monumento seja claramente identificado durante a noite, o que não ocorre no período diurno. Assim, sua percepção noturna resta prejudicada. Também nesta situação, de excessiva iluminação das fachadas, tende a ocorrer que o telhado, elemento importante da arquitetura, em especial, no período colonial, não tenha o devido destaque, alterando de modo substancial a compreensão do monumento. Nas edificações de valor cultural, cuidados devem ser

observados para que não sejam objeto de destaque noturno elementos de menor importância arquitetônica ou artística, que atraíam indevidamente durante à noite o olhar do espectador para si, prejudicando a compreensão do bem. Por vezes, iluminações descuidadas neste aspecto podem até mesmo gerar uma descaracterização estilística do bem, no período noturno.

### 8.3.2 Edificações Religiosas

Estes monumentos possuem tipologia diferenciada, em particular, devido à presença significativa de elementos decorativos arquitetônicos, simbólicos e artísticos - torres, abóbodas, sineiras, cruzeiros, pináculos, dentre outros. São monumentos edificados onde, no geral, mais fortemente se nota a presença de elementos artísticos incorporados e a arquitetura demarca temporalmente mais nitidamente sua fatura. Os estudos estilísticos devem ser mais aprofundados, bem como em relação a ordem religiosa ou irmandade a que se vinculam. Devem ser valorizados elementos arquitetônicos mesmo não estando interligados fisicamente a estrutura. Contudo, se encontrem em seu entorno elementos que guardem vínculo simbólico com a edificação, como esculturas e capelas devocionais.

### 8.3.3 Fontes

Nestes bens, a preocupação maior em função dos dados obtidos diz respeito a interferência provocada pelo uso de equipamentos na sua própria estrutura, ou entorno imediato. Este tipo de instalação, tem interferido de maneira negativa na apreciação de seus elementos artísticos, bem como de seu próprio formato e dimensões. Atualmente, se dispõe de equipamentos de iluminação com excelentes níveis de vedação contra a entrada de água, de maneira que a melhor opção para a



realização de efeitos de luz recai em sistemas subaquáticos. Em particular neste tipo de bem cultural, devida frequente necessidade de iluminação interna dos espelhos d'água, deve-se demandar a utilização de equipamentos em seu "interior". Atenção especial deve ser dada no memorial descritivo e ao detalhamento dos encaminhamentos previstos para a interligação elétrica destes equipamentos. Objetiva permitir avaliação técnica, relativa ao eventual dano provocado nos elementos artísticos e arquitetônicos de valor do bem cultural em decorrência do trajeto de dutos e cabos, para aprovação ou recusa da intervenção.

### 8.3.4 Edificações Especiais

Os bens englobados por esta diretriz são edificações que possuem características próprias, devendo ser tratados de forma única.

Uma vez que são bens contemporâneos, os sistemas de iluminação a serem adotados também deverão ser contemporâneos e tecnologicamente inovadores, trazendo ao bem seu destaque e valorização.



## 8.4 Bens propostos para iluminação de destaque

### 8.4.1 Igreja Matriz de Santa Luzia

**Bem de interesse:** Igreja Matriz de Santa Luzia - Finais do século XVIII

**Endereço:** Rua Direita

**Classificação:** Edificações Religiosas

**Histórico:**

Com altares entalhados em madeira e coberta com ouro e pintura do teto atribuída ao Mestre Athayde, a Igreja Matriz de Santa Luzia está localizada no centro histórico do município de Santa Luzia, na Rua Direita, em um ponto alto e de destaque do município, visível de vários pontos da cidade. Essa imponente edificação foi construída ainda no século XVIII por iniciativa do sargento-mor Joaquim Pacheco Ribeiro.

**Atualmente**



**Exemplo de Aplicação**



**Proposta de iluminação:**

Ela deverá ter suas 4 fachadas iluminadas. Os projetores de embutir estão no adro, contornando toda a fachada, os projetores de sobrepôr estão nas cimalthas e nas torres e janelas, também contornando todos os lados da igreja.

## 8.4.2 Câmara de Vereadores

### Bem de interesse: Câmara de Vereadores

**Endereço:** Rua Direita

**Classificação:** Edificação Civil

**Histórico:**

O prédio onde hoje funciona a Câmara Municipal de Santa Luzia é do estilo colonial e foi construído por volta de meados do século XVII.

Essa bela edificação de dois pavimentos é composta por uma fachada com quatro grandes janelas e uma escadaria que leva do nível da rua até o segundo pavimento.

### Atualmente



### Exemplo de Aplicação



#### **Proposta de iluminação:**

Projetores de embutir no piso e sobrepostos no telhado lateral, projetores para as bandeiras.

### 8.4.3 Solar da Baronesa

#### **Bem de interesse: Solar da Baronesa – ano de 1845**

**Endereço:** Rua Direita

**Classificação:** Edificação Civil

**Histórico:**

Localizado no centro histórico do município de Santa Luzia, no número 408 da Rua Direita, o belo solar da Baronesa foi construído em 1845 para abrigar a residência do Sr. e Sra. Manuel Ribeiro de Viana. O Sr. Manoel, ou Barão de Santa Luzia, era amigo pessoal do Imperador D. Pedro II, tendo recebido de suas mãos o título Comendador.

