

ESTUDOS DE ENGENHARIA

**ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO DE
CONCESSÃO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA
E EQUIPAMENTOS DE CIDADE
INTELIGENTE DE TRAMANDAÍ - RS**

CONTRATO nº 2025053

AGOSTO/2026



As informações contidas no presente relatório, destacadamente as de conteúdo propositivo, possuem caráter não vinculativo e comportam interpretação meramente informativa e referencial ao gestor público, fundada na análise, por consultores técnicos especializados, da realidade local e de documentação pertinente à matéria, em especial da legislação e normativos vigentes.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

SUMÁRIO

1	Considerações Gerais	14
2	Sumário Executivo	17
3	Modernização e Eficientização do Parque de IP	21
3.1	Premissas Gerais da Rede de Iluminação Pública	22
3.1.1	Outras Vias (Praças, parques e outros locais)	24
3.1.2	Resultados técnicos para modernização e adequação da iluminação pública em Outras Vias (praças, parques e outros locais)	25
3.2	Software para simulação	27
3.3	Diretrizes Gerais para Modernização e Eficientização	30
3.3.1	Portaria INMETRO	30
3.3.2	Selo PROCEL	32
3.3.3	Índice de Reprodução de Cores (IRC)	32
3.3.4	Temperatura de Cor Correlata (T _{cp})	33
3.3.5	Poluição Luminosa	35
3.3.6	Informações obtidas no trabalho de campo	37
3.3.7	Norma ABNT NBR 5101	39
3.4	Resultados das Simulações Luminotécnicas	43
3.4.1	Simulações	43
3.4.2	Premissas para Parâmetros de Montagem	46
3.4.3	Resultados das Simulações	48
3.4.4	Redução das Emissões de CO ₂	51
3.5	Extrapolação das soluções luminotécnicas	56
3.5.1	Análise dos LEDs mantidos e substituídos	57
3.5.2	Correção de pontos escuros (CPE)	61
3.5.3	Resultados da efficientização do parque de IP a partir das extrapolações	62
3.6	Ciclovias e Ciclofaixas	65
3.6.1	Requisitos de Iluminação para Ciclovias e Ciclofaixas	65
3.6.2	Estudo Referencial para Ciclovias	66
3.7	Faixa de Pedestre	70

3.7.1	Requisitos de Iluminação para Faixa de Pedestres.....	71
3.7.2	Estudo Referencial para Faixas de Pedestres.....	71
3.8	Iluminação Especial - IE	73
3.8.1	Descritivo dos Equipamentos para Iluminação Especial	80
3.8.2	Diretrizes Específicas	82
4	Modernização com Soluções Digitais	88
4.1	Premissas Gerais de Soluções Digitais	88
4.2	Diretrizes Gerais para Modernização e Expansão	90
4.2.1	Portaria MCID nº 1.012/2025.....	90
4.2.2	Norma ABNT NBR ISO 37120.....	91
4.2.3	Norma ABNT NBR ISO 37122.....	92
4.2.4	Norma ABNT NBR ISO 37123.....	92
4.2.5	Norma ABNT NBR ISO/IEC 27001.....	93
4.2.6	Carta Brasileira para Cidades Inteligentes (2020)	94
4.3	Sistemas de Videomonitoramento e Segurança Patrimonial.....	95
4.3.1	Requisitos de Implantação para Sistemas de Videomonitoramento .	95
4.3.2	Estudo Referencial para Sistemas de Videomonitoramento.....	95
4.4	Implantação de Infovia Municipal e Integração de Edifícios Públicos 101	
4.4.1	Requisitos de Implantação para Infovia.....	101
4.4.2	Estudo Referencial para Infovia.....	101
4.5	Redes de Acesso Público à Internet (Wi-Fi Social).....	106
4.5.1	Requisitos de Implantação para Wi-fi Social	106
4.5.2	Estudo Referencial para Wi-fi Social	106
4.6	Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana Inteligente	112
4.6.1	Requisitos de Implantação para Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana Inteligente	112
4.6.2	Estudo Referencial para Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana Inteligente	112
4.7	Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos Climáticos	115
4.7.1	Requisitos de Implantação para Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos Climáticos	115

4.7.2	Estudo Referencial para Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos Climáticos	116
5	Modelo de Operação	120
5.1	Modelo de Governança da PPP de IP	120
5.2	Cadastro	122
5.3	Planos Operacionais.....	122
5.3.1	Centro de Controle Operacional (CCO).....	123
5.4	Estrutura operacional e organizacional	125
5.5	Divulgação de Informações e Documentos da PPP.....	131
5.6	Modelo Operacional.....	132
5.6.1	Iluminação Pública.....	133
5.6.2	Soluções Digitais	143
5.7	Fases do Projeto	147
5.7.1	Fase 0 – Preliminar.....	149
5.7.2	Fase 1 – Transição	149
5.7.3	Fase 2 – Modernização	149
5.7.4	Fase 3 – Operação	150
6	Modelo de investimentos.....	152
6.1	Despesas Pré-Operacionais.....	154
6.2	Investimentos em Infraestrutura	154
6.3	Implantação do Sistema Central de Gestão Operacional.....	155
6.4	Iluminação Pública (IP).....	156
6.4.1	Modernização e Eficientização	156
6.4.2	Adequação da Rede de IP em áreas com Pontos Escuros	158
6.4.3	Implantação do Sistema de Telegestão.....	159
6.4.4	Iluminação Especial.....	165
6.4.5	Faixa de Pedestre.....	166
6.4.6	Ciclovias e Ciclofaixas	167
6.5	Cidade Inteligente – Soluções Digitais	168
6.5.1	Implantação de Infovia Municipal e Integração de Edifícios Públicos 168	
6.5.2	Sistemas de Videomonitoramento e Segurança.....	170

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

6.5.3	Redes de Acessos Públicos à Internet (Wi-Fi Social).....	172
6.5.4	Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana Inteligente	174
6.5.5	Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos	175
6.6	Expansão da Rede de Serviços de IP e SD.....	178
7	Modelo de Custos e Despesas	183
7.1.1	Estrutura Operacional.....	183
7.1.2	Custos por Solicitações de Veículos Operacionais.....	184
7.1.3	Estrutura Administrativa	186
7.1.4	Poda	188
7.1.5	Materiais de Manutenção e Segurança	190
7.1.6	Taxa de compartilhamento de infraestrutura de postes	191
7.1.7	Seguros e Garantias.....	192
7.1.8	Verificador Independente.....	193
7.2	Iluminação Pública (IP).....	195
7.2.1	Materiais de Manutenção	195
7.2.2	Software de Gestão e Sistema de Telegestão	196
7.3	Soluções Digitais	197
7.3.1	Gestão da Rede de Infovia	198
8	Custos e Despesas do Poder Concedente.....	198
8.1	Gestão de Dados e Privacidade (LGPD)	199
8.2	Instituição Financeira Depositária.....	200
9	Anexo I – Informações do Trabalho de Campo	202

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Características das vias e calçadas incluídas no Dialux	28
Figura 2 - Características dos parâmetros de montagem incluídas no Dialux.....	29
Figura 3 - Exemplo de resultado do Dialux	29
Figura 4 - Visualização dos diferentes níveis para o IRC	33
Figura 5 - Exemplo de cores distintas em um mesmo logradouro.....	34
Figura 6 - Visualização dos diferentes níveis para a Tcp	35
Figura 7 - Mapeamento da poluição luminosa no Município (Word Atlas 2015)...	36
Figura 8 - Mapeamento da poluição luminosa no Município (VIIRS 2024).....	36
Figura 9 - Parâmetros Dialux.....	39
Figura 10 - Planta Esquemática Posteação Unilateral na Rua Eleodoro Franzen	44
Figura 11 - Planta Esquemática Posteação Canteiro Central na Av. Minas Gerais	45
Figura 12 - Planta Esquemática Posteação Bilateral Frontal na Rua Artur Hoffmeister	46
Figura 13 - Resultados ambientais da PPP	55
Figura 14 - Ciclofaixa na Avenida Beira Mar	67
Figura 15 - Ciclovía Avenida Emancipação	67
Figura 16 - Ciclovía na Avenida Fernandes Bastos.....	68
Figura 17 - Ilustração para iluminação de Ciclovias	68
Figura 18 - Estudo de Engenharia para Ciclovias e Ciclofaixas	69
Figura 19 - Ilustração para iluminação de Faixas de Pedestres	72
Figura 20 – Estudo de Engenharia para Faixas de Pedestres	72
Figura 21 - Mapa de distribuição dos pontos propostos de videomonitoramento e respectivos níveis.....	97
Figura 22 - Mapa da Infovia.....	102
Figura 23 - Mapeamento dos locais destinados à conectividade pública previstos no projeto.	108
Figura 24 - Mapa referencial dos cruzamentos priorizados para implantação de sistema de controle de tráfego inteligente.....	114
Figura 25 - Mapa de implantação das estações de monitoramento ambiental. .	118

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Figura 26 - Modelo de governança da PPP de iluminação pública e soluções digitais	120
Figura 27 - Estrutura operacional do Sistema de Telegestão	134
Figura 28 - Macro cronograma do contrato da PPP	148

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo de quantitativo de soluções.....	19
Tabela 4 - Economia de energia estimada com a modernização.....	20
Tabela 5 - Premissas Gerais – Infraestrutura Existente	22
Tabela 6 - Distribuição de classes de iluminação pública no parque atual	22
Tabela 7 – Atendimento aos requisitos de Iluminância média e Uniformidade	24
Tabela 8 – Atendimento aos requisitos de Iluminância média horizontal e mínima horizontal.....	24
Tabela 9 – Resultados das proposições	26
Tabela 10 – Classe M	40
Tabela 11 – Classe C	41
Tabela 12 – Classe P	42
Tabela 13 - Tipologia de braços de IP utilizados.....	47
Tabela 14 - Resultado geral das simulações luminotécnicas	49
Tabela 15 - Percentual de lâmpadas utilizadas nas simulações por faixa de potência	49
Tabela 16 - Resultado das alterações estruturais nas simulações luminotécnicas	50
Tabela 17 - Resultado das alterações estruturais nas simulações luminotécnicas	50
Tabela 18 – Resumo dos resultados das simulações luminotécnicas por fornecedor	51
Tabela 19 - Fator de Emissão do SIN anos de 2024 e 2025.....	53
Tabela 20 – Resumo do impacto ambiental da PPP	55
Tabela 21 - Situação definida para as luminárias existentes em vias C0.....	58
Tabela 22 - Situação definida para as luminárias existentes em vias C1.....	58
Tabela 23 - Situação definida para as luminárias existentes em vias C2.....	58
Tabela 24 - Situação definida para as luminárias existentes em vias C3.....	59
Tabela 25 - Situação definida para as luminárias existentes em vias C4.....	59
Tabela 26 - Situação definida para as luminárias existentes em vias C5.....	59
Tabela 27 - Resultados de CPE	61

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Tabela 28 - Resultado de eficiência para a iluminação viária no Município ..	64
Tabela 29 – Classe P - Requisitos para Ciclovias e Ciclofaixas.....	66
Tabela 30 - Resultado de engenharia para Ciclovias e Ciclofaixas.....	70
Tabela 31 - Dimensionamento Ciclovias para Instalação de IP	70
Tabela 32 - Resumo para faixa de pedestres conforme norma.....	71
Tabela 33 - Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres.....	73
Tabela 34 – Estimativa quantidade de Faixas de Pedestres.....	73
Tabela 35 - Bens para implementação de Iluminação Especial	79
Tabela 36 - Resumo das inspeções dos bens de interesse	83
Tabela 37 – Relação dos Bens de Interesse com novos projetos.....	85
Tabela 38 - Quantitativo de pontos de soluções digitais	89
Tabela 39 - Tipologia de Câmeras.	96
Tabela 40 - Classificação de Níveis de Atendimento e Capacidade da Rede de Infovia.....	103
Tabela 41 - Relação das edificações públicas a serem atendidas pela Infovia Municipal	104
Tabela 42 - Locais propostos para instalação de Wi-Fi público.	108
Tabela 43 - Modelo de classificação e dimensionamento da rede Wi-Fi pública municipal.	111
Tabela 44 - Pontos de Implantação do Sistema Semafórico Inteligente.	114
Tabela 45 - Especificações Referenciais de Monitoramento Climático e Hidrológico	119
Tabela 46 - Estruturas de expansão definidas para os Estudos de Engenharia da Rede de IP	138
Tabela 47 - Distribuição dos pontos de expansão anual por estrutura.....	139
Tabela 48 - Distribuição dos pontos de expansão por estrutura ao fim do prazo da PPP	140
Tabela 49 - Potência das luminárias definidas para cada tipo de local de expansão por fornecedor	141
Tabela 50 - Quantitativo de Pontos de IP ao longo da PPP	142

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Tabela 51 - Estruturas de expansão definidas para os Estudos de Engenharia de Soluções Digitais.....	147
Tabela 52 - Duração das fases do projeto	148
Tabela 53 - Composição para cálculo de BDI	153
Tabela 54 - Valores previstos de investimentos pré-operacionais	154
Tabela 55 - Infraestrutura Civil/Mobiliário/Tecnologia da Informação/Operacional	155
Tabela 56 - CCO SD	155
Tabela 57 - Custo para implantação do SCGO	156
Tabela 58 - Valores unitários médios previstos de investimento para modernização	157
Tabela 59 - Custo unitário de substituição de luminárias LED	158
Tabela 60 - Custos destinados para a correção de pontos escuros.....	158
Tabela 61 - Análise dos orçamentos obtidos dos fornecedores de Telegestão .	160
Tabela 62 - Premissas para soluções de controle e comando	165
Tabela 63 - Resumo valores dos investimentos por projeto de Iluminação Especial	166
Tabela 64 - Valor de investimento em estruturas de expansão para Faixas de Pedestre por largura de via	167
Tabela 65 - Valor de investimento em luminárias para Faixas de Pedestre por largura de via.....	167
Tabela 66 - Valor de investimento em estruturas de expansão para Ciclovias e Ciclofaixas	168
Tabela 67 - Valor de investimento em luminárias para Ciclovias e Ciclofaixas..	168
Tabela 68 – Composição Infovia	169
Tabela 69 - Composição Videomonitoramento	171
Tabela 70 - Reinvestimento Câmeras Videomonitoramento	171
Tabela 71 - Composição Wi-Fi Social	173
Tabela 72 - Reinvestimento Wi-fi social	174
Tabela 73 - Composição Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana.....	175
Tabela 74 - Reinvestimento Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana	175

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Tabela 75 - Composição Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos.....	176
Tabela 76 – Reinvestimento Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos	178
Tabela 77 - Investimentos por estruturas de expansão.....	178
Tabela 78 - Investimentos em luminária por tipo de local de expansão	179
Tabela 79 – Investimentos por ponto de demanda reprimida	181
Tabela 82 – Taxa de Falha para Componentes	183
Tabela 83 – Custos referentes aos veículos para estrutura administrativa da SPE	184
Tabela 84 - Veículos Operacionais	185
Tabela 85 – Dimensionamento de Veículos Operacionais.....	186
Tabela 86 - Custos de locação, manutenção e combustível para veículos	186
Tabela 87 – Estrutura de pessoal dimensionada	187
Tabela 88 – Despesas Gerais e Administrativas.....	188
Tabela 89 - Número anual de interferências na arborização.....	190
Tabela 90 – Custos Mensais com Atividades de Poda e Coleta de Resíduos ...	190
Tabela 91 - Equipamentos de proteção individual e coletiva	191
Tabela 92 - Ferramentas de implantação e operação	191
Tabela 93 - Compartilhamento de infraestrutura de postes	192
Tabela 94 - Lista de Seguros e Garantias.....	192
Tabela 95 – Premissas de Custos dos Seguros e Garantias	192
Tabela 96 – Custo com Verificador Independente	195
Tabela 97 – Taxa de Falha e Custo Médio dos Componentes de IP	195
Tabela 98 - Custo Licenciamento de Software de Gestão	197
Tabela 99 – Custo Operacional de Telegestão	197
Tabela 100 – Taxa de Falha e Custo Médio dos Componentes de SD.....	197
Tabela 101 – Gestão Infovia	198
Tabela 104 - Informações do trabalho de campo	202

LISTA DE GRÁFICOS

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Gráfico 1 – Emissão de tCO ₂ devido ao consumo de energia elétrica [MWh] pela rede de IP do município	54
Gráfico 2 - Quantidade de alterações estruturais definidos por fornecedor	60
Gráfico 3 - Resultados de eficientização obtidos por fornecedor	62
Gráfico 4 – Potência Total [kW] x Potência Total Dimerização [kW].	164

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este relatório apresenta os estudos de engenharia para a rede de Iluminação Pública e soluções digitais de Tramandaí-RS, contendo os elementos referenciais de engenharia e a precificação dos investimentos e custos operacionais envolvidos. Este produto irá apresentar:

- **Modernização e Eficientização da Rede de Iluminação Pública:**
 - Projetos referenciais de engenharia com a descrição das soluções e tecnologias adotadas;
 - Proposta de aproveitamento das luminárias existentes no Município;
 - Proposta de iluminação exclusiva em faixas de pedestres, ciclovias e ciclofaixas;
 - Proposta para a expansão do parque de IP a fim de se atender à demanda reprimida, novas demandas, pontos escuros, áreas especiais e bens públicos, incluindo proposição de mecanismo para gestão da expansão do parque;
- **Soluções Digitais para Cidade Inteligente:**
 - Diretrizes para a implantação de sistema de videomonitoramento, pontos de conectividade, Wi-Fi pública, infovia municipal, gestão semafórica inteligente e monitoramento ambiental.
- **Iluminação Especial:**
 - Proposta de projeto relativo à iluminação cênica para cada um dos bens públicos e áreas especiais selecionadas.
- **Modelo de Operação:**

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- Visão geral dos serviços a serem prestados pela Concessionária, incluindo o escopo de expansão, modernização e efficientização de IP, sistema de telegestão, Iluminação Especial e manutenção;
- Operação de Soluções Digitais: Gestão e controle de câmeras, semáforos inteligentes, rede de internet pública e sistemas de alerta de riscos climáticos integrados ao Centro de Controle Operacional (CCO).
- Modelo de Investimentos:
 - Premissas para cada linha de investimento (CAPEX) para execução dos serviços no escopo da PPP;
 - Investimentos em Soluções Digitais: Previsão de recursos para infraestrutura de fibra óptica, equipamentos de rede, câmeras, estações meteorológicas e modernização semafórica.
- Modelo de Custos e Despesas:
 - Premissas para cada linha de custo operacional (OPEX) para execução dos serviços no escopo da PPP;
 - Despesas do Poder Concedente: Incluindo custos com energia elétrica, remuneração da instituição financeira depositária, Gestão de Dados e Privacidade (LGPD).

Os estudos de engenharia foram construídos em conformidade com a Lei 11.079/2004 (Lei das PPPs), especificamente o artigo 10 que define:

§ 4º Os estudos de engenharia para a definição do valor do investimento da PPP deverão ter nível de detalhamento de anteprojeto, e o valor dos investimentos para definição do preço de referência para a licitação será calculado com base em valores de mercado considerando o custo global de obras semelhantes no Brasil ou no exterior ou com base em sistemas de custos que utilizem como insumo valores de mercado do setor específico do projeto,

15

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

aferidos, em qualquer caso, mediante orçamento sintético, elaborado por meio de metodologia expedita ou paramétrica.

Destaca-se, além disso, que as informações apresentadas neste documento são meramente representativas, sendo, deste modo, de responsabilidade das licitantes a realização de seus próprios estudos para formatação de suas respectivas propostas, na ocasião do processo licitatório.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

2 SUMÁRIO EXECUTIVO

Este relatório consolida os estudos técnicos de engenharia para a estruturação da Parceria Público-Privada (PPP) de Iluminação Pública (IP) e Soluções Digitais no Município de Tramandaí/RS.

- Iluminação Pública Viária:

O projeto visa a modernização integral do parque tecnológico municipal, buscando eficiência energética, segurança viária e a transformação digital dos serviços urbanos. Para o desenvolvimento dos estudos e dimensionamento das soluções adotadas, foi considerada como referência normativa a ABNT NBR 5101:2024:

- Diagnóstico e Modernização: O parque de IP atual possui 14.277 pontos, dos quais apenas 18,4% (2.630 pontos) utilizam tecnologia LED. A análise de conformidade identificou que apenas 9,52% das vias atendem plenamente aos requisitos da Norma ABNT NBR 5101:2024;
- Meta de Eficientização: A substituição integral por luminárias LED de alto desempenho (mínimo 140 lm/W) proporcionará uma redução média de 57,11% na carga instalada;
- Impacto Ambiental: Estima-se para os 25 anos de concessão a mitigação de 4.944 toneladas de CO₂, equivalente ao plantio de 34.611 árvores.
- Expansão e Demanda Reprimida: Previsão de expansão anual de 2,29% do parque (327 novos pontos/ano) e atendimento imediato a uma demanda reprimida de 405 pontos em áreas atualmente desassistidas, destinadas a iluminação viária (IV) e 288 pontos destinadas a iluminação de áreas especiais (IAE);
- Telegestão: A implantação do sistema de telegestão será realizada em 100% do parque de iluminação pública (exceto iluminação especial), compreendendo equipamentos eletrônicos de controle remoto, monitoramento em tempo real e redução controlada de fluxo luminoso (dimerização).