A edificação é composta por uma fachada com várias janelas e varanda com portas do andar superior. Atualmente o Solar abriga uma repartição da Prefeitura Municipal de Santa Luzia.

#### **Atualmente**



### Exemplo de Aplicação



#### **Proposta de iluminação:**

Para iluminação de sua fachada frontal, são sugeridos projetores embutidos no piso, buscando valorizar o pano vertical e barras LED para a projeção de luz nas janelas.

#### 8.4.4 Estação Ferroviária

##### **Bem de interesse: Estação Ferroviária – Ano de 1893**

**Endereço:** Praça Getúlio Vargas

**Classificação:** Edificação Civil

**Histórico:**

Localizada na Praça Getúlio Vargas, no Bairro São João Batista, essa edificação foi construída em 1893, seguindo o estilo eclético, característico daquele período.

##### **Atualmente**



### Exemplo de Aplicação



#### **Proposta de iluminação:**

Para iluminação de suas quatro fachadas são sugeridos projetores sobrepostos no telhado visando valorizar o pano vertical e sobre o telhado buscando destacar o pináculo existente.

#### 8.4.5 Capela do Senhor do Bonfim

**Bem de interesse:** Capela do Senhor do Bonfim – Finais do Século XVIII

**Endereço:** Largo do Bonfim

**Classificação:** Edificações Religiosas

**Histórico:**

Esta Capela está situada no início da Rua Direita, sendo uma das mais antigas edificações do município de Santa Luzia. Construída em adobe, técnica muito comum nas edificações do século XVIII, foi consagrada ao Senhor do Bonfim. Após recente restauração (2026) observa-se que seu estado de conservação é muito bom e poderá ser valorizada ainda mais com a elaboração e execução de um projeto especial de iluminação de fachadas.

**Atualmente**



### Exemplo de Aplicação



#### **Proposta de iluminação:**

Para iluminação de suas três fachadas (a fachada posterior não é vista) são sugeridos projetores embutidos no piso, e sobrepostos nas janelas e no óculo, buscando valorizar o pano vertical e sobre o telhado buscando destacar a cruz existente.



#### 8.4.6 Igreja Nossa Senhora do Rosário

**Bem de interesse:** Igreja Nossa Senhora do Rosário - Ano de 1755

**Endereço:** Rua Direita

**Classificação:** Edificações Religiosas

**Histórico:**

Esta igreja de dimensões suntuosas é um dos principais cartões postais da cidade de Santa Luzia. Recentemente restaurada, essa igreja possui linhas retas e acabamento refinado. Ela está localizada no alto de uma colina, na Rua Direita e ladeada por um belo gramado. A partir de 1755 sofreu várias alterações até chegar ao seu aspecto atual.

**Atualmente**



**Exemplo de Aplicação**



**Proposta de iluminação:**

Para iluminação de sua fachada frontal e lateral direita (as demais fachadas não são vistas) são sugeridos projetores embutidos no piso, e sobrepostos nas janelas, buscando valorizar o pano vertical e nas laterais das torres buscando destacar a cruz existente.

#### 8.4.7 Solar Teixeira da Costa (atualmente Casa da Cultura)

**Bem de interesse:** Solar Teixeira da Costa (atualmente Casa da Cultura) – Ano de 1755

**Endereço:** Rua Direita

**Classificação:** Edificação Civil

**Histórico:**

Esse casarão colonial situado em frente à Igreja Matriz de Santa Luzia abriga hoje a Casa de Cultura do município e o Museu Aurélio Dolabela. Ele foi erguido em meados do século XVII e foi moradia do Senador Manoel Teixeira da Costa e seus descendentes até ser adquirido pela municipalidade.

**Atualmente**



**Proposta**



**Proposta de iluminação:**

Para iluminação de sua fachada frontal e lateral direita (as demais fachadas não são vistas) são sugeridos projetores embutidos no piso, buscando valorizar o pano vertical.



## 8.4.8 Fonte dos Camelos

### Bem de interesse:

### Fonte dos Camelos

**Endereço:** Rua Fonte dos Camelos, s/n, Camelos

**Classificação:** Fonte

**Tombamento:** Não há

#### Histórico:

Construída no século XIX, em formato de chafariz, localizada na Praça dos Camelos, a fonte era famosa por suas águas cristalinas, alcalinas e ferruginosas. Sua água era até vendida em baldes no centro da cidade e comprada por turistas por ser considerada medicinal.<sup>7</sup>

A Fonte dos Camelos, que tem seu nome ligado à família de mesmo nome. Era a única fonte de água mineral do município, que nos colocou entre as estâncias hidrominerais de Minas.<sup>8</sup>

#### Atualmente:

<sup>7</sup> <http://mapacultural.santaluzia.mg.gov.br/espaco/id:23/> consulta realizada em 25/07/2019.