- Iluminação de áreas especiais: Os projetos de iluminação de áreas especiais abrangem a modernização e adequação de 789 (setecentos e oitenta e nove) pontos de iluminação pública distribuídos em praças, parques, campos de futebol, quadras esportivas, cemitérios e demais áreas especiais do Município. O diagnóstico inicial identificou 231 (duzentos e trinta e um) pontos existentes nos locais mencionados. A proposição de complementação inclui 558 (quinhentos e cinquenta e oito) novos pontos de iluminação, totalizando 789 pontos após conclusão;
- Iluminação Especial: A iluminação especial visa embelezar e valorizar 18 (dezoito) bens públicos e patrimônios históricos do Município, com 478 pontos de luz. Os projetos incluem iluminação cênica de monumentos, esculturas, prédios administrativos, equipamentos esportivos e estruturas históricas, utilizando equipamentos LED (embutidos de solo, projetores de diferentes intensidades e fitas LED) com temperatura de cor variável entre 3.000K e 4.000K, permitindo adaptação a mudanças sazonais e integração harmoniosa com a paisagem urbana.
- Soluções Digitais

As soluções digitais foram estruturadas para promover a integração operacional do município através de uma infraestrutura robusta:

- Infovia Municipal: Extensão para implantação de 26,3 km de backbone em fibra óptica (anel redundante) e 33,0 km de rede secundária, interconectando 62 edifícios públicos;
- Videomonitoramento: Sistema hierarquizado com 373 câmeras distribuídos em 79 novos pontos prioritários, incluindo câmeras analíticas com leitura de placas (LPR/OCR), reconhecimento facial em escolas e unidades de saúde, e câmeras 360° em áreas turísticas;
- Wi-Fi Social: Disponibilização de 44 pontos de conectividade Wi-Fi 6 gratuita em locais estratégicos, como a orla, praças e terminais rodoviários;

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- Mobilidade e Trânsito: Modernização de 9 cruzamentos semaforicos com controladores inteligentes integrados ao CCO para gestão do fluxo em tempo real;
- Monitoramento Ambiental: Instalação de estações meteorológicas e hidrológicas para prevenção de desastres naturais e monitoramento de riscos climáticos (ressacas e alagamentos);
- Modelo de Operação e Governança

A PPP terá um prazo de 25 anos, e a operação será centralizada em um Centro de Controle Operacional (CCO), com monitoramento ininterrupto e um CCO Espelho nas dependências da Prefeitura para fiscalização plena do Poder Concedente.

- Verificador Independente (VI): Agente externo responsável por auditar o desempenho da Concessionária e validar os pagamentos mensais baseados em indicadores de qualidade (SLA);

Tabela 1 - Resumo de quantitativo de soluções

Item	Descrição / Quantitativo
Parque de Iluminação Pública (IP)	14.277 pontos totais
Pontos LED Existentes	2.630 pontos (18,4% do parque)
Expansão Anual de IP	327 novos pontos/ano (taxa de 2,29%)
Demanda Reprimida de IP	405 pontos identificados para instalação imediata
Infovia Municipal	62 edificações públicas interconectadas
Rede de Fibra Óptica	26,3 km de anel principal e 33,0 km de rede secundária
Videomonitoramento	373 câmeras em 79 novos pontos prioritários (LPR, Facial e 360°)
Wi-Fi Público Social	44 locais estratégicos com tecnologia Wi-Fi 6
Gestão Semaforica	9 cruzamentos modernizados com controladores inteligentes
Monitoramento Ambiental	1 Estação Meteorológica e 1 Estação Hidrológica

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Tabela 2 - Economia de energia estimada com a modernização

Categoria	Valor Estimado (R\$ Milhões)
Economia de Energia (Anual)	R\$ 2,63

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

3 MODERNIZAÇÃO E EFICIENTIZAÇÃO DO PARQUE DE IP

Modernização e efficientização visam aprimorar a infraestrutura atual da iluminação pública (IP), adequando-a aos requisitos luminotécnicos mínimos estabelecidos pelas normas vigentes, com a devida substituição quando necessária. Além disso, busca-se implementar soluções que melhorem o Índice de Reprodução de Cor (IRC) e contribuam para a redução do consumo de energia nos pontos modernizados.

- **Modernização:** Refere-se aos pontos de iluminação pública, que para atingir um IRC adequado, os parâmetros luminotécnicos são atualizados conforme os requisitos da ABNT NBR 5101:2024.
- **Efficientização:** Envolve a aplicação de medidas e tecnologias que resultem em uma iluminação mais econômica, durável e ambientalmente amigável, sem comprometer a qualidade e a segurança da iluminação pública. Esse processo contribui para a redução do consumo de energia, diminuição dos custos de manutenção e melhoria na qualidade da iluminação oferecida à comunidade.

Neste tópico, serão apresentadas as premissas e diretrizes para a projeção da futura rede de iluminação pública do município com a implementação da Parceria Público-Privada (PPP). Isso inclui os resultados obtidos por meio do cálculo da meta de efficientização energética da rede de IP, indicando a efetivação na carga instalada após a substituição das lâmpadas convencionais não conformes com a ABNT NBR 5101:2024.

É importante ressaltar que as premissas e informações apresentadas neste relatório, considerando aspectos de engenharia e outros, devem ser tratadas como referências e não vinculativas para o desenvolvimento futuro dos projetos de modernização e efficientização da rede de Iluminação Pública (IP) pela Concessionária.

3.1 Premissas Gerais da Rede de Iluminação Pública

Na presente seção, é fornecida uma visão abrangente da infraestrutura de iluminação pública no município, a qual foi minuciosamente abordada no *Produto 1.4 – Diagnóstico Técnico-Operacional*. As informações contidas neste segmento derivam principalmente do cadastro de iluminação pública fornecido pela Prefeitura Municipal e da pesquisa de campo. As pressuposições gerais adotadas para as simulações e o planejamento de engenharia são expostas ao longo desta seção.

Tabela 3 - Premissas Gerais – Infraestrutura Existente

Premissa	Valor
Quantidade Total de Pontos de IP	14.277
Quantidade total de Pontos de LED	2.630
Quantidade de Pontos de IP em Vias Principais (M1 a M3, C0 a C3)	4.168
Quantidade de Pontos de IP em Outras Vias (M4 a M6, C4, C5, P5, P6, Praça e Parques)	10.020
Quantidade de Pontos de Iluminação de Especial	89
Carga Total LED	164.952,00 W
Carga Total Luminárias Convencionais	1.816.885 W
Carga Total	1.981.837 W
Carga Média por Ponto de LED	62,72 W
Carga Média por Ponto de Luminária Convencional	155,99 W
Carga Média Total por Ponto de IP	138,81 W

Fonte: Cadastro de IP do Município e vistorias em campo (2024).

No que diz respeito à distribuição dos pontos de Iluminação Pública (IP) no parque, classificados de acordo com a classe de iluminação para vias principais (M1, M2, M3, C0, C1 e C2 e C3) e outras vias (M4, M5, M6, C4, C5 e Praças, parques e outros locais) e Iluminação Especial, os resultados demonstraram a seguinte proporção.

Tabela 4 - Distribuição de classes de iluminação pública no parque atual

Grupo	Classe de Iluminação	Quantidade	%
Vias Principais	M1	0	0,00%
	M2	0	0,00%
	M3	0	0,00%

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Grupo	Classe de Iluminação	Quantidade	%
	C0	79	0,55%
	C1	1302	9,12%
	C2	2357	16,51%
	C3	430	3,01%
Outras Vias	M4	0	0,00%
	M5	0	0,00%
	M6	0	0,00%
	C4	4677	32,76%
	C5	4708	32,98%
	P5	363	2,54%
	P6	24	0,17%
	Praças, Parques e Outros ¹	248	1,74%
	Bens de Interesse ²	89	0,62%

Fonte: Classificação viária definida pela prefeitura, aplicada ao cadastro de IP e resultados das vistorias em campo.

Conforme estabelecido pela ABNT NBR 5101:2024 e delineado no *Produto 1.4 – Diagnóstico Técnico-Operacional*, a classificação da malha viária abrange as categorias de C0 a C5.

Outro desdobramento da pesquisa de campo envolveu a avaliação da condição atual da iluminação no conjunto de Iluminação Pública (IP), considerando as diretrizes estabelecidas pela Norma 5101:2024, amplamente reconhecida no Brasil. Os resultados indicam que apenas 9,52% das vias atendem aos requisitos estabelecidos. Entre as categorias analisadas, as vias destinadas a veículos apresentam menor nível de conformidade, com 9,52% de conformidade, enquanto as vias para pedestres apresentam 23,08% de conformidade. E é importante notar

¹ Além das praças e parques, serão considerados locais como campos, cemitérios, orlas e quadras.

² Bens culturais de relevância para o município, tais como igrejas, museus, prédios públicos, entre outros, selecionados pela Prefeitura para receber Iluminação Especial.

que as porcentagens de vias em geral que atendem apenas à iluminância e uniformidade são baixas, indicando áreas que precisam de melhorias. Esses dados oferecem informações sobre a situação das vias em relação à ABNT NBR 5101:2024, apontando áreas que demandam atenção e aquelas que estão em conformidade satisfatória.

Nesse sentido, as estratégias propostas para o cenário futuro devem compensar essa defasagem quanto ao atendimento dos requisitos de iluminância e uniformidade para as classes de iluminação das vias de veículos e das vias de pedestres, juntamente com o percentual de suas devidas tecnologias e sua respectiva distribuição. Os resultados estão apresentados nas tabelas seguintes.

Tabela 5 – Atendimento aos requisitos de Iluminância média e Uniformidade

Atendimento à ABNT NBR 5101	Via de Veículos
Atende Iluminância média	10,32%
Atende Uniformidade	69,05%
Atende totalmente à Norma	9,52%
Não atende totalmente à Norma	90,48%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Tabela 6 – Atendimento aos requisitos de Iluminância média horizontal e mínima horizontal

Atendimento à ABNT NBR 5101	Via de Pedestre
Atende Iluminância média	76,92%
Não atende	23,08%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

3.1.1 Outras Vias (Praças, parques e outros locais)

O processo de avaliação da qualidade e eficácia da distribuição de luz em outras vias foi abrangente, já que envolveu a análise do cadastro, utilização de mapeamentos via satélite, visualizações do Google Street View e registros fotográficos. Além disso, a medição direta da iluminância em algumas dessas áreas durante inspeções locais forneceu informações sobre o nível real de luz em pontos

específicos, identificando áreas com necessidade de aprimoramentos na iluminação.

Com base nesse processo, foram propostas adequações na iluminação de praças, parques e outros locais, visando minimizar sombreamentos e melhorar a qualidade ambiental. A substituição por luminárias LED nesses locais será realizada à medida que se verifique o não atendimento normativo.

Ajustes também foram propostos em campos de futebol, quadras e similares para alcançar uma iluminação mais uniforme, adotando-se padrões baseados em locais com características semelhantes. Nos cemitérios públicos, onde foi constatada a ausência de iluminação adequada, sugeriu-se a instalação de sistemas de iluminação pública para atender às necessidades desses ambientes, conforme detalhado no **Anexo II – Levantamento e proposição de iluminação em praças, parques e outros locais.**

As informações apontadas neste documento não dispensam a necessidade das medições técnicas, projetos luminotécnicos, simulações, profissionais e ferramentas que possam determinar de maneira precisa as quantidades e especificações exatas das luminárias e outros equipamentos.

3.1.2 Resultados técnicos para modernização e adequação da iluminação pública em Outras Vias (praças, parques e outros locais)

No Município de Tramandaí, os pontos de iluminação pública possuem como tecnologia implantada as luminárias de tecnologia Fluorescente, Incandescente, LED, Vapor de Mercúrio, Vapor de Sódio e Vapor Metálico. As premissas adotadas para Outras Vias – praças, parques e outros locais – consideram, para os pontos de tecnologia LED, a manutenção da potência instalada equivalente e da equivalência lumínica, de modo a preservar os níveis de iluminância das luminárias existentes. Complementarmente, prevê-se a implantação de novos pontos de iluminação com o objetivo de eliminar áreas de sombreamento identificadas em inspeções de campo, promovendo a melhoria da uniformidade luminosa.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Para as demais tecnologias, em relação à proposição de soluções para iluminação em outras vias – praças, parques e outros locais, propõe-se primeiramente a utilização do método de equivalência lumínica. Não obstante, por meio do mapeamento de imagens de satélite e visualização do *street view*, foi possível constatar que existem nesses locais do município áreas com sombreamento e, portanto, são propostas instalações de iluminação, a fim de reduzir as ocorrências de tais áreas. A partir destas constatações, ajustes da iluminação das praças foram propostos, a fim de deixar os ambientes corretamente iluminados e agradáveis, para a fruição e permanência do usuário nestes locais.

Com base nas propostas de modernização de Outras Vias que incluem praças, parques e outros locais apresentados, a avaliação da efficientização pode ser realizada ao comparar a potência total proposta e os custos de diferentes fornecedores, a fim de escolher a opção com o melhor custo-benefício. O resultado definido pelo modelo econômico, de forma a atingir tal meta, é elencado na tabela a seguir. Para praças, parques, campos, quadras, cemitérios e outros locais foi selecionada a Opção 1, conforme detalhado no Anexo II - Levantamento e proposição de iluminação em praças, parques e outros locais.

Tabela 7 – Resultados das proposições

Tipo de Local	Situação atual		Proposição		
	Quantidade e de pontos de iluminação pública	Potência Total Atual [W]	Quantidade e de pontos propostos de iluminação pública	Quantidade e Total de pontos de iluminação pública	Potência Total Proposta [W]
Campo	8	468	24	32	1.408
Campo Futebol	2	200	8	10	1.000
Cemitério	10	4.380	81	91	3.716
Estacionamento	1	117	-	1	100
Parque	6	702	39	45	1.980
Pista de Skate	4	400	27	31	1.364
Praça	176	23.640	315	491	20.924
Quadra	41	4.322	56	97	10.800
TOTAL	248	34.229	550	798	41.292

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

A ocorrência da não efficientização na modernização de praças, campos, quadras, cemitérios e outros locais, e, conseqüentemente, no total, é devido à necessidade dos ajustes para minimizar os sombreamentos e das soluções às áreas sem iluminação. Isso resulta na adição de novos pontos para melhorar a qualidade geral da iluminação dos locais citados e por consequência um aumento da carga instalada nesses locais.

3.2 Software para simulação

Para definir a solução mais adequada para a atualização e aprimoramento da infraestrutura de Iluminação Pública (IP) na cidade, a utilização de software de simulação é essencial. O propósito é assegurar a conformidade com os principais indicadores de iluminação estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2024.

Na condução dos estudos e simulações relacionados à modernização e efficientização do parque de IP, foi empregado o software Dialux (versão evo 12.0). O Dialux é amplamente reconhecido como um dos softwares de simulação luminotécnica mais utilizados globalmente, disponível em 25 (vinte e cinco) idiomas e utilizado por mais de 750.000 (setecentos e cinquenta mil) usuários. O sistema permite a inserção de diversos cenários, incluindo características da via, calçadas e parâmetros de montagem do ponto de IP (como distância entre postes, altura da luminária etc.). Combinado com diferentes soluções de tecnologia para luminárias LED, disponíveis em um banco de dados com curvas fotométricas e características diversas, o software gera resultados detalhados dos índices de iluminação para cada cenário. Estes incluem o valor médio de iluminância (E_m) e a uniformidade (U_o).

Figura 1 - Características das vias e calçadas incluídas no Dialux

Ruas

Gerar nova rua

Duplicar geometria de rua

Duplicar rua com distribuição de luminárias

Criar um novo campo de avaliação

Eliminar campo de avaliação selecionado

Rua ativa

Nome

L1

Padrão

EN 13201:2015

Avaliação energética segundo o IPEA*/IPET*

Perfil da rua

Passeio 1

Via 1

Passeio 2

Elemento de perfil ativo

Nome

Via 1

Pavimento de pista de rodagem

CIE N3

Q0 0.07

Largura da pista de rodagem

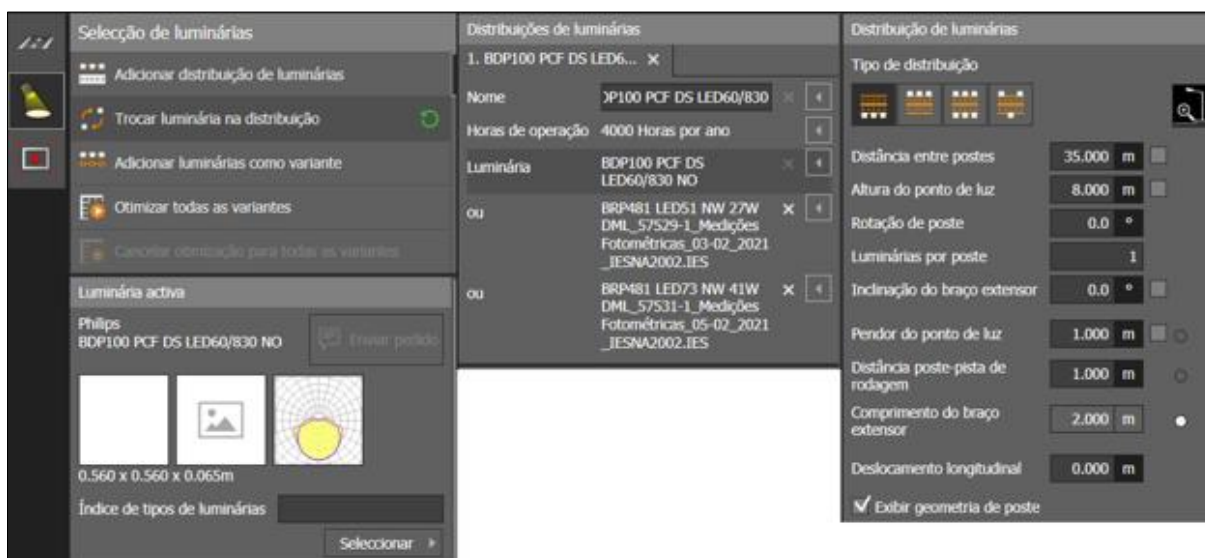
6.920 m

Quantidade das faixas de rodagem

2

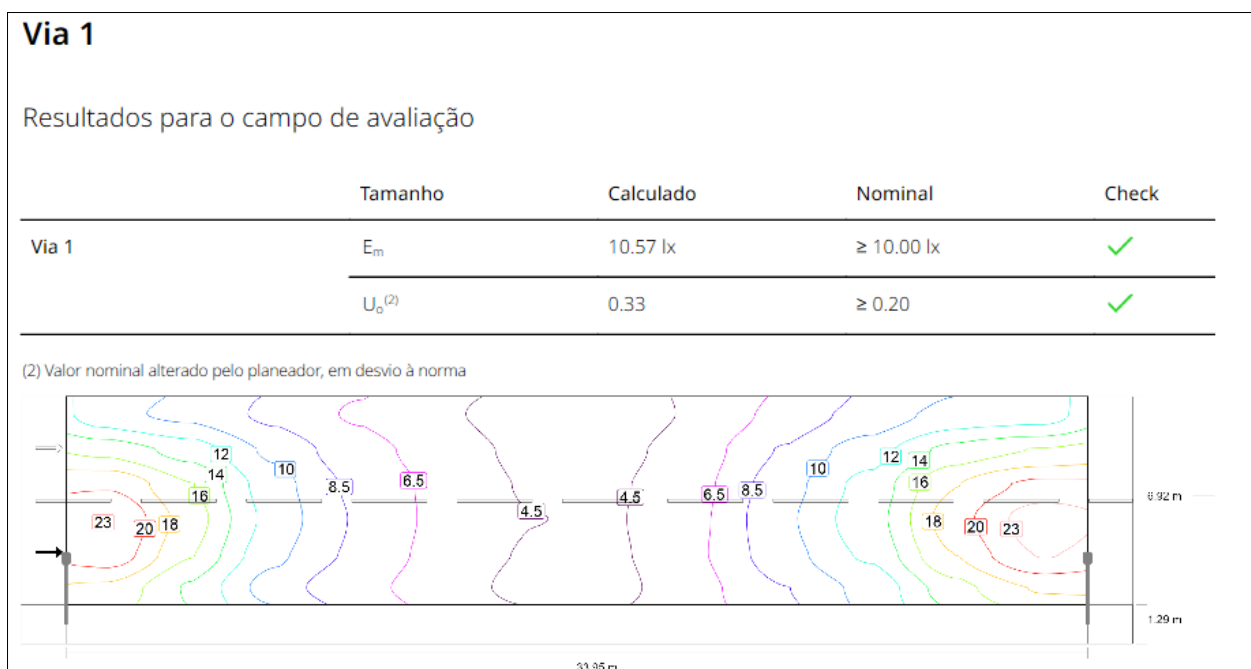
Fonte: Dialux, elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 2 - Características dos parâmetros de montagem incluídas no Dialux



Fonte: Dialux, elaborado por Houer Concessões (2026).

Figura 3 - Exemplo de resultado do Dialux



Fonte: Dialux, elaborado por Houer Concessões (2026).

3.3 Diretrizes Gerais para Modernização e Eficientização

Uma parte significativa do parque de Iluminação Pública (IP) do município é composta por lâmpadas de outras tecnologias (fluorescente, incandescente, vapor de mercúrio, vapor de sódio, vapor metálico etc.), coexistindo com as luminárias de tecnologia LED. As luminárias LED oferecem inúmeras vantagens em comparação com outras tecnologias: possuem maior vida útil; menor impacto ambiental (luminárias de LED não contém mercúrio e reduzem o consumo de energia elétrica); maior eficiência luminosa (lúmens/watt); melhor Índice de Reprodução de Cores (IRC) e menor poluição luminosa.

Em linha com esta tendência, e considerando que as escolhas trazem maior viabilidade ao projeto e vantagens sob as perspectivas técnico-operacional e econômico-financeira, os Estudos de Engenharia preveem a adequação das luminárias que não estão em conformidade com o padrão estabelecido perante a ABNT NBR 5101:2024, luminárias com uma alta potência instalada, inovações tecnológicas promissoras, e a implementação de novas lâmpadas em pontos específicos.

3.3.1 Portaria INMETRO

A Portaria nº 62/2022 do INMETRO, que substitui e revoga a Portaria nº 20, estabelece requisitos técnicos de qualidade e avaliação da conformidade para luminárias destinadas à iluminação pública viária, incluindo as Luminárias LED consideradas nos Estudos de Engenharia.

Essa Portaria define alguns requisitos mínimos para Luminárias LED:

- Eficiência Energética igual ou superior a 100 Lúmens/Watt para a Classe A de equipamento;
- Vida útil mínima de 50.000 horas para a manutenção do fluxo luminoso de 70% (L70).

Publicada em 17 de fevereiro de 2022, a Portaria nº 62 incorpora o conteúdo original da Portaria nº 20. No entanto, suas definições podem não refletir integralmente o

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

atual mercado de Luminárias LED, que apresentou significativas evoluções nos últimos anos. Alguns dos fabricantes que possuem o registro atualmente ativo do INMETRO e que atendem os parâmetros são:

- Tecnowatt;
- Zagonel;
- Aurilux;
- Demape;
- SX Lighting;
- Ledstar.

Para as exigências no Contrato da Parceria Público-Privada (PPP), estas não se limitarão apenas aos níveis mínimos estabelecidos pela Portaria do INMETRO. Busca-se uma atualização conforme as práticas atuais de mercado, garantindo ampla concorrência e o fornecimento dos melhores produtos disponíveis para o Município.

Destaca-se que, embora a Portaria estabeleça um conjunto mais amplo de requisitos técnicos e de conformidade, foram priorizados, para fins de modelagem da PPP, os critérios de eficiência energética e vida útil, por serem os principais parâmetros com impacto direto no consumo de energia, nos custos operacionais ao longo do ciclo de vida e na competitividade entre fornecedores. Os demais requisitos são considerados como condições mínimas obrigatórias de conformidade, já consolidadas no mercado e, portanto, não determinantes para diferenciação técnica no contexto do projeto.

Assim, as especificações mínimas consideradas nos Estudos de Engenharia, plenamente atendidas por diversos fornecedores do mercado, são:

- Eficiência Energética igual ou superior a 140 Lúmens/Watt;
- Vida útil mínima de 60.000 horas.

3.3.2 Selo PROCEL

O Selo PROCEL de Economia de Energia é uma iniciativa do Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL), cujo objetivo é identificar os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética, incentivando o mercado consumidor a adquirir equipamentos que sejam mais eficientes.

Nesse contexto, os fornecedores de luminárias LEDs, devem: i) comprovar por meio de relatórios de ensaios elaborados por um dos laboratórios indicados pelo PROCEL; e ii) atender aos critérios estabelecidos para concessão do selo PROCEL de economia de energia para luminárias LED para iluminação pública. Além disso, o fornecedor deverá encaminhar ao PROCEL o certificado de conformidade da luminária, de acordo com o que é estabelecido na Portaria nº 62 do INMETRO de 17 de fevereiro de 2022. Portanto, o selo PROCEL somente será concedido após a certificação do produto pelo INMETRO.

Para fins da Parceria Público-Privada, além do atendimento aos requisitos necessários para obtenção do Selo PROCEL, foram estabelecidas especificações técnicas adicionais, alinhadas às práticas atuais de mercado e aos objetivos de desempenho do projeto, incluindo:

- Eficiência energética superior a 140 lm/W;
- Fluxo luminoso inicial superior a 95% do fluxo nominal declarado; Potência total medida com variação máxima de $\pm 10\%$ em relação à potência declarada;
- Temperatura de cor correlata (TCC) entre 2.700 K e 4.000 K.

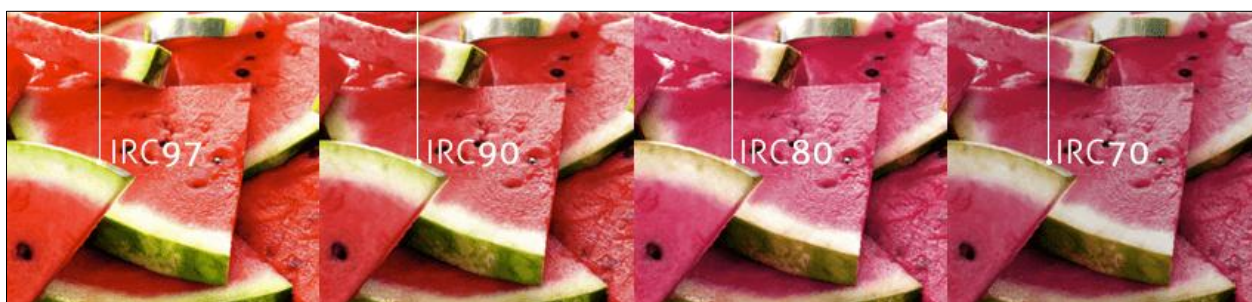
3.3.3 Índice de Reprodução de Cores (IRC)

O Índice de Reprodução de Cores (IRC), com escala que varia de 0 a 100, define a capacidade de uma determinada fonte luminosa artificial em reproduzir de forma fidedigna as cores de um espaço e/ou objeto. O Sol é considerado a fonte de luz mais natural que dispomos, tornando-se assim o padrão de comparação (índice 100) para as demais fontes luminosas.

Desta forma, quanto maior o IRC, melhor os objetos e espaços terão suas cores reproduzidas por uma fonte luminosa ou pelo conjunto de fontes luminosas.

A Portaria nº 62 de 2022 do INMETRO estabelece, no item 4.2.7, que as luminárias aplicadas a iluminação pública devam ser capazes de reproduzir de forma adequada as cores reais de um objeto ou superfície quando comparada à luz natural. Para tal, é recomendado no item 4.2.7.1 que o IRC seja maior ou igual a 70. Portanto, nos Estudos de Engenharia foram consideradas luminárias LED com IRC superior a 70, de modo que a iluminação pública possibilite que as pessoas enxerguem seus arredores com elevada fidelidade às cores originais.

Figura 4 - Visualização dos diferentes níveis para o IRC



Fonte: Índice de Reprodução de Cor (IRC) (2023)

3.3.4 Temperatura de Cor Correlata (Tcp)

A temperatura de cor correlata é uma medida luminotécnica que indica a tonalidade da cor da luz emitida por uma fonte luminosa, expressa em Kelvin (K). Na prática, quanto maior o valor em Kelvin, mais branca (fria) será a luz, enquanto valores menores indicam uma tonalidade mais amarelada (quente).

No projeto, foram avaliadas luminárias com temperatura de cor correlata (Tcp) nas faixas de 3.000K e 4.000K, tonalidades mais quentes que a "luz branca natural" emitida pelo sol ao meio-dia em céu aberto, cuja temperatura de cor é de 5.000K ou superior.

Adotou-se como premissa para este projeto instalar equipamentos com Tcp de 3.000K em vias de médio e baixo fluxo (C4 e C5), além de praças, parques e outros

locais. Para vias de médio e alto fluxo (C0, C1, C2, C3), e vias pedonais a sugestão é de 4.000K

A ABNT NBR 5101:2024, já estabelece a instalação de equipamentos com Tcp de até 2.700K em vias públicas, visando cuidados com a saúde pública da população e promovendo uma maior sensação de conforto no espaço público, incentivando sua ocupação e, conseqüentemente, garantindo maior segurança.

Porém, a aplicação integral dessa Tcp encontra limitações práticas de mercado atualmente. Primeiramente, constata-se a partir de pesquisa de mercado a disponibilidade restrita de luminárias LED especificados com Tcp de até 2.700K, visto que a maioria dos fabricantes e fornecedores locais concentra sua produção em equipamentos com temperaturas de cor superiores refletindo a demanda histórica do setor.

É importante mencionar que, a partir do que pôde ser observado através de percepção visual dos inspetores no trabalho de campo, o Município apresenta um padrão muito pouco homogêneo de Tcp na iluminação das vias públicas. Em alguns casos, pôde-se observar luzes de cores distintas em um mesmo logradouro, o que provoca uma iluminação não uniforme e visualmente desagradável, conforme exemplos abaixo.

Figura 5 - Exemplo de cores distintas em um mesmo logradouro

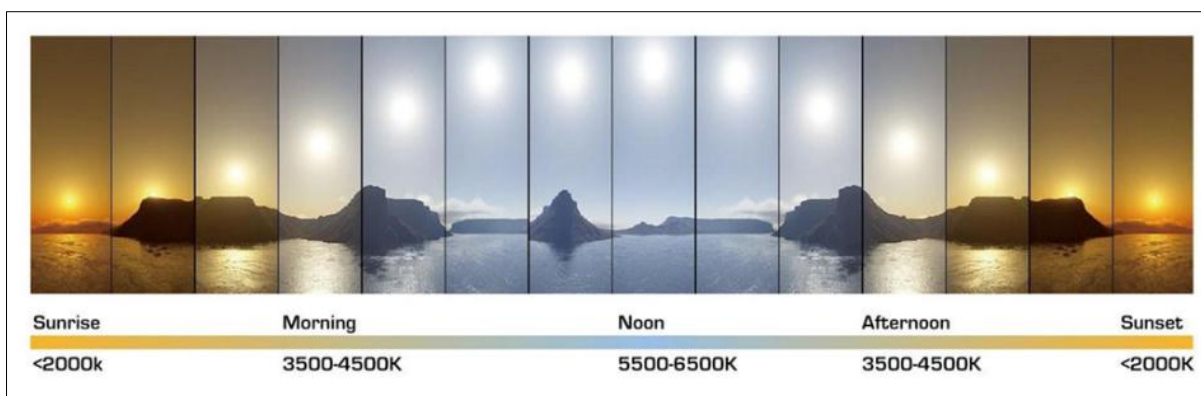




Fonte: Inspeção de campo, elaborado por Houer Concessões (2026).

Esse cenário pode ser adequado a partir da definição dos parâmetros de qualidade mínimos para o futuro concessionário.

Figura 6 - Visualização dos diferentes níveis para a Tc_p



Fonte: O que é a temperatura da cor (2023)

3.3.5 Poluição Luminosa

Conforme estabelecido pela ABNT NBR 5101:2024, a poluição luminosa é definida como o desperdício de energia causado por luminárias, instalações e projetos ineficientes e mal elaborados. Para mitigar a poluição luminosa e seus possíveis impactos ambientais na iluminação pública do Município, é fundamental adotar estratégias que minimizem tais efeitos.

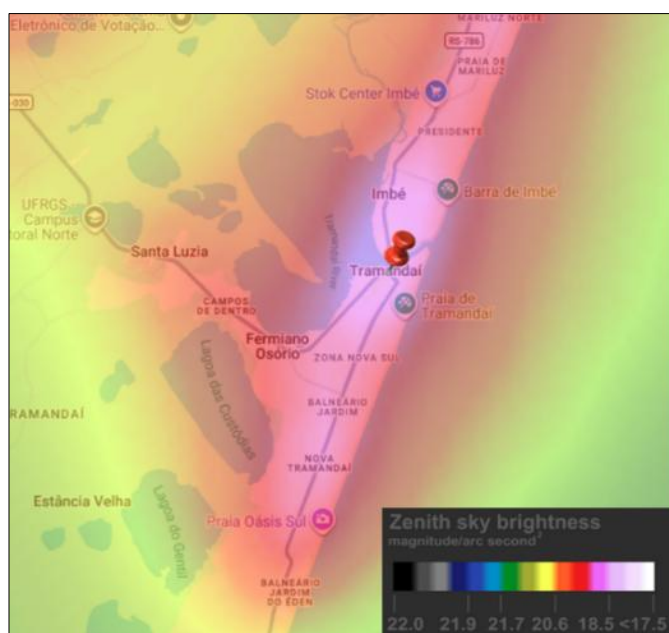
Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Projetos superdimensionados ou sem controle adequado de dispersão de luz podem resultar em iluminação inadequada, prejudicando o conforto dos usuários do espaço público e edifícios vizinhos, além de afetar a observação do céu noturno (estudos astronômicos) e a fauna e flora urbanas.

A proposta é utilizar iluminação com baixa emissão de luz acima do eixo horizontal, respeitando a fotometria indicada e gerando uma iluminação alinhada às restrições ambientais do entorno. O foco está no conforto humano e na visibilidade noturna. Um projeto luminotécnico utilizando luminárias LED, em conformidade com as normas, possibilita um direcionamento mais preciso, permitindo uma iluminação seletiva nos locais específicos necessários.

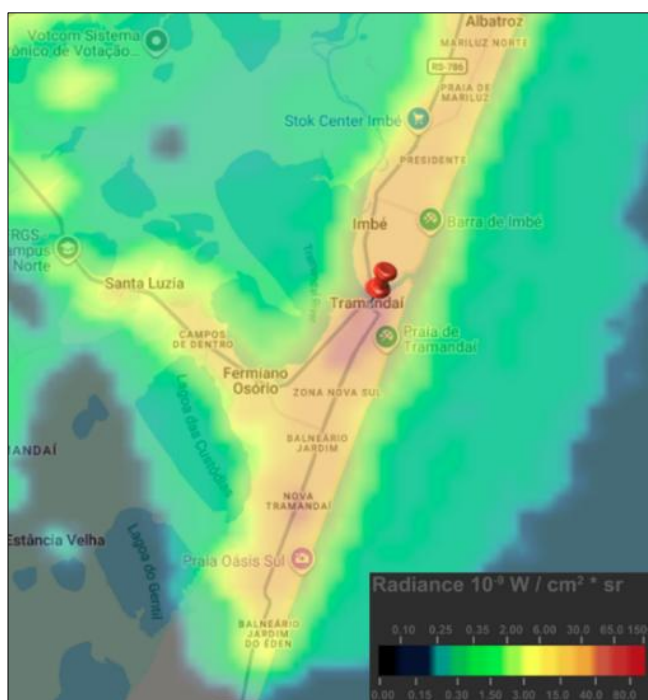
Nas figuras a seguir é possível verificar os níveis de poluição luminosa no Município.

Figura 7 - Mapeamento da poluição luminosa no Município (Word Atlas 2015)



Fonte: www.lightpollutionmap.info. Acesso em 25/02/2026

Figura 8 - Mapeamento da poluição luminosa no Município (VIIRS 2024)



Fonte: www.lightpollutionmap.info. Acesso em 25/02/2026

Como será visto adiante no presente relatório, parte considerável da poluição luminosa do Município pode ser associada ao uso de luminárias com tecnologias diferentes da tecnologia LED. Isso pode ser corrigido por meio da modernização do parque de IP, inserindo a tecnologia LED juntamente com a potência correta para as vias, o que levará à redução do consumo de energia e à menor emissão de luz artificial na atmosfera.

3.3.6 Informações obtidas no trabalho de campo

Os parâmetros empregados nas simulações têm sua base nas informações fornecidas pelo cadastro de Iluminação Pública (IP) disponibilizado pela Prefeitura do município e/ou no Inventário da distribuidora de energia, assim como nos dados coletados durante o trabalho de vistoria em campo.

De acordo com o *Produto 1.4 – Diagnóstico Técnico-Operacional*, o trabalho de campo seguiu as diretrizes da Norma ABNT NBR 5426:1985 que estabelece planos e procedimentos para definição de amostragem, definindo assim uma amostra aleatória dos pontos de IP da rede municipal. Isso assegurou que os pontos

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

avaliados representassem de maneira significativa todo o parque, possibilitando a extrapolação dos resultados obtidos para toda a rede.

As informações coletadas durante o trabalho de vistoria em campo proporcionaram detalhes sobre as características das vias do município e os parâmetros de montagem nos pontos de IP. Esses dados serão fundamentais para o desenvolvimento dos projetos luminotécnicos no Dialux. Nesse cenário, alguns parâmetros são considerados imutáveis, sendo inviáveis ou apresentando custos elevados para modificações, tais como:

- Tipo de posteação;
- Distância entre postes;
- Largura da Via;
- Largura da Calçada;
- Classe de Iluminação de Veículos (ABNT NBR 5101:2024);
- Classe de Iluminação de Pedestres (ABNT NBR 5101:2024).

Por outro lado, alguns parâmetros são variáveis, conferindo maior flexibilidade e menor custo, como a altura de montagem da luminária, comprimento do braço e as curvas fotométricas. Os parâmetros coletados em campo foram empregados na definição de cada simulação no Dialux, conforme representado a seguir.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

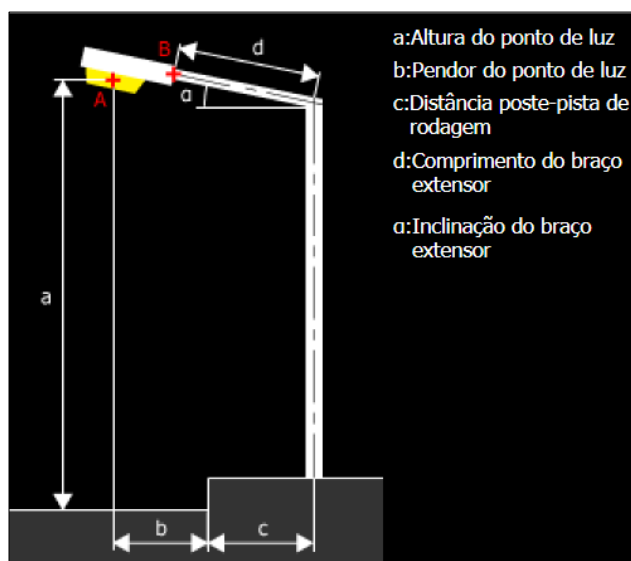
Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Figura 9 - Parâmetros Dialux³



Fonte: Dialux.

3.3.7 Norma ABNT NBR 5101

Conforme estabelecido na ABNT NBR 5101:2024, os critérios luminotécnicos para iluminação pública passaram a ser organizados a partir das classes M (vias motorizadas), C (áreas de conflito) e P (áreas destinadas prioritariamente a pedestres), incorporando parâmetros adicionais voltados à segurança viária, ao conforto visual e à possibilidade de reconhecimento facial em ambientes urbanos.

A norma define diferentes grandezas fotométricas de avaliação, conforme o tipo de via e o uso predominante, conforme descrito a seguir.

Classes M – Vias com Predominância de Tráfego Motorizado

As classes M são aplicáveis a vias destinadas majoritariamente à circulação de veículos automotores, sendo avaliadas a partir de parâmetros baseados em luminância, por melhor representarem a percepção visual do motorista.

³Na simulação no Dialux, o tamanho do braço (boom length) é determinado pela soma do recuo do poste (pole distance from road way) e da projeção da luminária ao longo da via, medida a partir da calçada (light overhang).

Os principais parâmetros são:

- **Luminância Média Mínima (L_{med}):** Representa o valor médio da luminância da superfície da via, expresso em cd/m^2 , calculado sobre a área de rolamento. Este parâmetro está diretamente associado à visibilidade dos obstáculos e à leitura do traçado viário pelo condutor. Quanto maior o valor em cd/m^2 , melhor tende a ser a visibilidade da via;
- **Uniformidade Global (U_0):** Corresponde à razão entre a luminância mínima e a luminância média da via, indicando o grau de homogeneidade da iluminação ao longo da superfície iluminada. É um índice adimensional (varia de 0 a 1), sendo que valores mais próximos de 1 indicam maior uniformidade;
- **Uniformidade Longitudinal (UI):** Avalia a variação da luminância ao longo do eixo longitudinal da via, sendo fundamental para evitar oscilações abruptas de brilho que prejudiquem a adaptação visual do motorista durante o deslocamento. Também é um índice adimensional (varia de 0 a 1), onde os valores mais próximos de 1 indicam menor variação de luminância ao longo do percurso.

Os valores mínimos de luminância média (L_{med}), uniformidade global (U_0) e uniformidade longitudinal (UI), bem como os limites de incremento de limiar (TI), para cada classe M (M1 a M6), encontram-se definidos conforme tabela abaixo.

Tabela 8 – Classe M

Classe	L_{med} (cd/m^2)	U_0	UI
M1	2,00	0,40	0,65
M2	1,50	0,40	0,65
M3	1,00	0,40	0,60
M4	0,75	0,40	0,35
M5	0,50	0,35	0,35
M6	0,30	0,35	0,35

Fonte: ABNT NBR 5101:2024.

Classes C – Áreas de Conflito

As classes C são aplicáveis a áreas onde há conflito entre diferentes fluxos, como cruzamentos, interseções, rotatórias, travessias e acessos, sendo avaliadas prioritariamente com base em iluminância.

Os principais parâmetros são:

- Iluminância Média Mínima ($\bar{E}_{med}$): Representa a quantidade média de luz incidente sobre o plano horizontal da área de conflito, expressa em lux (lx), garantindo adequada percepção dos usuários e leitura dos elementos viários. Quanto maior o valor em lux, maior o nível de iluminação disponível na superfície,
- Uniformidade (U_0): Indica a homogeneidade da distribuição luminosa na área avaliada, calculada pela razão entre a iluminância mínima e a iluminância média. É um índice adimensional (sem unidade), variando entre 0 e 1, sendo valores mais próximos de 1 indicativos de melhor uniformidade.

Os valores mínimos de iluminância, uniformidade e limites de incremento de limiar para as classes C0 a C5 seguem conforme tabela normativa anexa.

Tabela 9 – Classe C

Classe	$\bar{E}_{med}$ (lx)	U_0 (E)
C0	50	0,38
C1	30	0,38
C2	20	0,28
C3	15	0,18
C4	10	0,18
C5	7,5	0,18

Fonte: ABNT NBR 5101:2024.

Classes P – Áreas Destinadas a Pedestres

As classes P são aplicáveis a calçadas, praças, parques, áreas de lazer, passeios públicos e demais espaços de circulação prioritária de pedestres, sendo avaliadas com base em iluminância horizontal e vertical.

Os principais parâmetros são:

- **Iluminância Média Horizontal (Emed horizontal):** Representa o valor médio da iluminância incidente no plano horizontal, expresso em lux (lx), assegurando condições adequadas de visibilidade e orientação espacial para o pedestre. Quanto maior o valor em lux, maior o nível médio de iluminação disponível na área;
- **Iluminância Mínima Horizontal (Emin horizontal):** Indica o menor valor de iluminância no plano horizontal, expresso em lux (lx), garantindo que não existam zonas excessivamente escuras que comprometam a segurança e o conforto visual. Valores mais elevados reduzem pontos de sombra e melhoram a uniformidade percebida;
- **Iluminância Vertical Mínima (Ev) (quando aplicável):** Corresponde ao menor valor de iluminância incidente em um plano vertical, expresso em lux (lx), sendo utilizada em locais onde há necessidade de reconhecimento facial. Quanto maior o valor, melhores as condições para identificação de pessoas e funcionamento de sistemas de videomonitoramento.

Os valores mínimos exigidos para cada classe P (P1 a P6), bem como os critérios adicionais de iluminância vertical, estão estabelecidos conforme tabela normativa anexa.

Tabela 10 – Classe P

Classe	Emed horizontal (lx)	Emin horizontal (lx)	Ev (lx)
P1	20	4,0	6,0
P2	15	3,0	5,0
P3	10	2,0	3,0
P4	7,5	1,5	2,5
P5	5,0	1,0	1,5
P6	3,0	0,6	1,0

Fonte: ABNT NBR 5101:2024.

3.4 Resultados das Simulações Luminotécnicas

A fim de indicar soluções a serem adotadas para a modernização e adequação da rede de iluminação pública aos padrões da ABNT NBR 5101:2024, foram feitas simulações luminotécnicas das vias inspecionadas no trabalho de campo, utilizando fotometrias de luminárias LED de três diferentes fornecedores, com eficiência mínima de 140 lúmens/watt. Os logradouros foram estruturados e simulados utilizando o software Dialux EVO.