<sup>8</sup> <http://www.santaluzia.mg.gov.br/v2/index.php/historia-de-psl/historias-de-bairros/> consulta realizada em 25/07/2019



**Proposta**



**Proposta de iluminação:**

Para iluminação deste bem, deverão ser previstos a instalação de três projetores, monocromáticos com temperatura de cor de 3500 K, sendo um projetor de cada lado da fonte e um no lado de trás da fonte.

Os projetores deverão destacar a fonte propriamente dito e os camelos localizados em suas laterais.

Já dentro da fonte, deverá ser previsto iluminação subaquática, com classificação mínima IP68, a ser instalada nas laterais internas.



#### 8.4.9 Igreja São João Batista

**Bem de interesse:**

**Igreja São João Batista**

**Endereço:** Rua São Francisco Assis, 74-114 - Nossa Sra. das Graças

**Classificação:** Edificação Religiosa

**Tombamento:** Municipal

**Histórico:**

Construída em 1904 em estilo Neogótico predominante na arquitetura religiosa urbana do Brasil no início do século XX. Apresenta interior janelas ogivais adornadas com vidros coloridos.

**Atualmente:**



**Proposta**



Houer Consultoria e Concessões Ltda  
Rua Maranhão, 166 - 10º andar, Santa Efigênia- BH | CEP: 30150-330  
Tel. +55 (31) 3508-7375



**Proposta de iluminação:**

Ela deverá ter suas 4 fachadas iluminadas.

As cimalhas, torres e janelas deverão ser iluminados, em todo o contorno da igreja, através de um sistema de iluminação que os destaque e com uma temperatura de cor em torno de 2800 K.

A cruz, no alto da torre, deverá receber uma iluminação diferenciada, na temperatura de cor 4000 K, a destacando do conjunto arquitetônico.

Já os grandes pilares que compõem a edificação deverão ser iluminados por sistemas de iluminação com temperatura de cor 3500 K, desta forma valorizando e harmonizando todo o conjunto arquitetônico.



#### 8.4.10 Teatro Municipal Antônio Roberto de Almeida

**Bem de interesse:**

**Teatro Municipal Antônio Roberto de Almeida**

**Endereço:** Rua Direita 361 - Centro

**Classificação:** Edificação Civil

**Tombamento:** Estadual (Centro Histórico)

**Histórico:**

O atual prédio, com o nome de Teatro Municipal Antônio Roberto de Almeida passou pela primeira reforma em 1977 no primeiro mandato de Antônio Teixeira da Costa e a segunda no mandato de Carlos Alberto Calixto, que sofreu adaptações. Em 1995 e 1996, o teatro viveu uma de suas melhores fases, com encenações de peças famosas. Porém, em 1997, o teatro fechou as portas. O descaso ao prédio foi enorme, chegando ao abandono. Após esses dez anos de espera, a Prefeitura Municipal de Santa Luzia, em parceria com a APPA - Associação Pró-Cultura Palácio das Artes, ligada à Fundação Clóvis Salgado já estão buscando para a realização da reforma. A Prefeitura aguarda resposta do PRONAC (Programa Nacional de Apoio a Cultura) para dar início às obras do Teatro. Maiores informações ver a ficha de inventário completa.

**Atualmente:**



**Proposta**



**Proposta de iluminação:**

Para iluminação de sua fachada frontal são sugeridos projetores, com temperatura de cor de 3500 K, embutidos no piso, buscando valorizar o pano vertical.

Nas três luminárias instaladas no nível das janelas deverão ser instaladas lâmpadas com temperatura de cor de 2800 K, de forma a destacar a parte alta da edificação.

#### 8.4.11 Portal da Cidade - Av. Brasília

##### Bem de interesse:

### Portal da Cidade - Av. Brasília

**Endereço:** Av. Brasília s/n - São Benedito

**Classificação:** Edificação Especial

**Tombamento:** Não há

##### Histórico:

Este bem é um dos três arcos de boas-vindas localizados nos principais acessos do Município.

De forma arqueada, este arco está localizado próximo à MG-010.

##### Atualmente:





## Proposta



### **Proposta de iluminação:**

A iluminação do arco deverá ser realizada a partir de projetores monocromáticos com temperatura de cor de 3500 K. Cuidado excessivo deverá ser tomado para que as letras do texto “SEJA BEM -VINDO À SANTA LUZIA” não gerem reflexo aos transeuntes e veículos que por ali passam.

#### 8.4.12 Portal da Cidade - Av. Beira-Rio

##### Bem de interesse:

### Portal da Cidade - Av. Beira-Rio

**Endereço:** Av. Beira-Rio s/n - Capitão Eduardo

**Classificação:** Edificação Especial

**Tombamento:** Não há

##### Histórico:

Este portal é o ponto de recepção para quem entra no Município, vindo da BR-381.

Estrutura em concreto, com formato arqueado, possui em sua face a tradicional recepção de boas-vindas ao viajante.

##### Atualmente:





**Proposta de iluminação:**

A iluminação do arco deverá ser realizada a partir de projetores monocromáticos com temperatura de cor de 3500 K.