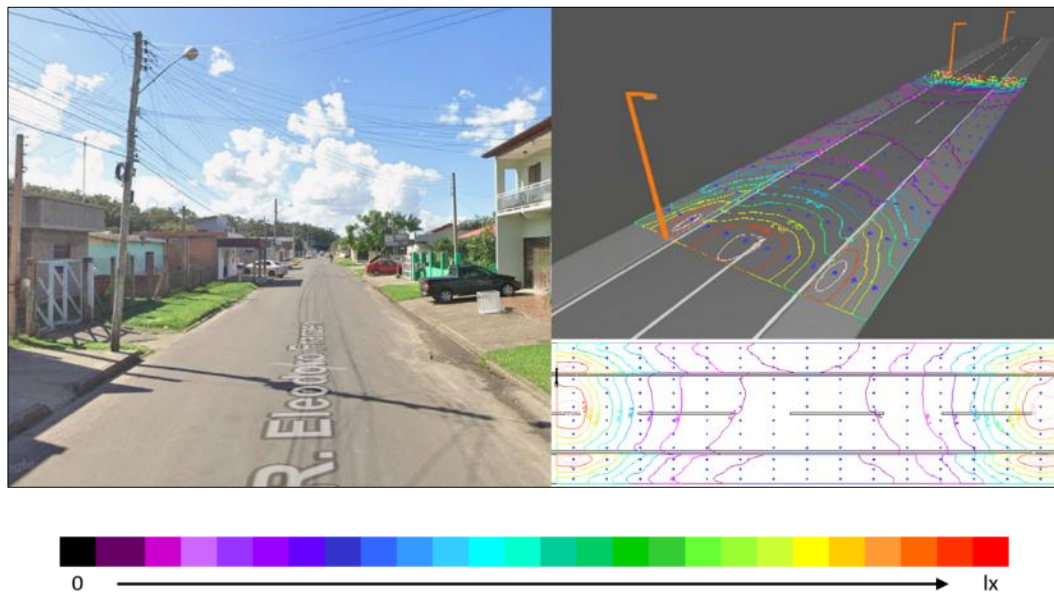
Vale ressaltar que durante a definição da solução de iluminação pública, é possível ser constatada a demanda de adequações estruturais ou acréscimos de pontos de iluminação pública para atingir os padrões normativos desejados.

A partir dos resultados das simulações luminotécnicas, pode-se extrapolar as soluções adotadas para todo o parque de IP restante. Desse modo, é possível se definir, em caráter de cenário referencial, todos os custos da modernização e efficientização de rede de IP, bem como os resultados de efficientização, carga instalada, consumo, quantidade de alterações estruturais e adições de novos pontos.

3.4.1 Simulações

A seguir, apresenta-se alguns exemplos de vias simuladas no software Dialux Evo, sendo possível observar uma imagem real do logradouro; uma visão superior da sua simulação, em duas dimensões; e um modelo em três dimensões da simulação. Sendo exemplificadas pela Rua Eleodoro Franzen (Classificação Viária C3), Av. Minas Gerais (Classificação Viária C4) e Rua Artur Hoffmeister (Classificação C5).

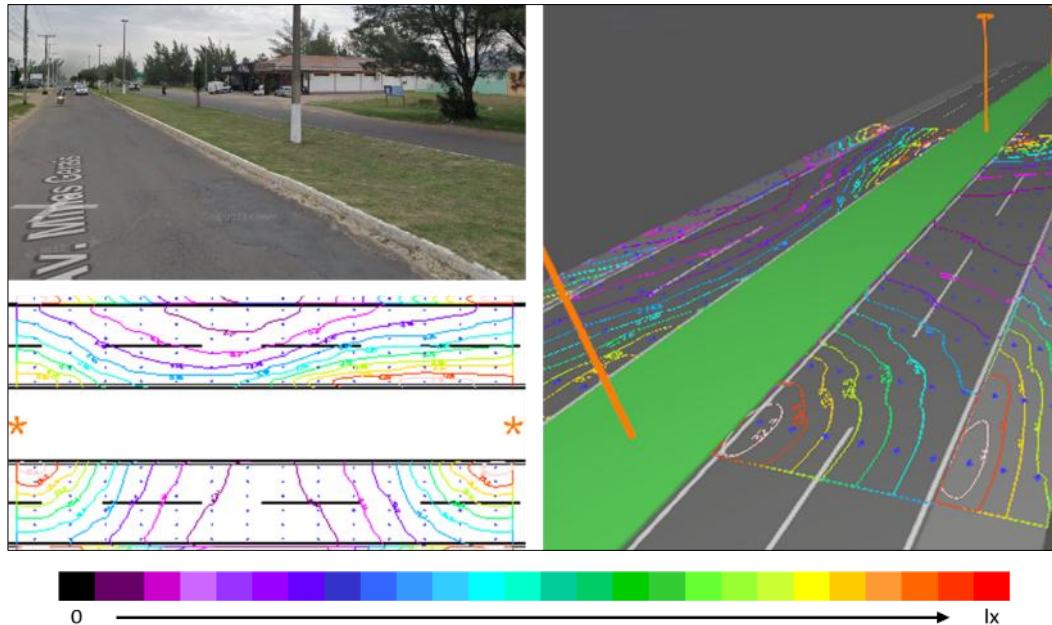
Figura 10 - Planta Esquemática Posteação Unilateral na Rua Eleodoro Franzen



Fonte: Google Maps e Dialux. Elaborado por Houer Concessões (2026).

A figura apresenta a configuração de posteação unilateral ao longo da via. As linhas coloridas representam curvas de igual iluminância (isolux), indicando a distribuição da luz sobre a superfície viária. A escala de cores na base da figura demonstra a variação dos níveis de iluminância. Esse tipo de representação permite visualizar como a luz se distribui ao longo da via e identificar regiões com maior ou menor incidência luminosa.

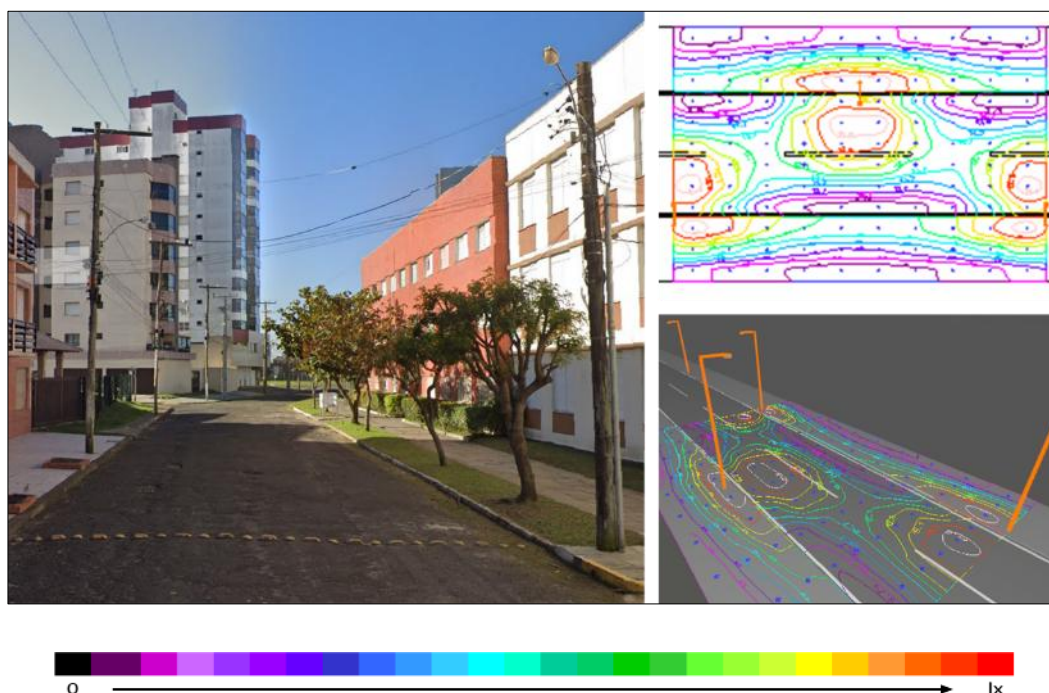
Figura 11 - Planta Esquemática Posteação Canteiro Central na Av. Minas Gerais



Fonte: Google Maps e Dialux. Elaborado por Houer Concessões (2026).

De modo semelhante a figura anterior apresenta a configuração de posteação em canteiro central ao longo da via. Dessa vez, as linhas indicam a distribuição da luz sobre a superfície viária de ambos os lados das vias.

Figura 12 - Planta Esquemática Posteação Bilateral Frontal na Rua Artur Hoffmeister



Fonte: Google Maps e Dialux. Elaborado por Houer Concessões (2026).

Por fim, a figura apresenta a configuração de posteação bilateral frontal, com luminárias dispostas em ambos os lados da via. As linhas coloridas representam curvas de igual iluminância (isolux), evidenciando a distribuição da luz ao longo da via e da calçada. Esse tipo de representação permite compreender como a iluminação se distribui na via.

3.4.2 Premissas para Parâmetros de Montagem

Como mencionado anteriormente, a solução de iluminação adotada pode se referir tanto à substituição da tecnologia existente por uma luminária LED quanto à substituição e/ou adequação de tecnologia existente associada à alteração de parâmetros estruturais da rede de iluminação pública na via em questão. Nesse sentido, apresenta-se a seguir a metodologia utilizada nas simulações:

- Nos casos em que haverá substituição da luminária, a solução primária a ser avaliada é a alteração da luminária atual da via por luminárias de tecnologia LED com diferentes características técnicas.

- Nos casos em que a solução de iluminação LED de um fornecedor não atender os requisitos normativos mínimos da ABNT NBR 5101:2024, avalie-se o ajuste angular na inclinação da luminária, limitando-se à faixa recomendada na referida norma, entre 0° e 10°.
 - Quando o ajuste angular se mostrar necessário, o cadastro técnico da rede de iluminação pública deve possuir referida informação, com o intuito de auxiliar equipes de modernização durante a instalação das luminárias.
- Quando o ajuste não se mostrar capaz de atender à norma, propõe-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 em análise. Os braços de iluminação pública utilizados nos projetos luminotécnicos foram definidos a partir dos padrões verificados no trabalho de campo.

Tabela 11 - Tipologia de braços de IP utilizados

Definição	Projeção [m]	Altura da luminária [m]
Curto I	1,20	6,50
Curto II	1,40	6,50
Médio I	1,80	7,00
Médio II	2,40	7,50
Longo I	2,80	8,00
Longo II	3,50	8,50

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

- Caso as soluções previamente apresentadas não sejam suficientes para atenderem à norma, entende-se necessária a inclusão de novos pontos de iluminação pública, visando à correção de regiões com níveis inadequados de iluminância, o que se dará mediante:
 - Iluminação de segundo nível somente com adição de braço e luminária no mesmo poste onde se encontra a iluminação viária (ABS);

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- Adição de braço de iluminação pública e luminária em postes de distribuição já existentes, nos quais ainda não existam iluminação pública (AB);
- Troca de suporte que comporte 2 luminárias para suporte que comporte 4 luminárias (TS);
- Adição de poste pedonal para proporcionar adequação da iluminação pública em vias de pedestres (APS);
- Adição de novos postes:
 - Poste com rede de distribuição aérea com iluminação pública compartilhada à distribuição de energia elétrica (APC);
 - Poste com rede de distribuição aérea destinado exclusivamente à iluminação pública (APEA).
 - Adição de poste com rede de distribuição subterrânea, destinado exclusivamente à iluminação pública (APES).

É importante reiterar que a adição de novos pontos de IP é uma alternativa que é somente utilizada no caso de todos os ajustes luminotécnicos previamente mencionados não resultarem no atendimento aos padrões da ABNT NBR 5101:2024. As simulações luminotécnicas são executadas seguindo sempre a ordem de ajustes apresentada neste item.

3.4.3 Resultados das Simulações

Nas tabelas a seguir serão apresentados os principais resultados das simulações para o parque de iluminação pública do Município, considerando a média dos fornecedores de luminárias LED avaliados. O detalhamento das premissas consideradas para as simulações pode ser visualizado no Anexo I – Informações do Trabalho de Campo.

A tabela a seguir apresenta a comparação entre a carga média instalada por ponto de iluminação e a perspectiva de efficientização, segundo o resultado das simulações, para cada fornecedor. A efficientização média por fornecedor é calculada com base na potência média atual dos pontos amostrados (135W) em comparação com a potência média simulada.

Tabela 12 - Resultado geral das simulações luminotécnicas⁴

Resultado	Carga média simulada por ponto [W]	Eficientização Média das Simulações
Fornecedor A	49,38	63,42 %
Fornecedor B	45,83	66,38 %
Fornecedor C	44,67	66,91 %
Média	46,62	65,46 %

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Ressalta-se que os pontos de iluminação pública para expansão não são considerados no percentual de efficientização, pois consistem em demandas variáveis que não serão, obrigatoriamente, executadas periodicamente conforme o quantitativo previsto.

Considerando o resultado médio dos fornecedores apresentado na tabela anterior, a tabela a seguir apresenta a composição da rede de IP modernizada por faixa de potência dos pontos de Iluminação Pública, para os fornecedores avaliados.

Tabela 13 - Percentual de lâmpadas utilizadas nas simulações por faixa de potência

Faixa de Potência	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Até 30W	19%	10%	31%
31W-50W	31%	59%	33%
51W-70W	25%	15%	13%
71W-90W	9%	9%	7%
91W-110W	3%	0%	7%
111W-150W	6%	7%	7%
151W-200W	7%	0%	2%
> 200W	1%	0%	0%
Total	100%	100%	100%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

As diferenças de resultados por fornecedor que podem ser observadas na tabela acima decorrem principalmente das características fotométricas e construtivas

⁴ Fornecedores A, B e C correspondem, respectivamente, a LEDSTAR, Tecnowatt e SX LIGHTING.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

específicas de cada fornecedor, que influenciam a definição das potências aplicadas.

Conforme mencionado anteriormente, existem casos em que a substituição da tecnologia atual por uma luminária LED não é suficiente para atingir os requisitos normativos, portanto é necessário alterar os parâmetros estruturais de montagem (projeção do braço e altura de instalação da luminária). Os resultados para a variação desses parâmetros são apresentados na tabela a seguir. Ressalta-se que a definição de qual fornecedor será utilizado no projeto se dará na modelagem econômico-financeira onde será apresentado o estudo completo de custo-benefício dos itens apresentados no presente relatório.

**Tabela 14 - Resultado das alterações estruturais nas simulações
luminotécnicas**

Fornecedor	Quantidade de alterações estruturais	% de alterações estruturais
A	16	5,55%
B	27	6,22%
C	39	8,52%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

As diferenças decorrem das características fotométricas e construtivas específicas de cada fornecedor, impactando tanto a definição das potências quanto a necessidade de readequações estruturais.

Na tabela a seguir, apresenta-se o resultado das alterações estruturais dividido por tipo de local de iluminação sendo as vias principais (M1, M2, M3, C0, C1 e C2 e C3) e outras vias (M4, M5, M6, C4, C5 e Praças, parques e outros locais).

**Tabela 15 - Resultado das alterações estruturais nas simulações
luminotécnicas**

Fornecedor	Tipo de local	Quantidade de alterações estruturais	% de alterações estruturais
A	Vias principais	9	4,11%
	Outras vias	7	1,44%
B	Vias principais	7	2,20%

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Fornecedor	Tipo de local	Quantidade de alterações estruturais	% de alterações estruturais
	Outras vias	20	4,02%
C	Vias principais	8	2,61%
	Outras vias	31	5,91%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Reitera-se que as alterações estruturais são necessárias no caso em que o aumento da potência não é suficiente para atingir o atendimento aos critérios da ABNT NBR 5101:2024. Além disso, com a alteração estrutural, é possível reduzir a potência em um local onde a referida norma já está sendo atendida, proporcionando economia na conta de energia do Município.

Na tabela a seguir, pode-se visualizar um resumo dos resultados.

Tabela 16 – Resumo dos resultados das simulações luminotécnicas por fornecedor

Parâmetro	Tipo de local	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Carga média por ponto	Vias principais	105,30W	84,54W	98,94W
	Outras vias	39,86W	38,32W	37,67W
	Geral	83,49W	69,13W	78,52W
Meta de efficientização	Vias principais	31,63%	42,16%	33,27%
	Outras vias	67,05%	66,44%	68,33%
	Geral	43,43%	50,25%	44,96%
Alterações estruturais	Vias principais	74,03%	35,40%	30,63%
	Outras vias	25,69%	64,59%	69,36%
	Geral	27,35%	30,64%	41,99%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

3.4.4 Redução das Emissões de CO₂

É de grande importância a análise dos impactos da modernização e efficientização da rede de iluminação pública que se relacionam diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU⁵. Nesse sentido, pode-se

⁵ Os ODSs para a Agenda 2030 das Nações Unidas no Brasil podem ser consultados em << <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> >>. Acesso em 05/03/2026.

mencionar a relação entre a produção de energia elétrica e emissão de GEE (gases do efeito estufa), especialmente o CO₂, devido à queima de combustíveis fósseis.

A partir da modernização e efficientização da rede de iluminação pública municipal, a redução da carga total instalada resultará em um menor consumo de energia elétrica e, portanto, em menores emissões de CO₂ na atmosfera. O gráfico a seguir exibe a quantidade de CO₂ emitido⁶, em toneladas, por MWh consumido em Tramandaí nos anos de 2024 e 2025, considerando o consumo médio mensal apresentado no Diagnóstico Técnico-Operacional.

Os fatores de emissão de energia elétrica utilizados nos cálculos são provenientes da metodologia do GHG Protocol como podem ser observados na Tabela 17, considerando os valores mensais do Sistema Interligado Nacional (SIN). Esses coeficientes refletem a intensidade de carbono da geração de energia elétrica no período analisado, sendo amplamente adotados como referência para inventários de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. Considerando a efficientização prevista para o projeto, apresentada nesta seção, apresenta-se a seguir a previsão da redução das emissões de CO₂ no Município, ao longo da concessão, devido ao consumo de energia elétrica, no Gráfico 1.

⁶ Dados provenientes do Programa Brasileiro GHG Protocol. Disponível em <<
<https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol>
>>. Acesso em 05/03/2026.

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

Tabela 17 - Fator de Emissão do SIN anos de 2024 e 2025

Ano/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2024	0,0421	0,0376	0,0278	0,0195	0,0283	0,0365	0,0571	0,0739	0,0917	0,1127	0,0701	0,0564
2025	0,0237	0,0248	0,0215	0,0289	0,0309	0,0455	0,0603	0,0667	0,0563	0,068	0,0778	0,0486

Fonte: Dados do Programa Brasileiro GHG Protocol. Elaborado por Houer Concessões (2026).

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

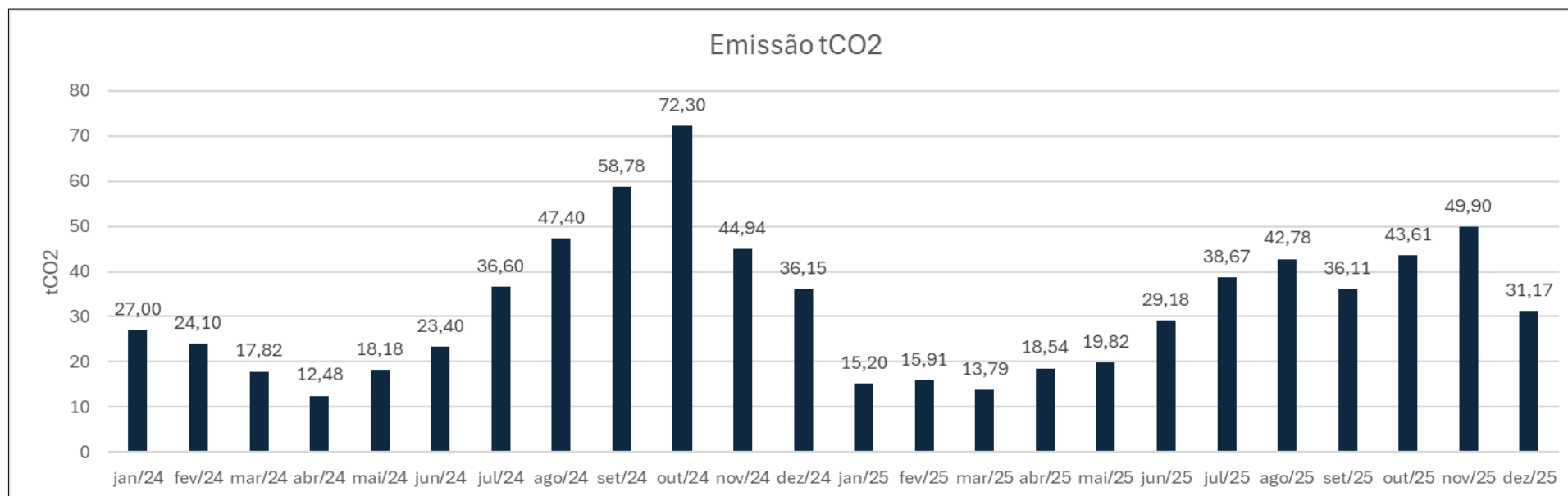
Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG
Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

Gráfico 1 – Emissão de tCO₂ devido ao consumo de energia elétrica [MWh] pela rede de IP do município



Fonte: Dados do Programa Brasileiro GHG Protocol e dados próprios. Elaborado por Houer Concessões (2026).

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

A partir desta premissa e considerando a redução no consumo de energia elétrica pode-se estimar a redução na emissão de CO₂ a partir da modernização e efficientização da rede de IP total dos 25 anos da concessão.

Figura 13 - Resultados ambientais da PPP



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).⁷

Na tabela a seguir, apresenta-se um resumo das informações apresentadas ao longo deste item.

Tabela 18 – Resumo do impacto ambiental da PPP

Parâmetro	Quantidade
Consumo mensal de energia da atual rede de IP	641,35 MWh
Redução do consumo mensal da rede de IP	242,24 MWh
Redução mensal das emissões de CO ₂	16,48 t
Redução anual das emissões de CO₂	197,77 t

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

⁷ Tela de fundo disponível em << <https://www.undp.org/destination-2030-accelerating-progress-sustainable-development-goals> >>. Acesso em 06/03/2026

3.5 Extrapolação das soluções luminotécnicas

Posteriormente à metodologia apresentada para a modernização e efficientização nos logradouros inspecionados, é importante extrapolar as soluções propostas para a rede de IP em sua totalidade. Nesse sentido, a metodologia de extrapolação das soluções luminotécnicas propostas para os locais inspecionados respeita a seguinte ordem de procedimentos:

- Definição do quantitativo de pontos de iluminação pública do inventário para vias de veículos e de pedestres, conforme apresentado no *Produto 1.4 - Diagnóstico Técnico-Operacional*;
- Distribuição dos pontos de iluminação pública do inventário por potência existente;
- Distribuição dos pontos de iluminação pública do inventário por classe de iluminação, com suas respectivas potências atuais;
- Definição da representatividade das soluções de iluminação pública propostas de cada fornecedor por potência e classe de iluminação, conforme o resultado das simulações;
- Extrapolação das soluções a partir da representatividade das proposições de cada fornecedor, por potência e por classe de iluminação, e da distribuição de pontos de iluminação pública do inventário por potência e classe de iluminação.