Cuidado excessivo deverá ser tomado para que as letras do texto “SEJA BEM -VINDO À SANTA LUZIA” não gerem reflexo aos transeuntes e veículos que por ali passam.

#### 8.4.13 Portal da Cidade - Av. das Industrias

**Bem de interesse:**

**Portal da Cidade - Av. das Industrias**

**Endereço:** Av. das Industrias s/n - Bicas

**Classificação:** Edificação Especial

**Tombamento:** Não há

**Histórico:**

Este ponto de entrada do Município, localizado na região leste, possui características particulares, onde sua estrutura, composta por um semiarco de concreto e complementado por um semiarco de estrutura metálica tubular, além de uma sequência de três arcos de cada lado da via.

**Atualmente:**





**Proposta de iluminação:**

A iluminação deste portal deverá ser realizada a partir de projetores monocromáticos com temperatura de cor de 3500 K.

Cada estrutura de concreto do portal deverá ser iluminada a partir de sua base, com o fecho de luz direcionado para o bem. Os projetores localizados entre duas estruturas deverão ter uma abertura de fecho capaz de iluminar duas estruturas simultaneamente.

Já a estrutura metálica deverá ser iluminada a partir de projetores instalados no vão existente no alto da estrutura de concreto, com seu fecho direcionado de tal forma que seja dado volume à estrutura metálica.

Os projetores a serem adotados nesta proposição deverão possuir controle de fecho, de forma a se evitar o ofuscamento de transeuntes e motoristas que passam pelo local.

Cuidado excessivo deverá ser tomado para que as letras do texto “SEJA BEM -VINDO À SANTA LUZIA” não gerem reflexo aos transeuntes e veículos que por ali passam.

## 9 LIGAÇÕES PROVISÓRIAS

A iluminação provisória corresponde a encargo de responsabilidade de execução da concessionária. Sobre esse serviço, assume-se a premissa de que os pedidos de iluminação provisória são constantes e solicitados ao longo do ano como em festas juninas, esportivas, carnavalescas, religiosas e datas comemorativas. Com base em *benchmarking* projetos correlatos com já preconizado na metodologia, definiu-se 750 solicitações por ano para execução dos serviços denominados ligações provisórias.

Adicionalmente ao quantitativo de ligações provisórias anuais definido, assume-se as seguintes premissas técnicas relacionadas a ligação provisória:

- Período de Instalação e retirada da ligação provisória: 2 dias;
- Período de ligação provisória: 3 dias;
- Taxa de perda da lâmpada LED: 10%;
- Período diário de operação segundo regulamentação da ANEEL 414: 11 horas e 52 minutos;
- Margem de Segurança para quantitativo de lâmpada: 10%;
- Utilização de 25 Lâmpadas LED de 9,5 W para cada ligação provisória.

## **10 CONVERSÃO DA REDE AÉREA EM REDE SUBTERRÂNEA**

A conversão da rede de distribuição aérea em rede subterrânea, ou também denominada enterramento da rede de distribuição, corresponde a uma das soluções de engenharia que proporciona ao município o melhoramento da rede de iluminação pública. O referido melhoramento pode ser avaliado a partir de:

- Implantação de posteação exclusiva;
- Modernização do cabeamento elétrico para fornecimento do circuito de iluminação pública;
- Maleabilidade para execução de projetos luminotécnicos para atendimento aos requisitos normativos previstos na ABNT NBR 5101:2018, em decorrência de independência da localização dos postes de distribuição na via;
- Maior eficiência na execução dos serviços de manutenção corretiva de iluminação pública, haja vista que o risco é substancialmente reduzido sem a existência da rede aérea de baixa e média tensão.

Além dos benefícios supracitados pela conversão da rede, é notório outros benefícios que vão além da iluminação pública como: maior segurança ao transeunte, menor incidência de abalroamentos de postes, melhoria estética do ambiente urbano, valorização imobiliária, redução da necessidade de podas de arborização e maior confiabilidade e continuidade na prestação de serviços de distribuição e telecomunicações. A figura a seguir apresenta um logradouro do município de Curitiba-PR onde é evidente o problema urbanístico em virtude da grande utilização das redes aéreas para distribuição, telecomunicação e iluminação pública. Os postes, cabos e demais equipamentos dividem espaço com árvores, construções, fachadas de prédios e calçadas causando intensa poluição

visual e interferindo na mobilidade e acessibilidade urbana. Adicionalmente, a existência de equipamentos e cabos elétricos de telecomunicação restringem as opções estruturais para implantação de braços de iluminação pública conforme se visualiza na Avenida Oscar Freire em São Paulo quando a rede de distribuição ainda era aérea.

**Figura 5 - Av. Visconde de Guarapuava - Curitiba**



**Figura 6 - Rua Oscar Freire - SP**



Conforme pode ser observado nas figuras a seguir, são encontrados casos também na Avenida Brasília, em Santa Luzia, onde a presença de cabos e equipamentos poluem o ambiente urbano, limitam as opções para prestação do serviço de iluminação pública e sinalizam um cenário de precariedade no ordenamento urbano da via comercial mais importante do município.

**Figura 7 - Avenida Brasília - Santa Luzia**



Nessa linha, objetivando o melhoramento da iluminação pública bem como outros benefícios à sociedade luziense, essa seção apresenta a

proposição de enterramento do cabeamento aéreo de distribuição e telecomunicação no trecho de maior movimentação comercial da Avenida Brasília.

O trecho proposto para conversão da rede aérea para subterrânea inicia-se no portal da Avenida Brasília e se estende até Avenida Brasília número 3.852, totalizando 3,5 km de via, conforme se observa na Figura 8.

Nesse trecho, foi apurado a extensão do cabeamento em ambos os lados da via tanto em média quanto em baixa tensão para as distintas classificações de rede aérea: convencional<sup>9</sup>, compacta<sup>10</sup> e isolada<sup>11</sup>, conforme tabelas abaixo.

**Tabela 23 - Classificação da rede aérea e suas extensões em média tensão**

<b>Classificação da Rede Aérea</b>	<b>Extensão [m]</b>
Convencional	1.400
Compacta	520
Isolada	1.894

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

**Tabela 24 - Classificação da rede aérea e suas extensões em baixa tensão**

<b>Classificação da Rede Aérea</b>	<b>Extensão [m]</b>
Convencional	1.481
Compacta	716
Isolada	2.578

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

<sup>9</sup> Redes convencionais caracterizadas por condutores nus, apoiados sobre isoladores de vidro ou porcelana, fixados horizontalmente sobre cruzetas nos circuitos de média tensão e verticalmente nos de baixa tensão.

<sup>10</sup> Rede compacta constituída de três condutores cobertos por uma camada de polietileno não reticulado (XLPE), que promove unicamente a proteção do condutor e não os isola eletricamente, sustentados por um cabo mensageiro de aço, que por sua vez, sustenta espaçadores poliméricos.

<sup>11</sup> Rede isolada constituída de três condutores isolados, blindados, trançados e reunidos em torno de um cabo mensageiro de sustentação.

Adicionalmente à extensão da via, foram georreferenciados os transformadores de potência com a respectiva capacidade de carga e as faixas de medidas das larguras das vias, passeios e canteiro em central, como pode se observar na tabela a seguir.

**Tabela 25 - Lista de transformadores e características físicas da Avenida Brasília**

Transformador	Potência do Transformador [KVA]	Latitude	Longitude	Largura do passeio [m]	Largura da Via [m]	Largura do Canteiro Central [m]
1	45	- 19,78694 5	- 43,92289 3	2,5	6	0,5
2	75	- 19,78630 5	- 43,92373 4	2	6	0,5
3	45	- 19,78634 5	- 43,92372 0	2	6	0,5
4	75	- 19,78578 5	- 43,92539 1	4	6	0,5
5	150	- 19,78669 8	- 43,92794 4	2	6	0,5
6	75	- 19,78687 0	- 43,92836 7	2	6	0,5
7	112,5	- 19,78700 3	- 43,92873 4	1,5	6	0,5
8	150	- 19,78748 8	- 43,92952 3	1,5	6	0,5
9	112,5	- 19,78799 4	- 43,92996 8	3	6	0,5
10	75	- 19,78900 0	- 43,93042 0	4	6	0,5
11	150	- 19,78971	- 43,93071	3	6	0,5



Transformador	Potência do Transformador [KVA]	Latitude	Longitude	Largura do passeio [m]	Largura da Via [m]	Largura do Canteiro Central [m]
		5	8			
12	150	- 19,79093 2	- 43,93121 7	2	6	0,5
13	75	- 19,79173 1	- 43,93159 1	2	6	0,5
14	45	- 19,79315 0	- 43,93353 2	2	6	0,5
15	75	- 19,79328 4	- 43,93440 3	2,5	6	0,5
16	45	- 19,79398 3	- 43,93754 8	2,5	6	0,5
17	45	- 19,79497 5	- 43,93860 3	3	6	0,5
18	112,5	- 19,79589 5	- 43,93957 0	2,5	6	0,5
19	45	- 19,79623 4	- 43,94014 0	2,5	6	0,5
20	150	- 19,79683 3	- 43,94117 4	1,5	6	0,5
21	75	- 19,79462 9	- 43,93810 9	1,5	6	0,5
22	45	- 19,79352 8	- 43,93550 1	1,5	6	0,5
23	45	- 19,79347 3	- 43,93467 9	2	6	0,5
24	150	- 19,79322 3	- 43,93327 1	2	6	0,5
25	45	-	-	2	6	0,5



Transformador	Potência do Transformador [KVA]	Latitude	Longitude	Largura do passeio [m]	Largura da Via [m]	Largura do Canteiro Central [m]
		19,792806	43,932419			
26	75	- 19,792354	- 43,931897	2	6	0,5
27	150	- 19,789314	- 43,930448	3	6	0,5
28	150	- 19,788714	- 43,930214	3	6	0,5
29	300	- 19,786486	- 43,926897	4	6	0,5
30	45	- 19,786644	- 43,919351	2	6	0,5
31	45	- 19,784567	- 43,916565	2	6	0,5

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

Na sequência também é possível visualizar a distribuição física desses transformadores no percurso a ser realizado o enterramento na Avenida Brasília, conforme a figura a seguir.