Por meio dessa extrapolação de soluções, pode-se estabelecer a quantidade de pontos de IP por classe de iluminação e por potência atual, propondo as melhores soluções definidas a partir das simulações luminotécnicas. Dessa forma, possibilita-se a estimativa da efficientização a ser obtida pela modernização e efficientização, em caráter referencial, bem como os quantitativos de alterações estruturais e correções de ponto escuro necessárias para se atingir os resultados luminotécnicos e energéticos obtidos.

Desse modo, utiliza-se a metodologia de extrapolação das soluções luminotécnicas a fim de se transmitir os resultados propostos para os logradouros da amostra inspecionada no trabalho de campo para a rede de IP em sua totalidade.

Cabe ressaltar que, pelo fato de o Município possuir parte da rede de IP composta por LEDs, também se fez necessária uma análise técnica da viabilidade da permanência dessas luminárias de acordo com as informações coletadas no trabalho de campo e disponibilizadas pelo Município.

3.5.1 Análise dos LEDs mantidos e substituídos

Inicialmente, a definição do quantitativo de luminárias LED a serem mantidas consideraria a avaliação do atendimento aos requisitos luminotécnicos para diferentes potências, com base nas amostras analisadas. Nos casos em que uma mesma potência apresentasse resultados distintos, seriam avaliadas as possibilidades de adequação por meio de ajustes estruturais, conforme configurações apresentadas na seção 3.4.2.

No entanto, diante da inexistência de informações consolidadas sobre processos de aquisição, especificações técnicas, histórico de instalação e condições operacionais do parque instalado, não é possível determinar, de forma tecnicamente consistente, a vida útil remanescente dos equipamentos.

Dessa forma, fica estabelecida, para fins deste estudo, a diretriz de substituição integral das luminárias existentes, independentemente das análises preliminares de desempenho, como medida para mitigação de riscos operacionais, garantia de desempenho luminotécnico e previsibilidade dos custos de manutenção ao longo do contrato.

A adoção de novas luminárias, definidas a partir de simulações luminotécnicas e critérios normativos aplicáveis a cada classe de iluminação, permitirá maior padronização tecnológica, eficiência energética e confiabilidade do sistema. Assim, o quantitativo de luminárias a ser implantado será definido com base na solução tecnicamente mais eficiente e economicamente viável para o atendimento integral dos requisitos normativos.

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

O resultado dessa metodologia, para cada classe de iluminação, é exibido nas tabelas a seguir.

Tabela 19 - Situação definida para as luminárias existentes em vias C0

Classe IP	Potência Atual	Quantitativo Atual	Luminária Mantida
C0	100	8	Não
C0	150	10	Não
C0	250	57	Não
C0	400	4	Não

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Tabela 20 - Situação definida para as luminárias existentes em vias C1

Classe IP	Potência Atual	Quantitativo Atual	Luminária Mantida
C1	30	4	Não
C1	32	3	Não
C1	50	265	Não
C1	100	309	Não
C1	150	113	Não
C1	200	3	Não
C1	250	603	Não
C1	400	2	Não

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Tabela 21 - Situação definida para as luminárias existentes em vias C2

Classe IP	Potência Atual	Quantitativo Atual	Luminária Mantida
C2	30	27	Não
C2	45	1	Não
C2	50	296	Não
C2	70	24	Não
C2	80	1	Não
C2	100	817	Não
C2	150	703	Não
C2	250	422	Não
C2	300	4	Não
C2	400	59	Não
C2	1000	3	Não

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Tabela 22 - Situação definida para as luminárias existentes em vias C3

Classe IP	Potência Atual	Quantitativo Atual	Luminária Mantida
C3	50	243	Não
C3	70	18	Não
C3	100	161	Não
C3	250	4	Não
C3	400	4	Não

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Tabela 23 - Situação definida para as luminárias existentes em vias C4

Classe IP	Potência Atual	Quantitativo Atual	Luminária Mantida
C4	50	527	Não
C4	70	150	Não
C4	100	3006	Não
C4	125	8	Não
C4	150	858	Não
C4	200	7	Não
C4	250	91	Não
C4	400	30	Não

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Tabela 24 - Situação definida para as luminárias existentes em vias C5

Classe IP	Potência Atual	Quantitativo Atual	Luminária Mantida
C5	5	6	Não
C5	7	1	Não
C5	10	1	Não
C5	12	1	Não
C5	15	1	Não
C5	20	1	Não
C5	25	2	Não
C5	30	54	Não

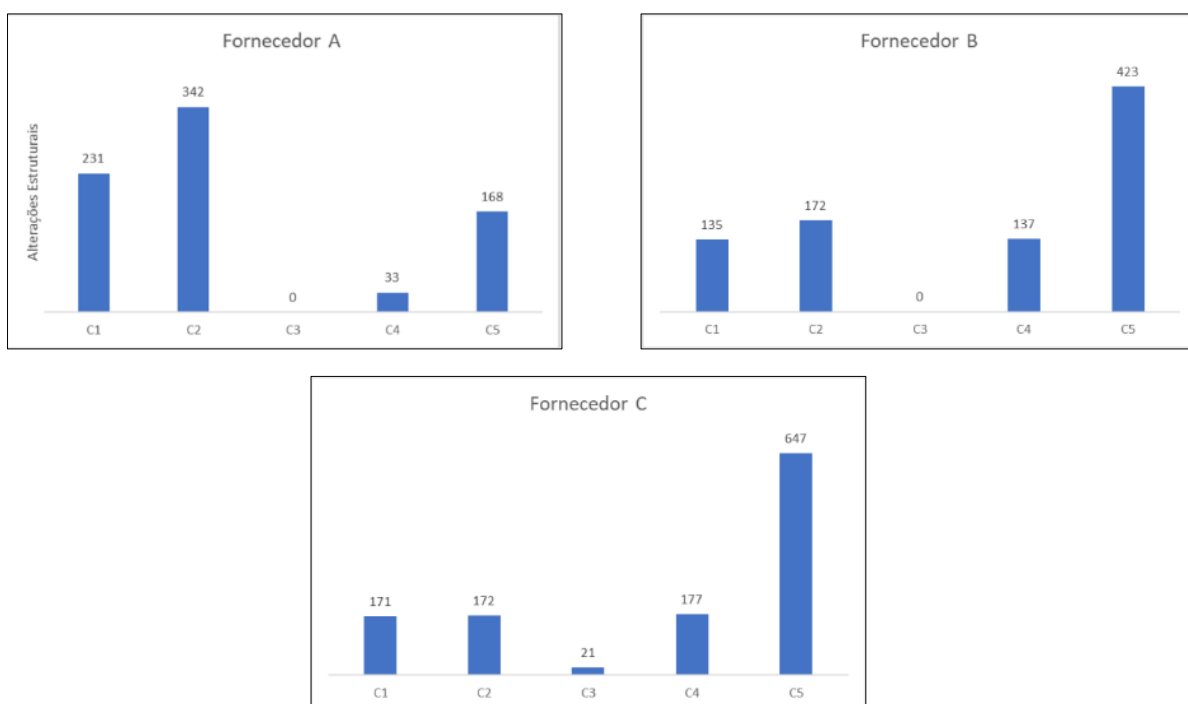
Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Classe IP	Potência Atual	Quantitativo Atual	Luminária Mantida
C5	32	10	Não
C5	40	1	Não
C5	42	2	Não
C5	45	1	Não
C5	50	414	Não
C5	60	2	Não
C5	70	151	Não
C5	100	2685	Não
C5	150	1007	Não
C5	250	368	Não

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Em resumo, recomenda-se a substituição de todos os pontos identificados, sendo para 79 (setenta e nove) pontos em C0, 1.302 (um mil, trezentos e dois) pontos em C1, 2.357 (dois mil, trezentos e cinquenta e sete) pontos em C2, 430 (quatrocentos e trinta) pontos em C3, 4.677 (quatro mil, seiscentos e setenta e sete) pontos em C4 e 4.708 (quatro mil, setecentos e oito) pontos em C5.

Gráfico 2 - Quantidade de alterações estruturais definidos por fornecedor



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Portanto, para as alterações estruturais para os fornecedores A, B e C, tem-se, respectivamente, os totais de 774 (setecentos e setenta e quatro), 867 (oitocentos e sessenta e sete) e 1.188 (um mil, cento e oitenta e oito).

3.5.2 Correção de pontos escuros (CPE)

Como solução secundária para atendimento à ABNT NBR 5101:2024, considera-se ainda a correção de pontos escuros (CPE), caracterizada pela necessidade de inclusão de novos pontos de iluminação em logradouros já atendidos por iluminação pública, mas que, devido à configuração existente, não atingem os parâmetros luminotécnicos mínimos exigidos.

Nesses casos, mesmo com a substituição de luminárias ou ajustes de configuração (altura, avanço ou potência), não é possível alcançar os níveis normativos, tornando necessária a implantação de novos pontos em posições distintas das existentes, de modo a complementar a distribuição luminosa e garantir o atendimento integral aos requisitos da norma.

Para extrapolação das zonas de CPEs, contabiliza-se os números de pontos adicionados aos logradouros inspecionados e, posteriormente, calcula-se a representatividade de cada uma das CPEs em relação ao quantitativo de pontos existentes para cada classe de iluminação. Desse modo, a execução de CPEs ocasiona em um aumento do número de pontos a serem implantados na Fase 2 da PPP. A tabela a seguir apresenta as tipologias apuradas, correspondentes à solução de cada fornecedor definido, conforme elencado pelo item 3.4.2.

Tabela 25 - Resultados de CPE

Classe	Tipo de CPE	Tipo de Braço	Fornecedor A		Fornecedor B		Fornecedor C	
			Qtd.	Pot [W]	Qtd.	Pot [W]	Qtd.	Pot.[W]
C1	APEA	Médio II	22	140	23	100	22	120
C1	APEA	Curto II	22	140	46	200	65	120
C1	APEA	Longo II	22	140	-	-	-	-
C1	APES-2	Médio II	-	-	23	100	22	120
C2	APEA	Longo II	-	-	26	70	25	80
C2	APES-2	Longo I	-	-	26	70	-	-

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

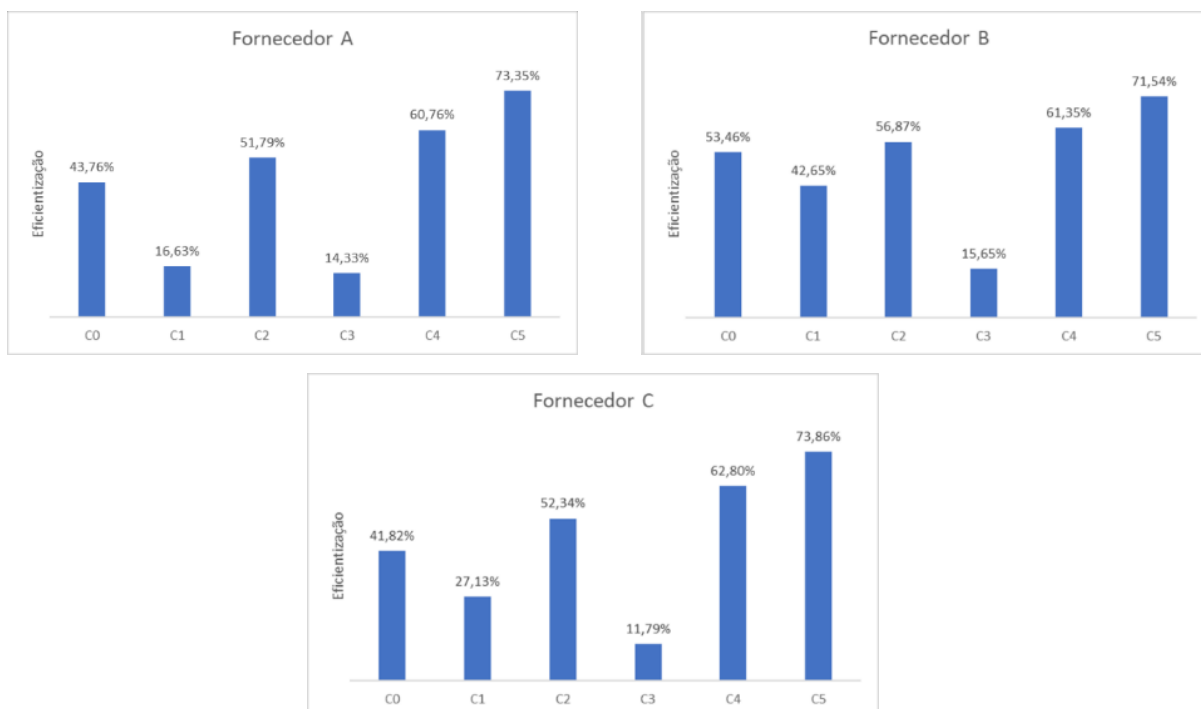
C4	APEA	Médio II	-	-	-	-	49	50
C4	APEA	Curto II	-	-	-	-	49	50
C1	ABS-L2	Médio I	-	-	47	100	43	120

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

3.5.3 Resultados da efficientização do parque de IP a partir das extrapolações

Por meio da extrapolação das soluções propostas pelos fornecedores selecionados para cada classe de iluminação e do aumento de potência em decorrência das correções de pontos escuros, foi calculada a efficientização obtida para cada um dos fornecedores e classe de iluminação. Os valores de efficientização são apresentados pelo gráfico a seguir.

Gráfico 3 - Resultados de efficientização obtidos por fornecedor



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Nota-se que C4 e C5 tiveram, em todos os cenários, percentuais de efficientização alto quando comparados às demais vias. Isso se deve tanto ao fato de que essas classes exigem menos potências elevadas para que haja o atendimento pleno à ABNT NBR 5101:2024 quanto à necessidade de adição de pontos para correção de pontos escuros em alguns casos. A partir disso, pelo fato de a potência atual ter

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

sido reduzida drasticamente em comparação com a potência proposta do estudo em questão a eficiência global se manteve em um nível satisfatório.

A seguir apresentam-se os cálculos da eficiência total da rede de iluminação viária, considerando os fornecedores definidos para cada classe.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

Tabela 26 - Resultado de efficientização para a iluminação viária no Município

Classe	Potência Atual [W]	Fornecedor A		Fornecedor B		Fornecedor C	
		Pot Proposta [W]	Efficientização	Pot Proposta [W]	Efficientização	Pot Proposta [W]	Efficientização
C0	20.368	11.455	43,76%	9.480	53,46%	11.850	41,82%
C1	236.776	197.395	16,63%	135.790	42,65%	172.543	27,13%
C2	380.892	183.631	51,79%	164.263	56,87%	181.529	52,34%
C3	29.144	24.969	14,33%	24.584	15,65%	25.709	11,79%
C4	540.028	211.930	60,76%	208.729	61,35%	200.876	62,80%
C5	540.028	161.370	73,35%	153.692	71,54%	158.266	73,86%
Total	1.747.236	790.750	43,43%	696.538	50,25%	750.773	44,96%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG
Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

HOUER
Impactando Gerações

 grupohouer
 company/houer
 grupohouer
 houer.com.br

Além disso, considerando os resultados das Vias Principais (C0, C1, C2 e C3) e Outras Vias (C4 e C5), estimou-se, segundo análise de potência total das classificações e levantamento do quantitativo de cada uma delas, uma carga média por ponto de 90,31 W e 49,25 W, respectivamente.

A análise e a definição da opção mais vantajosa, em termos de menor investimento para alteração estrutural, correção de pontos escuros e modernização, são atribuídas ao relatório econômico-financeiro. Nesse relatório avaliar-se-á o cenário mais vantajoso sobre o ponto de vista econômico, uma vez que tecnicamente todas as opções cumprem integralmente aos requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2024.

3.6 Ciclovias e Ciclofaixas

Dentro do escopo da iluminação viária, também está incluída a iluminação de ciclovias e ciclofaixas, que apresentam seus próprios parâmetros mínimos de iluminância e uniformidade. Nesse sentido, primeiramente, é necessário se ter uma definição dessas duas possíveis estruturas viárias para ciclistas, que se encontra a seguir:

- **Ciclovias:** pista própria destinada à circulação de ciclos, separada fisicamente do tráfego comum, sendo uma área em nível ou desnível com relação à pista de rolamento, e separado por elemento físico segregador, tais como: canteiro e área verde.
- **Ciclofaixa:** parte da faixa de rolamento ou calçada destinada à circulação exclusiva de ciclos delimitada por sinalização viária, podendo ter piso diferenciado e ser implantada no mesmo nível da pista de rolamento ou da calçada.

3.6.1 Requisitos de Iluminação para Ciclovias e Ciclofaixas

Como mencionado anteriormente, ciclovias e ciclofaixas possuem seus próprios padrões normativos de iluminância e uniformidade, conforme ABNT NBR 5101:2024. Considerando as diferenciações entre ciclovias e ciclofaixas, e a

convivência dos ciclos nesta última de forma mais próxima aos veículos, e consequentemente, um maior risco à segurança de todos utilizando as vias, faz-se necessária a temperatura de cor distinta a iluminância viária, recomendando-se 4.000K.

Os níveis exigidos para a iluminância média horizontal (Emed horizontal), iluminância mínima horizontal (Emin horizontal) e, se necessário reconhecimento facial, iluminância vertical mínima (Ev), conforme apresentado abaixo.

Tabela 27 – Classe P - Requisitos para Ciclovias e Ciclofaixas

Classe	Emed horizontal (lx)	Emin horizontal (lx)	Ev (lx)
P1	20	4,0	6,0
P2	15	3,0	5,0
P3	10	2,0	3,0
P4	7,5	1,5	2,5
P5	5,0	1,0	1,5
P6	3,0	0,6	1,0

Fonte: ABNT NBR 5101:2024.

3.6.2 Estudo Referencial para Ciclovias

Durante o trabalho de campo, foram vistoriados 3 logradouros com ciclovias e ciclofaixas e, portanto, foram feitas simulações luminotécnicas visando propor soluções de iluminação pública que atendam aos parâmetros definidos em norma, levando em consideração que são classificadas como P.

Nas figuras a seguir, exemplifica-se a montagem e a simulação desses locais.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Figura 14 - Ciclofaixa na Avenida Beira Mar



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Figura 15 - Ciclovia Avenida Emancipação



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

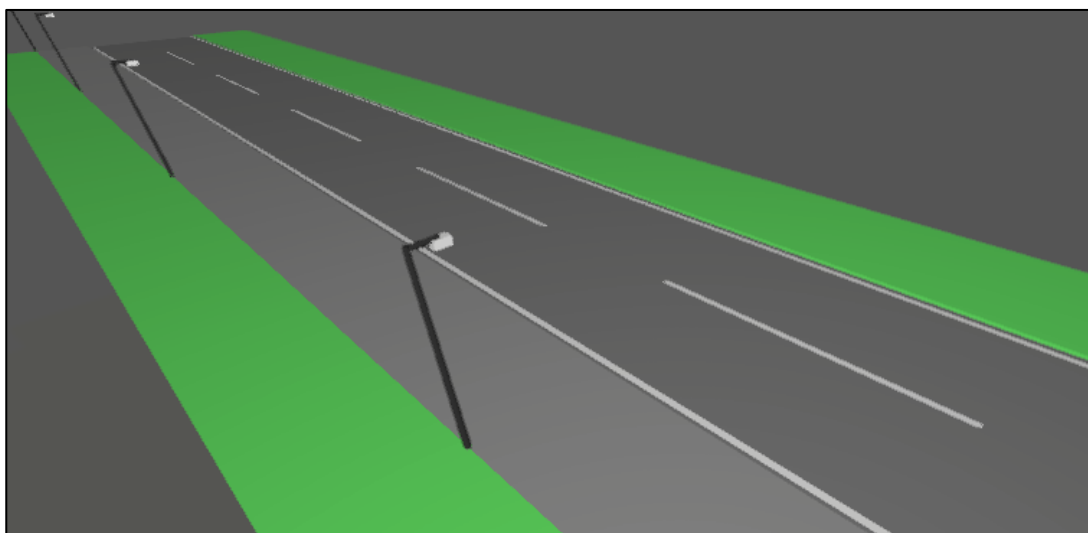
Figura 16 - Ciclovía na Avenida Fernandes Bastos



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

A abordagem adotada para a iluminação das ciclovias e ciclofaixas é semelhante à utilizada para as vias de veículos, com a instalação de postes exclusivos ao longo da extensão delas. Propõe-se a instalação de estruturas de iluminação ao longo de todo o trecho, conforme ilustrado abaixo.

Figura 17 - Ilustração para iluminação de Ciclovias

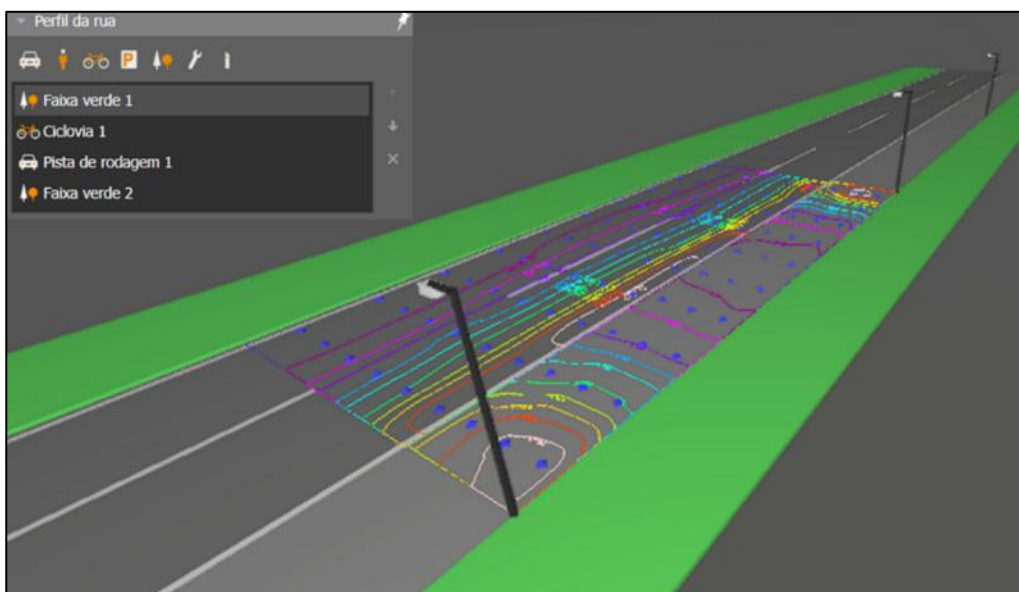


Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Utilizando o software Dialux, foram avaliados os resultados luminotécnicos das ciclovias como parte dos estudos de engenharia, garantindo o atendimento aos

requisitos de iluminação previamente estabelecidos. A imagem abaixo ilustra o estudo desenvolvido.