---

***Figura 8 - Diagnóstico técnico e levantamento de transformadores da Avenida Brasília***



Houer Consultoria e Concessões Ltda  
Rua Maranhão, 166 - 10º andar, Santa Efigênia- BH | CEP: 30150-330  
Tel. +55 (31) 3508-7375

Paralelamente à conversão do enterramento dos cabos elétricos, de dados e de telecomunicações, será implantado a rede de iluminação pública com posteação exclusiva adequada para cumprimento dos requisitos normativos da ABNT NBR 5101:2018. Nesse sentido, são estabelecidas as seguintes premissas para a nova iluminação pública da Avenida Brasília.

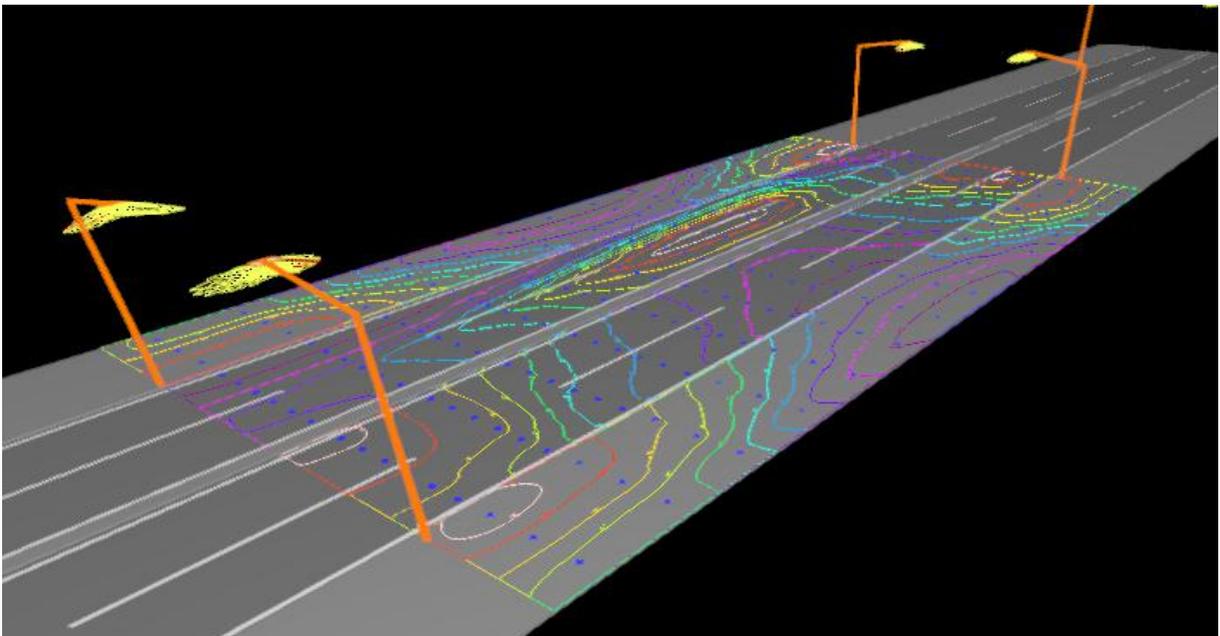
**Tabela 26 - Premissas para nova iluminação pública da Avenida Brasília**

Quantidade e de Luminárias	Potência das Luminárias [W]	Carga Instalada [W]	Consumo mensal estimado [MWh]	Tipo de posteação	Distância entre postes [m]
176	150	26.400	9,40	Bilateral Frontal	40

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

Para estabelecer as premissas citadas na tabela anterior, foi necessário a elaboração de projeto luminotécnico de modo referencial, cumprindo todos os requisitos normativos da ABNT NBR 5101:2018, conforme pode-se observar nas figuras a seguir.

**Figura 9 - Projeto luminotécnico referencial da Avenida Brasília - Santa Luzia**





---

**Fonte: Elaborado por Houer Concessões**

---

## 11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório apresentou todos os parâmetros e premissas de engenharia atinentes as soluções de engenharia para modernização, expansão e adequação da iluminação pública do município.

Essas foram baseadas em projetos luminotécnicos desenvolvidos no software DIALux com base no levantamento de amostra em consonância com ABNT NBR 5426 onde foi possível determinar o percentual de efficientização, o número de adequações estruturais e implantação de novos pontos para correção de pontos escuros, cumprindo os requisitos normativos da ABNT NBR 5101:2018.

O estudo apresentou as especificações para o sistema de telegestão e para implantação do centro de controle operacional.

No que tange a expansão da rede de iluminação, o relatório de engenharia demonstrou com base em estudos de benchmarking a expansão esperada ao longo da concessão e definiu os quantitativos de expansão por ano para diferentes tipos de estrutura (praças, rede aérea e rede subterrânea).