Figura 18 - Estudo de Engenharia para Ciclovias e Ciclofaixas



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

A figura apresenta o estudo luminotécnico aplicado a ciclovias e ciclofaixas, evidenciando a distribuição da iluminância ao longo da via e das áreas adjacentes. A simulação demonstra como a configuração da luminária influencia a cobertura luminosa tanto na pista de rolamento quanto na infraestrutura cicloviária, permitindo avaliar a abrangência da iluminação nesses diferentes espaços.

Considerando as análises realizadas, sugerimos a implementação da iluminação em ciclovias utilizando postes com espaçamento de 20,0 metros entre eles e altura de instalação das luminárias de 4,0 metros. Essa recomendação é respaldada pelos resultados predominantes nos estudos de amostra e em conformidade com as infraestruturas de iluminação pública instaladas pela prefeitura para as ciclovias existentes. No que diz respeito à potência das luminárias LED, os dados obtidos para atender aos requisitos de iluminação da Classe P, são os seguintes:

Tabela 28 - Resultado de engenharia para Ciclovias e Ciclofaixas

Fornecedor	Potência por Classe [W]					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
A	28	28	17	17	17	17
B	31	31	22,5	22,5	22,5	22,5
C	30	30	27	27	27	27
Mediana Fornecedores	30	30	22,5	22,5	22,5	22,5

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Na tabela abaixo, estão exibidas ciclovias e ciclofaixa presentes e encontradas do Município.

Tabela 29 - Dimensionamento Ciclovias para Instalação de IP

Logradouro	Latitude	Longitude	Classificação	Extensão (km)
Avenida Beira Mar	-29.991031	-50.126212	P5	3,375
Avenida Emancipação	-29.995834	-50.144083	P5	0,97
Avenida Fernandes Bastos	-30.001024	-50.153860	P5	2,378
Extensão Total de Ciclovias e Ciclofaixas				6,723

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

3.7 Faixa de Pedestre

Uma intervenção que também foi avaliada para inclusão no escopo de modernização e efficientização da rede de IP do Município é a instalação de iluminação pública específica para faixas de pedestres.

Iluminar uma faixa de pedestre é crucial para a segurança das pessoas. A iluminação adequada torna os pedestres mais visíveis para os motoristas, especialmente à noite ou em condições climáticas adversas, como chuva ou neblina. Isso reduz significativamente o risco de acidentes, pois os condutores têm maior probabilidade de identificar e reagir a pedestres que estejam atravessando a faixa. Além disso, uma faixa de pedestre bem iluminada pode encorajar mais pessoas a atravessar nas áreas designadas, aumentando a segurança geral do trânsito.

É essencial esclarecer que o georreferenciamento dessas faixas não foi disponibilizado, e a metodologia mencionada em 3.7.2 foi estabelecida para determinar o número de faixas de pedestres que receberão iluminação exclusiva.

3.7.1 Requisitos de Iluminação para Faixa de Pedestres

Para garantir a segurança e visibilidade adequadas nas faixas de pedestres, é crucial seguir as normas nacionais e internacionais para iluminação. O índice de iluminância média mínima vertical, medido em lux (lx), é um parâmetro importante que deve ser atendido. Os níveis exigidos para a iluminação média mínima vertical variam conforme a ABNT NBR 5101:2024.

Tabela 30 - Resumo para faixa de pedestres conforme norma

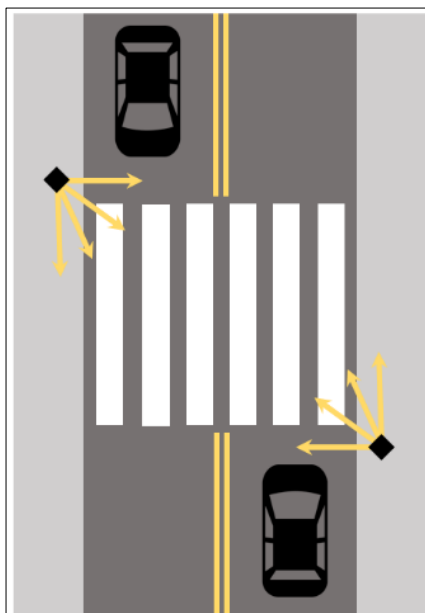
Aspecto Avaliado	Requisito / Condição Normativa
Iluminância vertical média mínima	≥ 20 lux, medida a 1,5 m de altura da superfície da via
Iluminância vertical média elevada	≥ 30 lux, quando houver condições específicas de risco
Iluminância horizontal média	Deve ser superior à iluminância média da via multiplicada por 1,75
Temperatura de cor correlata (Tcp)	Deve ser superior à utilizada na via adjacente

Fonte: Elaborado por Houer (2026). ABNT NBR 5101:2024.

3.7.2 Estudo Referencial para Faixas de Pedestres

A abordagem adotada para a iluminação de faixas de pedestres envolve a instalação de luminárias específicas destinadas a iluminar as travessias. Essas luminárias serão montadas em postes exclusivos de IP, posicionados de acordo com a direção do fluxo dos veículos. O objetivo é proporcionar iluminação adequada à faixa de pedestres, contribuindo para o conforto visual dos motoristas. Será planejada a instalação para cada faixa de pedestre, contemplando luminárias, alturas correspondentes e outros componentes essenciais, conforme esquematizado abaixo.

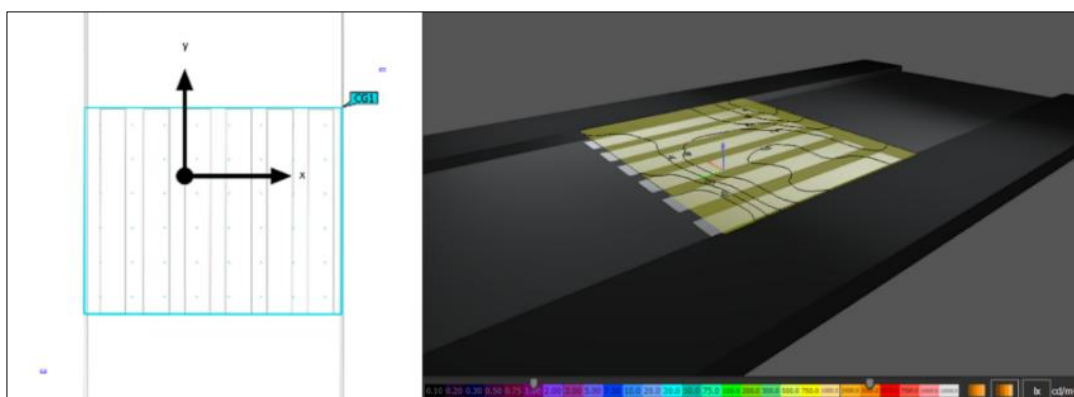
Figura 19 - Ilustração para iluminação de Faixas de Pedestres



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Utilizando o software Dialux, foram avaliados os resultados luminotécnicos para as faixas de pedestres, conforme os requisitos de iluminação previamente estabelecidos nos estudos de engenharia, levando em consideração a simetria do feixe luminoso, e suas potências específicas. A imagem a seguir exemplifica o trabalho realizado.

Figura 20 – Estudo de Engenharia para Faixas de Pedestres



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Com base nos estudos realizados, foi possível determinar a potência das luminárias LED a serem instaladas, garantindo o cumprimento dos requisitos de iluminação

estabelecidos na ABNT NBR 5101:2024. O resultado a seguir contempla o cenário para atendimento aos índices mínimos de iluminância vertical média igual ou superior a 30 lux, sendo o máximo definido por norma, e a iluminância média horizontal, multiplicada por 1,75 da exigência média da via.

Tabela 31 - Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres

Fornecedor	Largura Via 5,0m	Largura Via 7,0m	Largura Via 9,0m	Média Fornecedores
A	35,00 W	52,00 W	52,00 W	46,33 W
B	50,00 W	50,00 W	50,00 W	50,00 W
C	40,00 W	60,00 W	60,00 W	53,33 W
Média por Largura de Via	41,67 W	54,00 W	54,00 W	49,89 W

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Como forma de dimensionamento da quantidade de Faixas de Pedestres para implantação de uma iluminação exclusiva, conforme tabela abaixo, considerou-se a extensão das Vias C1, C2 e C3 e uma distância de 1 (um) km entre as faixas de pedestres, totalizando 92 (noventa e duas) faixas de pedestres a serem iluminadas de forma exclusiva no Município, sendo cada faixa composta por 2 estruturas com luminárias, totalizando 184 pontos de iluminação pública exclusiva para as faixas de pedestre.

Tabela 32 – Estimativa quantidade de Faixas de Pedestres

Premissa	Valor
Extensão estimada para C1	23,34 km
Extensão estimada para C2	54,23 km
Extensão estimada para C3	12,68 km
Distância média entre Faixas de Pedestres	1 km
Quantidade de Faixas de Pedestres	92 un.

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

3.8 Iluminação Especial - IE

A Iluminação Especial relaciona-se com áreas voltadas para bens culturais apontadas pelo município, tais como igrejas, monumentos, museus, entre outros.

A seguir são apresentadas as diretrizes gerais relacionadas à Iluminação Especial para o contexto do município, as quais são consideradas como complementares às diretrizes previamente descritas no item 3.3.

- **Facilitar a compreensão do patrimônio e do ambiente onde se encontra:** a legibilidade na iluminação de bens culturais é crucial para transmitir e comunicar sua história, originalidade e singularidade aos espectadores. A iluminação não apenas destaca a beleza arquitetônica e artística, mas também atua como um meio de facilitar a compreensão do contexto histórico e cultural. Ao iluminar paisagens, edifícios ou monumentos, é fundamental considerar como os elementos luminosos ajudarão na percepção e no reconhecimento desses bens. Os aspectos como volumes, cores e texturas dos materiais das fachadas e monumentos devem ser realçados de maneira a facilitar a compreensão do observador sobre a importância e a essência do bem cultural.
- **Realçar, organizar e classificar o patrimônio:** a iluminação dos elementos de uma paisagem urbana não apenas valoriza, mas também preserva o significado histórico dos monumentos. Dentro desse contexto de preservação do patrimônio, os recursos da Iluminação Especial desempenham um papel crucial. Eles permitem direcionar o olhar do observador, conferindo diferentes níveis de destaque e importância aos bens culturais na paisagem urbana. Para alcançar essa valorização e hierarquização, é fundamental utilizar recursos específicos disponíveis no mercado, como ajustes na temperatura da cor da luz, direcionamento da intensidade luminosa, aplicação de tecnologias e consideração do design dos equipamentos. Esses recursos possibilitam ordenar o cenário noturno, destacando os monumentos de maneira que ressalte sua importância relativa dentro da paisagem urbana. Ao manipular esses elementos da Iluminação Especial de forma estratégica, é possível criar uma narrativa visual que destaca os diferentes aspectos históricos e culturais dos monumentos, contribuindo para a preservação e apreciação do patrimônio pela comunidade e visitantes

- **Considerar as características únicas dos bens e das paisagens a serem realçados:** destaque da importância de respeitar as particularidades e identidades dos elementos que serão iluminados, reconhecendo que a paisagem é uma parte fundamental do imaginário e das referências dos observadores na cidade. A iluminação desempenha um papel vital ao sensibilizar os sentidos das pessoas e reforçar a identidade e a história da cidade. É crucial que a iluminação transmita ao espectador a narrativa, as tradições e a relevância dos cenários urbanos, respeitando as características específicas das edificações e monumentos presentes. Ao respeitar as tipologias arquitetônicas, as intenções originais dos construtores, os usos atuais, a importância tanto no âmbito local quanto regional e o contexto histórico em que foram erguidos, a iluminação contribui para a preservação da autenticidade e evita distorções que poderiam ser interpretadas como artificiais ou historicamente imprecisas. Isso assegura que a iluminação não apenas embeleze, mas também conte uma história autêntica, mantendo a integridade do observado.
- **Prevenir a distração excessiva e proteger contra danos à estrutura e aos transeuntes:** é válido ressaltar a importância de integrar os elementos de iluminação de forma discreta na paisagem urbana, evitando que causem distrações indesejadas ou danos à estrutura física dos edifícios ou aos usuários do espaço público. Os elementos de iluminação devem desempenhar um papel secundário na composição da paisagem urbana, a menos que representem um simbolismo específico ou sejam instalados temporariamente para atender a necessidades pontuais. Ao fixá-los em monumentos ou fachadas, é crucial garantir que essa instalação não comprometa a integridade física das construções. Muitas vezes, isso pode requerer a aprovação prévia de órgãos competentes para garantir que os métodos de fixação sejam seguros e não danifiquem as estruturas históricas. Além disso, os elementos de iluminação não devem se tornar obstáculos físicos que atrapalhem a circulação no espaço público, nem devem interferir visualmente na leitura adequada da paisagem urbana. É fundamental que a

instalação dos elementos de iluminação seja cuidadosamente planejada para garantir que sejam discretos e não prejudiciais à experiência dos pedestres ou à estética do local.

- **Prevenir possíveis atos de vandalismo:** mitigar possíveis atos de vandalismo requer uma escolha estratégica dos elementos da Iluminação Especial. Priorizar a instalação de elementos fora do alcance direto dos pedestres é fundamental. Para equipamentos mais acessíveis aos usuários do espaço público, é importante considerar a aplicação de acessórios de proteção, como gradis ou caixas de concreto, dependendo da função e uso desse espaço específico. Essas medidas visam proteger os equipamentos de iluminação e minimizar o potencial de danos ou vandalismo. Colocar os elementos de Iluminação Especial fora do alcance direto pode ser uma estratégia eficaz para dissuadir ações de vandalismo, enquanto a aplicação de acessórios de proteção adicionais nos equipamentos mais acessíveis ajuda a garantir sua segurança e integridade.
- **Desenvolver sistema de iluminação que se adapte às mudanças climáticas:** considerar as variações climáticas ao criar uma iluminação cênica é essencial para garantir que os elementos naturais, como a vegetação, sejam incorporados de forma harmoniosa ao ambiente iluminado. As mudanças sazonais na vegetação, como a queda de folhas em árvores caducifólias ou o florescimento em diferentes períodos, devem ser levadas em conta no planejamento da iluminação. É importante adaptar a qualidade, a temperatura e a posição das luminárias para acomodar essas mudanças na vegetação. Isso pode garantir que a iluminação valorize a beleza natural do ambiente ao longo do ano, mantendo-se compatível com as variações climáticas e as transformações na paisagem. Além disso, as variações climáticas afetam os períodos de incidência de luz solar, como os dias mais curtos durante o inverno. Nesses momentos, a iluminação urbana pode ganhar uma importância ainda maior para compensar a redução da luz natural, aumentando a demanda e a percepção da iluminação noturna na cidade. Adaptar a iluminação cênica a essas variações climáticas não

apenas melhora a estética e a integração com o ambiente natural, mas também atende às necessidades funcionais da iluminação urbana ao longo do ano.

A proposição de Iluminação de Especial, estabelece diretrizes para projetos das áreas consideradas de destaque pelo município. Contudo são apresentados os padrões mínimos para desenvolver e executar os projetos luminotécnicos, destacando que as informações fornecidas no documento não substituem a necessidade de medidas técnicas precisas, projetos detalhados, simulações em software e a participação de profissionais qualificados.

Além disso, é necessário que os projetos passem por validação dos órgãos responsáveis pelos patrimônios culturais edificados e pela paisagem urbana da cidade. É crucial garantir a precisão das especificações das luminárias e outros equipamentos utilizados, assim como seguir os protocolos necessários para preservar a integridade dos bens culturais.

É importante destacar alguns aspectos essenciais a considerar ao implementar os projetos de iluminação de especial:

- Valorização dos espaços de convivência: a iluminação pode influenciar a maneira como as pessoas interagem e percebem os espaços compartilhados, tornando-os mais acolhedores e propícios à convivência.
- Preocupação com identidade cultural: a iluminação deve respeitar e realçar a identidade cultural dos locais, utilizando elementos luminosos que se conectem à história e à cultura locais.
- Ordenação do espaço público: a iluminação pode ajudar a organizar e estruturar o espaço público, criando hierarquias visuais que orientem as pessoas e destaquem pontos de interesse.
- Hierarquização e legibilidade dos monumentos e edificações: a iluminação visa destacar de maneira específica monumentos e edifícios importantes, realçando sua importância e valor arquitetônico.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- Adequação a novos usos: a flexibilidade na iluminação pode permitir a adaptação dos espaços para diferentes usos ao longo do tempo, garantindo que a iluminação possa ser ajustada conforme necessário.
- Sensação de segurança: uma iluminação adequada também contribui para a sensação de segurança, iluminando áreas-chave e reduzindo áreas escuras que possam causar desconforto.

Um estudo técnico foi elaborado e detalhado para determinar a solução de iluminação mais apropriada para cada ponto indicado pelo município. Essa análise incluiu não apenas a escolha técnica, mas também estimativas de custos para a implementação, abrangendo materiais e mão de obra necessários.

É crucial que a Concessionária leve em consideração as características específicas de cada local, incluindo sua natureza arquitetônica, artística e cultural, ao elaborar os projetos de Iluminação Especial. Esses projetos devem ser submetidos para aprovação prévia pela Prefeitura do município antes de serem implementados.

Essa abordagem demonstra um cuidado essencial em garantir que a iluminação proposta respeite e realce as particularidades de cada local cultural, integrando-se harmoniosamente à sua identidade e valor histórico. A necessidade de aprovação prévia pela autoridade competente assegura a conformidade com os regulamentos locais e a preservação adequada dos espaços culturais.

O processo de determinar os locais para receber Iluminação Especial foi realizado considerando critérios específicos, como a relevância histórica, cultural, turística e comunitária, indicados pelo Município.

O levantamento dos bens culturais e históricos relevantes resultou em 18 bens e serviu como base para a seleção dos locais onde a Iluminação Especial será aplicada. Isso demonstra um esforço em direcionar recursos para áreas que possuem um valor significativo para a identidade, história e turismo da comunidade, garantindo que a Iluminação Especial seja aplicada de forma estratégica e consciente, valorizando esses pontos importantes com a adição de 478 pontos de luz.

Foram definidos os bens apresentados a seguir.

Tabela 33 - Bens para implementação de Iluminação Especial

Bens de interesse	Endereço
Monumento a Iemanjá	Av. Beira-Mar (próximo ao Farol) - Tramandaí, RS
Monumento em memória à primeira capela de Tramandaí	Cruzamento das Avenidas da Igreja e Emancipação - Tramandaí, RS
Praça Leonel Pereira - Chafariz com escultura da tainha-rainha	Praça Leonel Pereira (Praça da Tainha), Av. Fernandes Bastos com Emancipação - Tramandaí, RS
Escultura gigante da tainha-rainha	Praça Leonel Pereira (Praça da Tainha), Av. Fernandes Bastos com Emancipação - Tramandaí, RS
Letreiro Eu Amo Tramandaí	Av. Beira-Mar, 1991 - Tramandaí, RS
Letreiro Amo o Mar	Av. Beira-Mar, 2430 - Tramandaí, RS
Escultura de São Francisco de Assis	Parque da Coruja - Tramandaí, RS
Escultura Coruja	Parque da Coruja - Tramandaí, RS
Esculturas de tartarugas, botos e pinguins	Avenida Perimetral (Trecho final, próximo à Beira-Mar) - Tramandaí, RS
Escultura: "Uma janela para o futuro"	Calçadão da Av. Beira-Mar (próximo à Av. da Igreja) - Tramandaí, RS
Esculturas boto e barco	Praça dos Botos, Av. Beira-Rio, 409 - Barra, Tramandaí - RS
Prédio Administrativo	Avenida da Igreja, 346 - Centro, Tramandaí, RS
Câmara de vereadores	Av. Fernandes Bastos, 30 - Centro, Tramandaí, RS
Pórtico	RS-030 (Acesso principal da cidade) - Tramandaí, RS
Subprefeitura Zona Sul	Avenida Minas Gerais, 2186 - Nova Tramandaí, Tramandaí, RS
Módulo Esportivo	Av. Fernandes Bastos, 3389 - Tramandaí, RS
Ginásio da Zona Sul	Rua Maranhão, 1468 - Nova Tramandaí, Tramandaí, RS

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Plataforma marítima	Rua Solon Padilha, 388 - Tramandaí, RS
---------------------	--

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Apesar de não haver normativas específicas para a Iluminação Especial, a ABNT NBR 5101:2024, que se concentra na Iluminação Pública, foi considerada para estabelecer conceitos e termos relevantes para o tema. Embora essa norma não regule diretamente a implementação de equipamentos para a Iluminação Especial, compreender suas premissas pode ser valioso para integrar os bens culturais à paisagem urbana de forma harmoniosa.

É uma abordagem sensata usar referências e práticas reconhecidas na área de Iluminação Pública para guiar os projetos de Iluminação Especial, mesmo que não existam diretrizes específicas. Isso ajuda a garantir padrões de qualidade e a considerar aspectos importantes relacionados à iluminação dos bens culturais.

3.8.1 Descritivo dos Equipamentos para Iluminação Especial

Os Equipamentos e Materiais para os Projetos de Iluminação Especial (EMPIE) devem possuir minimamente as seguintes características técnicas:

EMPIE01 – Embutido de solo: Equipamento de uso externo utilizado para o destaque de fachadas, monumentos, elementos arbóreos entre outros. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, compostos por corpo de alumínio e difusor em vidro temperado ou policarbonato, de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura, temperatura de cor variável entre 3.000K, 4.000K e RGB, que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP67 e IK10.