Tendo por conceito que Santa Luzia é um município que se apresenta como cidade histórica com riquezas culturais e históricos, foi proposto iluminação de destaque para aqueles bens de interesse que potencializassem esse conceito com base em diretrizes gerais e específicas.

Por fim, foi determinado quantitativo para ligações provisórias de iluminação pública para eventos festivos.

Cabe constatar que alguns pontos neste relatório, carecem de validação da prefeitura municipal de Santa Luzia no sentido de aprimorar os resultados aqui obtidos e ajustar algumas premissas adotadas. Esses



pontos dependem do levantamento de informações por parte da prefeitura a qual podem ser apoiadas pela equipe de engenharia do projeto. Destacam-se os seguintes pontos:

- Definição do Inventário final da rede de iluminação pública com informativo da quantidade de LEDs existentes distribuídos por potência;
- Histórico de ligações provisórias do município com previsão de carga e duração da ligação provisória.

---

## **12 ANEXOS**

ANEXO I – Tipologias de montagem inspecionadas na amostra

ANEXO II – Resultados das simulações para os logradouros inspecionados

ANEXO III – Resultados da correlação entre inventário da rede de iluminação pública e logradouros inspecionados

ANEXO IV – Simulações do DIALux

ANEXO V – Proposição de modernização para campos de futebol



## ANEXO VI - Relação de Imóveis Inscritos no Livro do Tombo

Relação de imóveis inscritos no Livro do Tombo

Página	Denominação	Endereço
Página 1	I. Estação Ferroviária (1893) ✓	Pça Getúlio Vargas, s/n.
Página 1	II. Edificação Civil (final do séc. XIX) ✓	R. Felipe Gabrich, 229. <i>Pça Getúlio Vargas</i>
Páginas 1 e verso	III. Edificação Civil (final do séc. XIX) ✓	Pça-Presidente Vargas, 61
Página 1 verso	IV. Edificação Civil (início do séc. XX) ✓	R. do Comércio, 427
Página 1 verso	V. Edificação Civil (séc. XX) ✓	R. do Comércio 194
Página 1 verso e 2.	VI. Edificação Civil (1893) ✓	R. Barão do Rio Branco, 16
Página 2	VII. Edificação Civil (final do séc. XIX) ✓	R. Barão do Rio Branco, 48
Página 2 e verso	VIII. Edificação Civil (final do séc. XIX) ✓	R. Barão do Rio Branco, 80
Página 2 verso	IX. Igreja São João Batista (início do séc. XX) ✓	Pça São João, s/n
Página 3	X. Fazenda Boa Esperança (séc. XIX) ✓	R. José Silvino Teixeira Melo, 200
Página 3 e verso	XI. Edificação Civil (séc. XVIII) ✓	R. do Carmo, 943
Página 3 verso	XII. Edificação Civil (séc. XX) ✓	R. Silva Jardim, 87
Página 3 verso	XIII. Edificação Civil (séc. XVIII) ✓	R. Silva Jardim, 97
Página 4	XIV. Edificação Civil ✓	R. Silva Jardim, 107
Página 4	XV. Edificação Civil ✓	R. Silva Jardim, 117
Página 4 e verso	XVI. Edificação Civil ✓	R. Silva Jardim, 120
Página 4 verso	XVII. Edificação Civil (séc. XVIII) ✓	R. Silva Jardim, 129
Página 5	XVIII. Edificações Cíveis ✓	R. Do Bonfim 111 e 117 <sup>a</sup>
Página 5	XIX. Edificação Civil ✓	R. do Bonfim 125
Página 5 verso	XX. Edificação Civil ✓	R. do Bonfim, 139
Página 5 verso	XXI. Edificação Civil (final do séc. XVIII) ✓	R. do Bonfim, 179
Página 5 verso e 6	XXII. Edificação Civil (séc. XIX) ✓	R. do Bonfim, 226
Página 6	XXIII. Capela do Senhor do Bonfim (final do séc. XVIII) ✓	Largo do Bonfim, s/n
Página 6 e verso	XXIV. Edificação Civil (séc. XIX) ✓	R. Direita, 14
Página 6 verso	XXV. Edificação Civil ✓	R. Direita, 38
Página 6 verso	XXVI. Edificação Civil ✓	R. Direita, 50
Página 7	XXVII. Edificação Civil ✓	R. Direita, 80
Página 7	XXVIII. Edificação Civil (início do séc. XX) ✓	R. do Bonfim, 157
Página 7 verso	XXIX. Edificação Civil (séc. XIX) ✓	R. Direita, 120
Página 7 verso	XXX. Edificação Civil (início do séc. XIX) ✓	R. Direita, 15
Página 8	XXXI. Edificação Civil (início do séc. XIX) ✓	R. Direita, 37
Página 8	XXXII. Edificação Civil (início do séc. XIX) ✓	R. Direita, 49
Página 8 e verso	XXXIII. Edificação Civil (final do séc. XVIII) ✓	R. Direita, 57