EMPIE02 – Projetor de baixa Intensidade: Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos e arbóreos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, compostos por corpo em alumínio ou aço galvanizado, difusor em vidro temperado, policarbonato ou acrílico, de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura, temperatura de cor variável entre 3.000K e 4.000K, com fluxo luminoso de até 6.000lm, que permitam controle e automação, com índice de

reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.

EMPIE03 – Projetor de média Intensidade: Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos e arbóreos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, compostos por corpo em alumínio ou aço galvanizado, difusor em vidro temperado, policarbonato ou acrílico, de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura, temperatura de cor variável entre 3.000K, 4.000K e RGB, com fluxo luminoso variando entre 6.000lm a 25.000lm, que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.

EMPIE04 – Projetor de alta Intensidade: Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos e arbóreos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, compostos por corpo em alumínio ou aço galvanizado, difusor em vidro temperado, policarbonato ou acrílico, de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura, temperatura de cor variável entre 3.000K, 4.000K e RGB, com fluxo luminoso a partir de 25.001lm, que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08

EMPIE05 – Fita de LED: Indicada para projetos profissionais e residenciais, com grau de proteção IP20 uso interno e IP65 uso externo a prova de água, havendo a possibilidade de dois tipos de fonte de alimentação, sendo corrente contínua ou corrente alternada. Estão disponíveis nas cores cor branco frio, branco morno, azul, vermelho, verde, rosa, roxo e ainda a versões RGB, onde os ajustes de cores devem ser feitos por controladores próprios.

EMPIE06 – Poste: Acessório de uso externo utilizado como suporte para luminárias e projetores. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: postes com alturas e sistemas de fixação compatíveis com o uso e configuração do

espaço urbano onde serão instalados, e que atendam às regulamentações dispostas na NBR-14744.

EMPIE07 – Projetor linear de baixa intensidade: Equipamento linear de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, compostos por corpo em alumínio, difusor em vidro temperado, de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura, temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, com fluxo luminoso de até 2.000lm, comprimento de até 500mm, que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.

3.8.2 Diretrizes Específicas

As diretrizes específicas para a Iluminação Especial levam em conta a característica de cada local e em qual contexto urbano está inserido. Dessa forma, são apresentados tanto os critérios e diretrizes a serem seguidos quanto os detalhes técnicos, como quantidades mínimas e especificações dos equipamentos de iluminação recomendados.

Os equipamentos propostos são baseados em informações obtidas por meio de pesquisas realizadas junto a fabricantes do setor, que produzem as tecnologias normalmente utilizadas. Além disso, a escolha dos equipamentos para Iluminação Especial tem também como objetivo pensar em planos futuros de projetos de Iluminação Especial como utilização em alguma data comemorativa no local. Com objetivo de evitar limitações de potência, são apresentadas faixas de valores para o fluxo luminoso, em vez de especificações rígidas de potência, devido a alguns fatores como variação da eficiência luminosa entre equipamentos de fornecedores distintos e à evolução tecnológica no decorrer do tempo.

A abordagem com faixas de valores proporciona uma maior flexibilidade ao Município ao analisar e validar os projetos apresentados pela Concessionária. Isso

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

permite uma avaliação mais ampla e adaptável, garantindo que as diretrizes sejam aplicáveis aos futuros projetos de Iluminação Especial em cada bem de interesse.

Conforme apresentado no *Produto 1.4 - Diagnóstico Técnico-Operacional*, as informações coletadas *in loco* dos bens de interesse, incluindo a existência de Iluminação Especial e a conservação deles, são apresentadas abaixo:

Tabela 34 - Resumo das inspeções dos bens de interesse

Bens de interesse	Iluminação Especial	Conservação
Monumento a Iemanjá	Existente	Bom
Monumento em memória à primeira capela de Tramandaí	Existente	Bom
Praça Leonel Pereira - Chafariz com escultura da tainha-rainha	Existente	Bom
Escultura gigante da tainha-rainha	Existente	Bom
Letreiro Eu Amo Tramandaí	Existente	Bom
Letreiro Amo o Mar	Existente	Regular
Escultura de São Francisco de Assis	Inexistente	Bom
Escultura Coruja	Inexistente	Bom
Esculturas de tartarugas, botos e pinguins	Inexistente	Bom
Escultura: "Uma janela para o futuro"	Existente	Regular
Esculturas boto e barco	Existente	Bom
Prédio Administrativo	Existente	Regular
Câmara de vereadores	Existente	Bom
Pórtico	Inexistente	Bom
Subprefeitura Zona Sul	Existente	Regular
Módulo Esportivo	Existente	Regular
Ginásio da Zona Sul	Existente	Regular
Plataforma marítima	Inexistente	Bom

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2025).

Ressalta-se que, a Praça Leonel Pereira e a Escultura gigante da Tainha-Rainha, se encontram no mesmo local, e através dos estudos decidiu-se abordar ambas como um mesmo projeto, contemplando uma Iluminação Especial.

A descrição dos bens de interesse avaliados nestes estudos de engenharia, bem como as informações coletadas em campo referentes à Iluminação Especial são apresentadas no abaixo.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

Tabela 35 – Relação dos Bens de Interesse com novos projetos

#	Bens de Interesse	Tecnologia Existente	Potência Existente	Nº Luminárias Existentes	Potência Total Existente	Tecnologia Proposta	Quantidade Proposta	Potência Unitária (W)	Potência Total Proposta
1	Monumento a Iemanjá	LED	100	3	300	lâmpada LED projektor	4 11	35 8	140 88
2	Monumento em memória à primeira capela de Tramandaí	LED	200	8	1600	lâmpada LED	26	8	208
3	Praça Leonel Pereira - Chafariz com escultura da tainha-rainha	LED	200	8	1600	Fita LED projektor projektor	2 5 32	10 200 42	20 1000 1344
4	Letreiro "Eu Amo Tramandaí"	LED	30	12	360	projektor	10	54	540
5	Letreiro "AMAR"	LED	30	5	150	projektor	6	54	324
6	Escultura de São Francisco de Assis	-	-	-	-	Fita LED Fita LED projektor	1 2 32	42 10 8	42 20 256
7	Escultura Coruja	-	-	-	-	Fita LED projektor	1 4	10 54	10 216
8	Esculturas de tartarugas,	-	-	-	-	projektor	7	8	56

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG
Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

#	Bens de Interesse	Tecnologia Existente	Potência Existente	Nº Luminárias Existentes	Potência Total Existente	Tecnologia Proposta	Quantidade Proposta	Potência Unitária (W)	Potência Total Proposta
	botos e pinguins								
9	Escultura: "Uma janela para o futuro"	LED	20	3	60	projektor projektor	6 3	5 8	30 24
10	Esculturas boto e barco	LED	10	10	100	projektor projektor	2 10	42 35	84 350
11	Prédio Administrativo	LED	200	3	600	projektor	50	24	1200
12	Câmara de vereadores	LED	50	10	500	Fita LED projektor projektor	12 13 5	10 35 54	120 455 270
13	Pórtico	-	-	-	-	Fita LED projektor projektor	3 12 15	10 35 54	30 420 810
14	Subprefeitura Zona Sul	LED	30	8	240	Fita LED projektor	2 12	10 35	20 420
15	Módulo Esportivo	LED	15	14	210	projektor projektor projektor	17 10 10	8 35 42	136 350 420
16	Ginásio da Zona Sul	VS	100	5	500	projektor projektor	21 16	35 42	735 672
17	Plataforma marítima	-	-	-	-	projektor Fita LED	47 69	33 10	1551 690

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG
Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Cabe ressaltar que os detalhamentos das proposições de iluminação especial serão apresentados no Anexo IV - Plano de Iluminação Especial.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

<i>Cuiabá/MT</i>	<i>Rio de Janeiro/RJ</i>
<i>Fortaleza/CE</i>	<i>Salvador/BA</i>
<i>Governador Valadares/MG</i>	<i>São Paulo/SP</i>

4 MODERNIZAÇÃO COM SOLUÇÕES DIGITAIS

4.1 Premissas Gerais de Soluções Digitais

Com base no diagnóstico, os Estudos de Engenharia aprofundam a avaliação das tipologias de locais urbanos e dos respectivos escopos de soluções digitais mais adequados a cada contexto, considerando critérios funcionais, operacionais e territoriais. A abordagem adotada permite estabelecer diretrizes claras para a implantação de sistemas de videomonitoramento, conectividade pública (Wi-Fi), infovia urbana, contadores de tráfego, gestão semafórica inteligente e demais tecnologias associadas, assegurando aderência às características urbanas e à demanda específica de cada local.

Considerando as características geográficas e climáticas do Município de Tramandaí, localizado em ambiente litorâneo sujeito à elevada salinidade atmosférica, incidência de maresia, ventos intensos, ressacas, alagamentos localizados e eventos climáticos extremos, as soluções digitais propostas deverão observar requisitos mínimos de resistência e durabilidade compatíveis com essas condições de exposição. Dessa forma, os equipamentos de campo, incluindo câmeras de videomonitoramento, pontos de acesso Wi-Fi, controladores semaforicos, sensores urbanos, armários de telecomunicações, elementos da infovia e demais dispositivos instalados em áreas externas, deverão possuir grau de proteção adequado ao ambiente operacional, preferencialmente com classificação mínima IP66 para equipamentos expostos às intempéries e IP67 para equipamentos sujeitos a condições mais severas de umidade ou eventual submersão temporária, além de materiais resistentes à corrosão e tratamentos superficiais anticorrosivos compatíveis com atmosferas marinhas. Em função do desgaste acelerado normalmente observado em ambientes costeiros, os estudos econômicos e operacionais da concessão consideram a necessidade de reinvestimentos, substituição programada de componentes e manutenção preventiva, de forma a assegurar a continuidade operacional, a disponibilidade dos serviços e a preservação do desempenho dos ativos ao longo de todo o prazo contratual.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

A implantação da infraestrutura digital proposta para o Município de Tramandaí envolve a integração de sistemas de videomonitoramento, conectividade pública, infovia municipal, gestão semafórica inteligente, sensores urbanos, contadores de tráfego e plataformas de gestão centralizada, os quais, em razão de sua criticidade para a prestação de serviços públicos essenciais, demandam a adoção de uma estratégia estruturada de cibersegurança voltada à preservação da confidencialidade, integridade, disponibilidade e rastreabilidade das informações. Nesse contexto, a estrutura de segurança da informação deverá observar as boas práticas estabelecidas pela *ISO/IEC 27001*, especialmente no que se refere à implementação de um Sistema de Gestão de Segurança da Informação (SGSI) baseado em abordagem de riscos, contemplando processos de identificação, avaliação, tratamento e monitoramento contínuo de riscos cibernéticos, além de controles como inventário e classificação de ativos, gestão de vulnerabilidades, controle de acesso, autenticação robusta, criptografia de dados, segregação de redes, auditorias periódicas e monitoramento contínuo de eventos de segurança.

Para cada categoria, são apresentadas nas seções seguintes as soluções digitais previstas, sua função no contexto urbano e sua integração com os demais sistemas municipais, conforme síntese apresentada em tabelas comparativas, que permitem rápida visualização do escopo proposto por tipo de local.

Além disso, o quantitativo dos pontos propostos no município pode ser visualizado abaixo:

Tabela 36 - Quantitativo de pontos de soluções digitais

Soluções	Quantidade de Pontos
Infovia (Rede de Fibra Óptica)	62
Câmeras de Videomonitoramento	373
Wi-Fi público	44

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Soluções	Quantidade de Pontos
Gestão Semafórica	38
Contadores de tráfego	8
Sensores Ambientais	2

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026)

Adicionalmente, a espacialização das soluções digitais propostas é apresentada por meio de mapas temáticos, que evidenciam a distribuição territorial das tecnologias no município, facilitando a compreensão do alcance das intervenções, a identificação de áreas prioritárias e o suporte à tomada de decisão técnica. Esses mapas e tabelas constituem instrumentos fundamentais para o detalhamento posterior das soluções, bem como para a avaliação de sinergias entre sistemas e para o planejamento da implantação em fases.

Dessa forma, os Estudos de Engenharia consolidam uma visão integrada entre o diagnóstico realizado e as soluções propostas, estabelecendo as bases técnicas para o dimensionamento, a compatibilização com a infraestrutura existente e a futura implantação das soluções digitais no Município de Tramandaí, e serão apresentadas nas seções a seguir.

4.2 Diretrizes Gerais para Modernização e Expansão

4.2.1 Portaria MCID nº 1.012/2025

A Portaria MCID nº 1.012/2025 estabelece diretrizes nacionais para a promoção de cidades inteligentes e resilientes, orientando a adoção de tecnologias digitais como instrumentos estruturantes da gestão urbana contemporânea. A norma incentiva a aplicação de soluções baseadas em sensores urbanos, sistemas de monitoramento em tempo real, análise de dados, aplicações digitais, inteligência artificial e outras tecnologias emergentes, com foco na eficiência dos serviços públicos e na melhoria da qualidade de vida da população.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

No contexto da gestão de riscos, a Portaria orienta que municípios com vulnerabilidade a eventos naturais priorizem a implantação de sistemas de monitoramento climático, hidrológico e ambiental, bem como soluções integradas de alerta e resposta a desastres. Essa diretriz reforça a importância de sistemas de alerta, videomonitoramento e centros de controle integrados como elementos essenciais da infraestrutura urbana.

Adicionalmente, a Portaria estabelece fundamentos para a expansão da infraestrutura digital, incluindo redes de fibra óptica e internet pública, reconhecendo a conectividade como base indispensável para a transformação digital dos serviços urbanos. Destaca-se ainda a exigência de alinhamento das soluções tecnológicas aos instrumentos de planejamento municipal, como os planos de mobilidade, saneamento e desenvolvimento urbano, bem como o respeito às diretrizes de governança, proteção de dados e uso responsável da informação. Por fim, a norma valoriza o desenvolvimento tecnológico nacional, incentivando o uso de soluções produzidas no Brasil, fortalecendo a inovação local e a economia digital.

4.2.2 Norma ABNT NBR ISO 37120⁸

A ABNT NBR ISO 37120 estabelece um conjunto padronizado de indicadores voltados à avaliação da prestação de serviços urbanos e da qualidade de vida nos municípios. Seu principal objetivo é apoiar a gestão pública na medição, monitoramento e comparação do desempenho urbano, fornecendo subsídios técnicos para o planejamento, a formulação de políticas públicas e a priorização de investimentos.

A norma adota a sustentabilidade como princípio central, contemplando dimensões sociais, econômicas e ambientais do desenvolvimento urbano. Nesse sentido, os indicadores abrangem áreas essenciais como economia, educação, energia, meio

⁸ Fonte: < [SmartCitIDs: Construindo cidades inteligentes e sustentáveis para o futuro](#)>. Acesso em: 27/01/2026.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

ambiente, finanças públicas, saúde, lazer, segurança, transporte, saneamento, recursos hídricos e planejamento urbano, entre outras.

No contexto das cidades inteligentes, a ABNT NBR ISO 37120 funciona como base estruturante para normas mais específicas, como as ABNT NBR ISO 37122 e 37123, permitindo que os municípios utilizem dados confiáveis e comparáveis para avaliar sua evolução e orientar decisões estratégicas. A aplicação dessa norma nos Estudos de Engenharia reforça a necessidade de soluções digitais capazes de gerar dados consistentes, rastreáveis e integráveis aos sistemas de gestão urbana.

4.2.3 Norma ABNT NBR ISO 37122

A ABNT NBR ISO 37122 apresenta indicadores específicos para avaliar o desempenho das cidades inteligentes, com foco na utilização estratégica de dados, tecnologia e inovação como meios para aprimorar a eficiência dos serviços públicos, a sustentabilidade urbana e a qualidade de vida da população.

A norma contempla um amplo conjunto de temas, incluindo economia, educação, energia, meio ambiente, finanças, governança, saúde, habitação, população, segurança, resíduos sólidos, transporte, telecomunicações, agricultura urbana, esporte, cultura e planejamento urbano. Esses indicadores permitem avaliar o grau de maturidade digital do município e a efetividade das soluções tecnológicas implantadas.

A ABNT NBR ISO 37122 está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas e a diretrizes internacionais de organismos como IDC e ITU, conferindo reconhecimento internacional às iniciativas locais. No âmbito dos Estudos de Engenharia, essa norma orienta a proposição de soluções digitais integradas, interoperáveis e orientadas a dados, capazes de apoiar a tomada de decisão e promover uma gestão urbana mais inteligente e responsiva.

4.2.4 Norma ABNT NBR ISO 37123

A ABNT NBR ISO 37123 estabelece indicadores destinados a medir, monitorar e aprimorar a resiliência urbana, considerando a capacidade das cidades de antecipar,

92

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

resistir, responder e se recuperar de eventos adversos, sejam eles de origem natural, climática, sanitária ou tecnológica.

A norma possui caráter transversal e pode ser aplicada a municípios de diferentes portes, permitindo uma avaliação comparável e verificável da preparação urbana frente a choques e estresses. Seu foco abrange a sustentabilidade social, econômica e ambiental, integrando aspectos como gestão de riscos, proteção da população, continuidade dos serviços essenciais e governança em situações de crise.

No contexto dos Estudos de Engenharia, a ABNT NBR ISO 37123 reforça a importância da implantação de sistemas de monitoramento ambiental, hidrológico e climático, de soluções de alerta e difusão de informações, bem como de centros de controle integrados, capazes de apoiar respostas rápidas e coordenadas a emergências.

4.2.5 Norma ABNT NBR ISO/IEC 27001

A ABNT NBR ISO/IEC 27001 estabelece os requisitos para implementação, operação, manutenção e melhoria contínua de um Sistema de Gestão da Segurança da Informação (SGSI), com o objetivo de preservar a confidencialidade, a integridade e a disponibilidade das informações por meio de um processo estruturado de gestão de riscos.

A norma possui aplicação abrangente e pode ser adotada por organizações públicas e privadas de qualquer porte, servindo como referência para a definição de políticas, processos, responsabilidades e controles destinados à proteção de ativos de informação, infraestrutura tecnológica e serviços digitais. Seu modelo é baseado na identificação, avaliação e tratamento contínuo dos riscos relacionados à segurança da informação, promovendo a governança, a conformidade regulatória e a melhoria contínua do ambiente tecnológico.

No contexto dos Estudos de Engenharia para projetos de Cidades Inteligentes e Centros Integrados de Operações, a ABNT NBR ISO/IEC 27001 reforça a necessidade de implantação de soluções capazes de garantir a proteção das informações geradas pelos sistemas urbanos, incluindo plataformas de videomonitoramento, monitoramento

93

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

ambiental, sensores IoT, controle de acesso, redes de comunicação, bancos de dados geoespaciais e sistemas de apoio à decisão.

Dessa forma, recomenda-se que a arquitetura tecnológica contemple mecanismos de autenticação segura, gestão de identidades e perfis de acesso, criptografia de dados, monitoramento contínuo de eventos, registro de logs, políticas de backup, controle de vulnerabilidades, segregação de redes e resposta a incidentes cibernéticos, assegurando a disponibilidade e a confiabilidade dos serviços essenciais.

Além disso, a norma estabelece controles relacionados à classificação e proteção das informações, gestão de ativos, segurança física e lógica, continuidade dos serviços, proteção de dados e conscientização dos usuários, contribuindo para que os ambientes tecnológicos municipais operem de forma resiliente, segura e em conformidade com as melhores práticas internacionais

4.2.6 Carta Brasileira para Cidades Inteligentes (2020)

A Carta Brasileira para Cidades Inteligentes estabelece o marco conceitual e orientador da política nacional de cidades inteligentes, definindo que essas cidades são comprometidas com o desenvolvimento urbano e a transformação digital sustentáveis, em seus aspectos econômicos, ambientais e socioculturais.

O documento enfatiza uma atuação planejada, inovadora, inclusiva e em rede, baseada no fortalecimento do letramento digital, na governança colaborativa e no uso ético, seguro e responsável dos dados e das tecnologias da informação e comunicação. A Carta destaca que as tecnologias devem ser utilizadas como meios para solucionar problemas concretos, criar oportunidades, reduzir desigualdades, aumentar a resiliência urbana e melhorar a qualidade de vida da população.

No âmbito dos Estudos de Engenharia, a Carta Brasileira orienta a concepção das soluções digitais de forma integrada aos desafios locais, garantindo que as propostas tecnológicas estejam alinhadas às necessidades reais do município, promovam inclusão

social, eficiência na prestação de serviços públicos e uma gestão urbana mais transparente e colaborativa.

4.3 Sistemas de Videomonitoramento e Segurança Patrimonial

4.3.1 Requisitos de Implantação para Sistemas de Videomonitoramento

A adoção de sistemas integrados de videomonitoramento em logradouros públicos decorre da necessidade de ampliar a segurança urbana, qualificar a gestão do espaço público e fornecer suporte operacional às áreas de segurança, mobilidade e fiscalização. O Diagnóstico Técnico-Operacional identificou a existência de câmeras com diferentes tecnologias, níveis de desempenho e cobertura limitada, além da ausência de padronização e de analíticos avançados em parte do parque existente.

O sistema proposto atende às diretrizes de cidades inteligentes e resilientes, permitindo monitoramento em tempo real, investigação pós-evento e apoio à tomada de decisão, além de contribuir para a redução de ocorrências em áreas sensíveis como acessos ao município, equipamentos públicos, áreas de grande circulação e cruzamentos semaforizados.

4.3.2 Estudo Referencial para Sistemas de Videomonitoramento

Os Estudos de Engenharias estruturaram o sistema de videomonitoramento de forma hierarquizada, considerando níveis dos locais monitorados. Foram adotadas tecnologias específicas conforme o uso urbano: câmeras LPR/OCR em acessos viários e semáforos, câmeras com reconhecimento facial em ambientes institucionais, câmeras fixas ou PTZ para monitoramento perimetral e câmeras 360° em áreas de lazer e grande permanência de público.