Página 8 verso	XXXIV. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 63
Página 8 verso e 9	XXXV. Edificação Civil (séc. XIX)	R. Direita, 101
Página 9	XXXVI. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 135
Página 9 e verso	XXXVII. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 165
Página 9 verso	XXXVIII. Edificação Civil (final do séc. XVIII)	R. Direita, 215
Página 9 verso e 10	XXXIX. Edificação Civil	R. Direita, 253
Página 10	XL. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 299
Página 10 e verso	XLI. Igreja Nossa Senhora do Rosário (séc. XVIII)	R. Direita, s/n
Página 10 verso e 11	XLII. Solar da Baronesa (séc. XVIII)	R. Direita, 408
Página 11	XLIII. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 428
Página 11 e verso	XLIV. Edificação Civil (final do séc. XVIII)	R. Direita, 478
Página 11 verso	XLV. Edificação Civil	R. Direita, 494
Página 11 verso e 12	XLVI. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 506
Página 12	XLVII. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 526
Página 12	XLVIII. Edificação Civil	R. Direita, 542
Página 12 e verso	XLIX. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 441
Página 12 verso	L. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 461
Página 12 verso e 13	LI. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 491
Página 13	LII. Edificação Civil (séc. XIX)	R. Direita, 513
Página 13	LIII. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 561
Página 13 e verso	LIV. Edificação Civil (final do séc. XVIII)	R. Direita, 599
Página 13 verso	LV. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 611
Página 13 verso e 14	LVI. Edificação Civil (1798)	R. Direita, 621
Página 14	LVII. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 628
Página 14 e verso	LVIII. Edificação Civil (séc. XIX)	R. Direita, 637
Página 14 verso	LIX. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 651
Página 14 verso e 15	LX. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 725
Página 15	LXI. Edificação Civil (início do séc. XIX)	R. Direita, 730



Página 15	LXII. Edificação Civil	R. Direita, 767
Página 15 verso	LXIII. Solar Teixeira da Costa (final do séc.. XVIII)	R. Direita, 785
Página 15 (verso)	LXIV. Edificação Civil (final do séc.. XVIII)	R. Direita, 720
Página 16 e verso	LXV. Igreja Matriz de Santa Luzia (séc.. XVIII)	R. Direita, s/n.
Página 16 (verso)	LXVI. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. do Serro, 403
Página 16 (verso) e 17	LXVII. Edificação Civil (séc.. XIX)	R. do Serro, 542
Página 17	LXVIII. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. do Serro, 592
Página 17 e verso	LXIX. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. do Serro, 608
Página 17 (verso)	LXX. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. do Serro, 609
Página 17 (verso)	LXXI. Edificação Civil (início XIX)	R. do Serro, 640
Página 18	LXXII. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. do Serro, 660
Página 18	LXXIII. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. do Serro, 218
Página 18 (verso)	LXXIV. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. Floriano Peixoto, 225
Página 18 (verso)	LXXV. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. Floriano Peixoto, <u>139</u>
Página 18 (verso) e 19	LXXVI. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. Floriano Peixoto, <u>259</u>
Página 19	LXXVII. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. Floriano Peixoto, <u>463</u>
Página 19 e verso	LXXVIII. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. Floriano Peixoto, <u>491</u>
Página 19 (verso)	LXXIX. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. Floriano Peixoto, <u>541</u>
Página 19 (verso) e 20	LXXX. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. Floriano Peixoto, <u>571</u>
Página 20	LXXXI. Edificação Civil (séc.. XVIII)	R. Floriano Peixoto, <u>650</u>
Página 20	LXXXII. Edificação Civil (início do séc.. XIX)	R. Floriano Peixoto, <u>683</u>
Página 20 (verso)	LXXXIII. Edificação Civil (séc.. XIX)	R. Floriano Peixoto, <u>669</u>
Página 20 (verso) e 21	LXXXIV. Hospital São João de Deus (1842)	R. Floriano Peixoto, <u>333</u>
Página 21 e verso	LXXXV. Instituto São Jerônimo e Edificação Civil	R. Floriano Peixoto, <u>355 e 409</u>
Página 21 (verso)	LXXXVI. Monumento a Caxias e Trincheira dos Revoltosos	Bairro 42
Página 22 e verso	LXXXVII. Mosteiro de Macaúbas (1714)	<u>Rod. Para Jaboticatubas, Km 11</u>

---

## 13 REFERÊNCIAS

- [1 “IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,” [Online].  
] Available: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/santa-luzia/panorama>.  
[Acesso em 05 Abril 2019].
- [2 *NBR 5101 - Iluminação pública — Procedimento*, Associação Brasileira  
] de Normas Técnicas - ABNT, 2018.
- [3 “Hierarquização do Sistema Viário,” Prefeitura de Santa Luzia, Outubro  
] 2013. [Online]. Available:  
[http://www.santaluzia.mg.gov.br/images/leis/2013/Leis\\_\(3.336a3.465\)/  
3.463-anexoii.pdf](http://www.santaluzia.mg.gov.br/images/leis/2013/Leis_(3.336a3.465)/3.463-anexoii.pdf). [Acesso em 13 Fevereiro 2019].
- [4 *NBR 5426 - Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por*  
] *Atributos*, Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, 1989.

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

**HOUER**  
CONCESSÕES