4.3.2.1 Classificação de níveis e Diretrizes Tecnológicas do Sistema de Videomonitoramento

A definição das tecnologias aplicadas em cada nível observa os princípios da proporcionalidade, eficiência operacional, racionalidade econômica e escalabilidade da

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

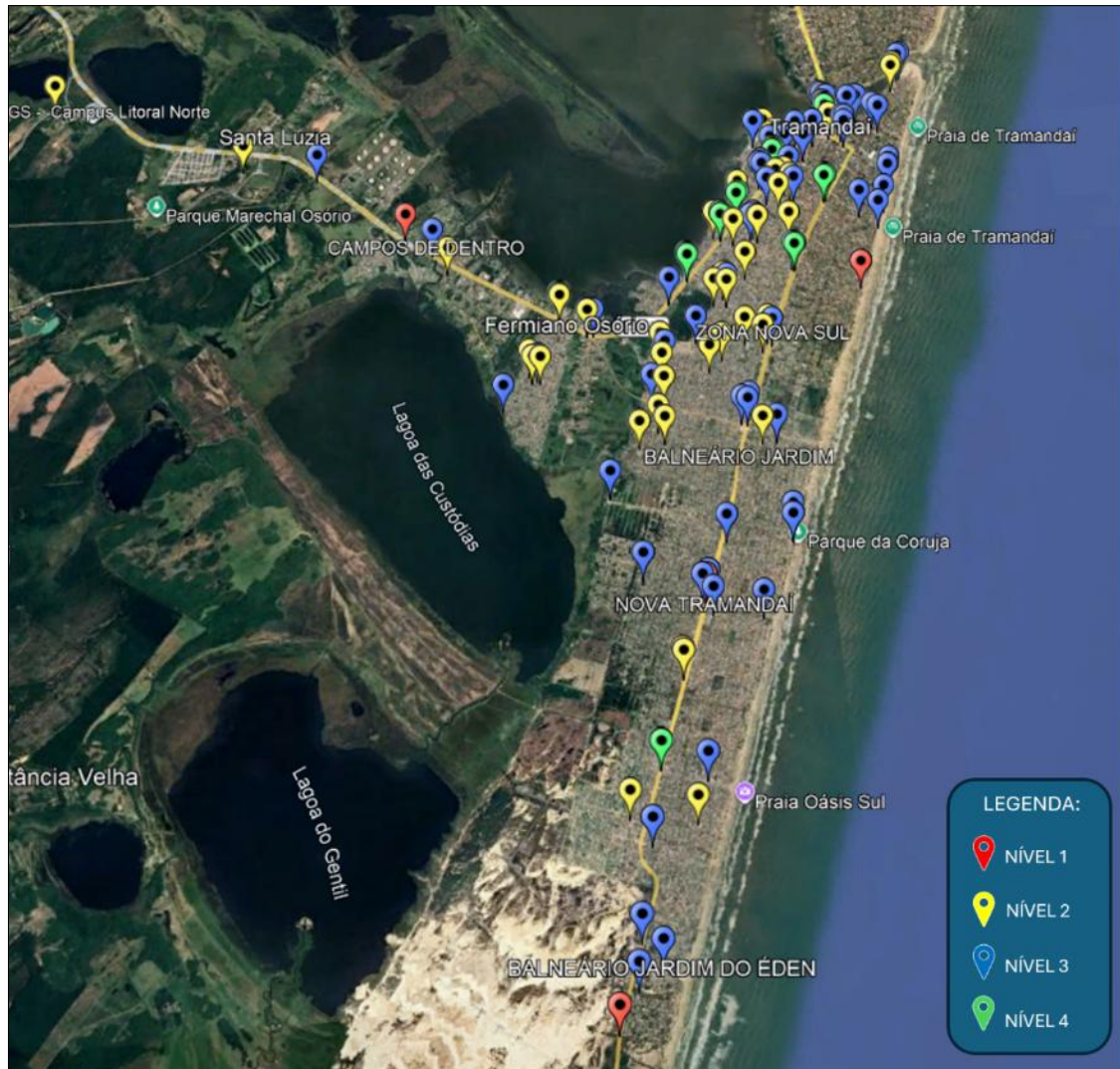
infraestrutura, considerando ainda a plena integração com a Infovia Municipal, o armazenamento centralizado das imagens, a utilização de recursos de analíticos de vídeo e a compatibilidade com centros de operação. O posicionamento dos equipamentos foi definido com base na análise do fluxo de veículos e pedestres, nas características urbanas locais e nas vulnerabilidades identificadas no diagnóstico técnico.

Tabela 37 - Tipologia de Câmeras.

Local	Categoria	Nível	Tecnologia Recomendada	Dome PTZ ou Fisheye 360°	Câmera Facial	Câmeras LPR	Contador de Tráfego
Locais de acesso ao município e/ou pontos de maior fluxo de pessoas e veículos.	Mobilidade	Nível 1	Câmeras LPR e Câmeras contadoras de tráfego.			X	X
Escolas, Unidades de saúde, Prédios públicos.	Educação, Saúde, Governo	Nível 2	Monitoramento externo	X	X		
Bibliotecas e Museu Instituição cultural, Centro de Eventos, Esportes e Lazer, Rodoviária / Terminal urbano, Cemitério, Associação cultural, Praça, Órgão de Segurança Pública, Defesa Social, Via.	Cultura, lazer, esportes, segurança e mobilidade	Nível 3	Monitoramento perimetral	X			
Semáforos	Mobilidade	Nível 4	Câmeras LPR			X	

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Figura 21 - Mapa de distribuição dos pontos propostos de videomonitoramento e respectivos níveis.



Fonte: Google Earth, elaborado por Houer Concessões (2026).

4.3.2.1.1 Nível 1 – Controle de Acesso e Mobilidade Estratégica

Classificam-se como Nível 1 os locais de acesso ao município e os pontos caracterizados por elevado fluxo de pessoas e veículos, considerados estratégicos para o controle territorial e a gestão da mobilidade urbana.

Para esses locais, recomenda-se a implantação de:

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- **Câmeras LPR (Leitura Automática de Placas – License Plate Recognition)**, destinadas à identificação e registro automatizado de placas veiculares, possibilitando:
 - Controle de entradas e saídas do município;
 - Identificação de veículos com restrições administrativas ou judiciais;
 - Apoio às forças de segurança pública;
 - Integração com bases de dados estaduais e federais.
- **Câmeras contadoras de tráfego**, voltadas à coleta de dados estatísticos de fluxo veicular, subsidiando:
 - Planejamento viário;
 - Ajustes na programação semaforica;
 - Formulação de políticas públicas de mobilidade urbana.

A adoção dessas tecnologias visa fortalecer o controle perimetral do território municipal e aprimorar a inteligência operacional da gestão pública.

4.3.2.1.2 Nível 2 – Educação, Saúde e Administração Pública

Enquadram-se neste nível:

- Unidades escolares;
- Unidades de saúde;
- Prédios públicos administrativos.
- Para tais equipamentos públicos, a solução contempla **monitoramento externo perimetral**, por meio de câmeras do tipo Dome, PTZ (Pan-Tilt-Zoom) ou Fisheye 360°, garantindo vigilância contínua das áreas externas e acessos principais.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

A configuração tecnológica busca equilibrar segurança patrimonial, controle de acesso e eficiência operacional.

4.3.2.1.3 Nível 3 – Cultura, Lazer, Esporte e Espaços Públicos

Classificam-se neste nível os equipamentos urbanos destinados a atividades culturais, esportivas, recreativas e de uso coletivo, tais como:

- Bibliotecas e museus;
- Centros culturais e esportivos;
- Praças públicas;
- Rodoviária e terminal urbano;
- Cemitério municipal;
- Órgãos de segurança e defesa civil.

Nestes locais, o monitoramento será predominantemente perimetral e preventivo, realizado por meio de **câmeras Dome, PTZ ou Fisheye 360°**, com o objetivo de:

- Inibir práticas ilícitas;
- Ampliar a sensação de segurança;
- Apoiar ações de fiscalização e patrulhamento;
- Proteger o patrimônio público.

A escolha tecnológica observa o perfil de uso dos espaços e a necessidade de cobertura ampla com otimização de recursos.

4.3.2.1.4 Nível 4 – Mobilidade Urbana (Pontos Semafóricos)

A implantação de redes públicas de acesso à internet tem como objetivo ampliar a inclusão digital, qualificar o uso dos espaços públicos

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Os pontos semaforicos foram classificados como Nível 4, vinculados à categoria mobilidade urbana.

Para esses locais, recomenda-se a utilização de:

- **Câmeras LPR (Leitura Automática de Placas)**, permitindo:
 - Monitoramento de fluxo veicular;
 - Apoio à fiscalização de infrações;
 - Produção de dados estatísticos de mobilidade;
 - Integração futura com sistemas inteligentes de transporte (ITS).

A adoção dessa tecnologia amplia a capacidade de monitoramento em tempo real do fluxo veicular, permitindo a geração de dados estruturados para análise de padrões de circulação, identificação de comportamentos irregulares e suporte à fiscalização eletrônica. Além disso, possibilita a integração com sistemas de gestão semaforica, bancos de dados de segurança pública e plataformas de inteligência de mobilidade, contribuindo para a tomada de decisão baseada em evidências, otimização do tráfego urbano e aumento da eficiência operacional da administração municipal.

Adicionalmente, a implementação dessas soluções deve observar as diretrizes estabelecidas pela Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que dispõe sobre o tratamento de dados pessoais no Brasil. A legislação estabelece princípios, direitos e obrigações relacionados à coleta, armazenamento, processamento e compartilhamento de informações, com foco na proteção da privacidade dos cidadãos. Considerando que parte das tecnologias propostas envolve a captura e o tratamento de dados sensíveis, é necessário que sua implantação contemple mecanismos de segurança da informação, controle de acesso, rastreabilidade e governança de dados, desde a concepção das soluções. A observância à LGPD é fundamental para garantir a conformidade legal do

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

projeto, reduzir riscos operacionais e assegurar a utilização responsável e transparente das informações geradas no âmbito da gestão urbana.

4.4 Implantação de Infovia Municipal e Integração de Edifícios Públicos

4.4.1 Requisitos de Implantação para Infovia

A implantação da Infovia Municipal decorre da necessidade de estruturar uma infraestrutura de telecomunicações robusta, segura e escalável, capaz de suportar a integração dos sistemas urbanos inteligentes propostos para o Município de Tramandaí. O *Produto 1.4 - Diagnóstico Técnico-Operacional* evidenciou a fragmentação das conexões existentes, a dependência de contratos pontuais e a ausência de uma rede pública estruturante que permita interoperabilidade entre secretarias, equipamentos urbanos e centros de operação.

A Infovia é requisito fundamental para a operação integrada dos sistemas de videomonitoramento, gestão semafórica, telegestão da iluminação pública, monitoramento ambiental, Wi-Fi público e plataformas de gestão urbana. Sua concepção atende às diretrizes da Portaria MCID nº 1.012/2025, às normas ABNT NBR ISO 37120, 37122 e 37123, além de assegurar aderência aos princípios de governança digital, segurança da informação e proteção de dados.

4.4.2 Estudo Referencial para Infovia

Os Estudos de Engenharia adotaram como premissa a implantação de uma infraestrutura óptica voltada ao conceito de Cidade Inteligente (Smart City), concebida para suportar não apenas as demandas atuais de conectividade institucional e videomonitoramento, mas também a expansão futura de Serviços Digitais. O mapa da infovia proposto, pode ser observado na figura a seguir.

Figura 22 - Mapa da Infovia



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

A arquitetura proposta adota backbone principal em topologia de anel metropolitano redundante, implantado ao longo das vias estruturantes e corredores de maior circulação do município, priorizando racionalidade construtiva, segurança operacional, facilidade de manutenção e ampla cobertura territorial. A configuração em anel permite tráfego bidirecional, assegurando resiliência a falhas físicas por rompimento de cabo e garantindo continuidade dos serviços essenciais.

O backbone foi concebido em tecnologia Active Ethernet, com capacidade inicial de 10 Gbps, permitindo evolução tecnológica para maiores taxas de transmissão mediante atualização de equipamentos ativos, sem necessidade de substituição da infraestrutura passiva. Para atendimento às diretrizes de escalabilidade e segregação de serviços, o anel principal foi dimensionado com cabo óptico de 48 fibras, contemplando:

- Enlaces ativos do anel redundante;

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- Segmentação entre infovia institucional, videomonitoramento e mobilidade urbana;
- Suporte a aplicações futuras de IoT e iluminação pública inteligente;
- Possibilidade de integração com redes externas e infraestrutura 5G;
- Reserva técnica estratégica (dark fiber) para expansão modular ao longo do horizonte contratual.

Para garantir escalabilidade, segregação de serviços e reserva estratégica de capacidade, o anel principal foi dimensionado com cabo óptico de 48 fibras, permitindo a separação física ou lógica entre os sistemas de infovia institucional, videomonitoramento, mobilidade urbana, IoT, iluminação pública inteligente e futuras aplicações associadas ao ecossistema de cidade inteligente. Parte da capacidade permanece como fibra apagada (dark fiber), assegurando expansão modular e atendimento a novas demandas ao longo do contrato.

A rede secundária foi estruturada por meio de derivações estrategicamente posicionadas ao longo do anel, utilizando topologias em espinha de peixe e estrela, conforme a distribuição territorial e o nível dos equipamentos atendidos. Pontos estratégicos contam com dupla alimentação, elevando a disponibilidade e mitigando riscos de falhas por rompimento físico.

Tabela 38 - Classificação de Níveis de Atendimento e Capacidade da Rede de Infovia

Nível ⁹	Segmento	Tecnologia Primária (Backbone)	Velocidade Primária (Backbone)	Topologia Secundária	Velocidade Secundária - Largura da Banda
Nível 1	Unidades de Saúde, Escolas, Prefeituras e Câmara dos Vereadores	Fibra óptica – anel metropolitano (Active Ethernet 10G)	10 Gbps	Ramal óptico dedicado (Active Ethernet)	500 Mbps
Nível 2	Órgãos de Segurança Pública, Unidades Administrativas, Terminais Rodoviários,	Fibra óptica – anel metropolitano	10 Gbps	Ramal dedicado ou compartilhado	200 Mbps

⁹ Os níveis estão referenciados aos mesmos critérios estabelecidos na Tabela 37.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Nível ⁹	Segmento	Tecnologia Primária (Backbone)	Velocidade Primária (Backbone)	Topologia Secundária	Velocidade Secundária - Largura da Banda
	Instituições culturais e Centros de Eventos, Esportes e Lazer.	(Active Ethernet 10G)			
Nível 3	Associação cultural	Fibra óptica – anel metropolitano (Active Ethernet 10G)	10 Gbps	GPON derivado	100 Mbps
Nível 4	Cemitério e Via de acesso ao Município (Pórtico)	Fibra óptica – anel metropolitano (Active Ethernet 10G)	10 Gbps	GPON derivado	50 Mbps

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Tabela 39 - Relação das edificações públicas a serem atendidas pela Infovia Municipal

Local	Longitude	Latitude	Nível
Hospital Tramandaí	-29.99177169	-50.1401211	Nível 1
UPA 24h – Unidade de Pronto Atendimento	-30.00931728	-50.1445729	Nível 1
ESF Parque dos Presidentes I (Estratégia Saúde da Família)	-30.01834367	-50.1591937	Nível 1
ESF Parque dos Presidentes II (Estratégia Saúde da Família)	-30.01968431	-50.15854818	Nível 1
ESF São Francisco de Assis I	-30.00436418	-50.1506425	Nível 1
UBS São Francisco de Assis II	-30.01086145	-50.15044074	Nível 1
ESF Cruzeiro	-29.99742831	-50.18329938	Nível 1
ESF Tirolesa	-29.99282754	-50.14620591	Nível 1
ESF Indianópolis	-30.01121147	-50.17392555	Nível 1
UBS Barra	-29.97985092	-50.12445744	Nível 1
ESF Mario Totta	-30.01239771	-50.15806558	Nível 1
UBS Zona Sul	-30.04531808	-50.15929864	Nível 1
Centro de Especialidades – SAE – EMAD -SAMU (ambulatório)	-29.98551712	-50.13349038	Nível 1
CEMUVS	-30.00368497	-50.14942764	Nível 1
CAPS- Viva Vida Saúde	-29.99728307	-50.14420346	Nível 1
Farmácia Municipal	-30.00369076	-50.14912312	Nível 1
UBASA - Unidade Básica de Saúde Animal	-30.01205045	-50.15213394	Nível 1
AMENT - Equipe Multiprofissional de Atenção Especializada em Saúde Mental	-29.99361347	-50.14103947	Nível 1

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

Local	Longitude	Latitude	Nível
ESF São Francisco II	-30.01227693	-50.15192355	Nível 1
Almoxarifado (saúde)	-29.99187177	-50.14118039	Nível 1
EMEF Cândido Osório da Rosa	-29.99725528	-50.14024098	Nível 1
EMEF Marechal Castelo Branco	-29.99626171	-50.14968198	Nível 1
EMEF Erineo Scopel Rapaki	-30.0092465	-50.14740259	Nível 1
EMEF General Luiz Dêntice	-29.99743365	-50.14731489	Nível 1
EMEF Indianópolis	-30.01137085	-50.17296995	Nível 1
EMEF Jorge Enéas Sperb	-30.05903779	-50.16711115	Nível 1
EMEF Nossa Senhora das Dores	-30.02079694	-50.14670343	Nível 1
EMEF São Francisco de Assis	-30.00459257	-50.14907769	Nível 1
EMEF Thomaz José Luiz Osório	-30.00439927	-50.16991953	Nível 1
EMEF Dom Pedro I	-30.01510754	-50.15811361	Nível 1
EMEI Amor Perfeito	-29.98024082	-50.12461174	Nível 1
EMEI Criança Feliz	-29.98552092	-50.14196971	Nível 1
EMEI Estrela do Mar	-30.00152346	-50.14635362	Nível 1
EMEI Mundo Encantado	-30.01002209	-50.15802587	Nível 1
EMEI Peixinho Dourado	-30.01050307	-50.17425865	Nível 1
EMEI Rosa dos Ventos	-30.0199192	-50.16167429	Nível 1
EMEI Sonho de Infância	-30.00646613	-50.16668399	Nível 1
EMEB Osmani da Silva Barbosa	-30.06028207	-50.15942814	Nível 1
EMEI Sonho de criança	-30.01032198	-50.14527023	Nível 1
Cape – Centro de Atendimento Preventivo ao Educando	-29.99258042	-50.13945348	Nível 1
Prefeitura de Tramandaí	-29.9859609	-50.13147064	Nível 1
Câmara de vereadores	-29.98316594	-50.13364729	Nível 1
Subprefeitura Zona Sul	-30.04503398	-50.15937443	Nível 1
Brigada Militar-2ª Companhia de Polícia Militar	-29.99704241	-50.14507311	Nível 2
9º Batalhão de Bombeiros Militar	-29.99076458	-50.14320247	Nível 2
Fórum da Comarca de Tramandaí	-29.99658278	-50.14360915	Nível 2
Defensoria Pública Estadual De Tramandaí	-29.99719176	-50.14427349	Nível 2
Delegacia de Polícia Civil	-30.00970169	-50.14404715	Nível 2
Estação Rodoviária de Tramandaí	-29.98771485	-50.1413811	Nível 2
SAT - Sociedade Amigos de Tramandaí	-29.98662614	-50.13169236	Nível 3
Museu Municipal Abrilina Hoffmeister	-29.98315781	-50.1336721	Nível 2
Biblioteca Municipal Manoelito de Ornellas	-29.99045406	-50.1429317	Nível 2

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Local	Longitude	Latitude	Nível
Casa ColArte	-29.99298285	-50.13903751	Nível 3
DTG Lanceiros do Mar	-30.03128325	-50.15244717	Nível 3
Centro de Eventos Municipal	-29.98555584	-50.14324586	Nível 2
Estádio Municipal Eluzardo Caetano da Silva (Módulo Esportivo)	-30.00364996	-50.1561575	Nível 2
Ginásio Municipal Afonso Penna Kury	-30.03895	-50.15500302	Nível 2
Centro de Cultura e Lazer Tenente Marino Dias de Oliveira (Gigantinho)	-29.98662614	-50.13169236	Nível 2
Cemitério	-30.00852189	-50.1533767	Nível 4
Pórtico - RS-030 - Santa Luzia, Osório	-29.99297853	-50.18835904	Nível 4
Canil Municipal	-29.97251714	-50.23202181	Nível 4
EMEF Luiz Manoel da Silveira	-30.03777028	-50.2627536	Nível 4

Fonte: Elaborada por Houer Concessões (2026).

4.5 Redes de Acesso Público à Internet (Wi-Fi Social)

4.5.1 Requisitos de Implantação para Wi-fi Social

A implantação de redes públicas de acesso à internet tem como objetivo ampliar a inclusão digital, qualificar o uso dos espaços públicos e apoiar a operação de serviços urbanos inteligentes. O *Produto 1.4 - Diagnóstico Técnico-Operacional* apontou a inexistência de uma rede Wi-Fi pública municipal estruturada e integrada, limitando tanto o acesso da população quanto a utilização de dispositivos inteligentes nos espaços urbanos.

O Wi-Fi Social é aderente às diretrizes da Portaria MCID nº 1.012/2025 e à Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, ao promover conectividade como infraestrutura essencial, respeitando os princípios do Marco Civil da Internet e da Lei Geral de Proteção de Dados.

4.5.2 Estudo Referencial para Wi-fi Social

Os Estudos de Engenharia definiram o dimensionamento dos pontos de acesso Wi-Fi com base em três variáveis principais: nível do local, estimativa de usuários simultâneos e largura de banda necessária por usuário ativo. Praças centrais, parques, orla,

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

equipamentos públicos e áreas de grande circulação receberam tratamento diferenciado, com maior capacidade instalada, em razão do maior impacto operacional e social.

Os pontos de Wi-Fi serão integrados à Infovia Municipal por meio de backbone em fibra óptica, assegurando elevada capacidade de transmissão de dados, baixa latência e maior estabilidade na comunicação. Essa integração permitirá que os acessos públicos estejam conectados diretamente à infraestrutura estratégica do Município, garantindo desempenho compatível com a demanda projetada para cada nível de criticidade.

A solução contemplará mecanismos de controle de acesso dos usuários, por meio de autenticação apropriada, além da segregação lógica do tráfego. Dessa forma, a rede pública destinada aos cidadãos permanecerá isolada das redes utilizadas pela administração municipal e de outros serviços institucionais, reforçando a segurança operacional e a integridade das informações. Todos os pontos de acesso serão gerenciados por plataforma centralizada, possibilitando acompanhamento contínuo de desempenho, controle de conexões ativas e monitoramento remoto da infraestrutura.

O modelo será estruturado para assegurar estabilidade no atendimento da demanda prevista e, ao mesmo tempo, permitir expansão futura de forma organizada. A eventual ampliação da capacidade da rede poderá ocorrer mediante avaliação técnica e formalização de comum acordo entre o Município e a Concessionária, observadas as condições contratuais e a análise de viabilidade operacional e econômico-financeira.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

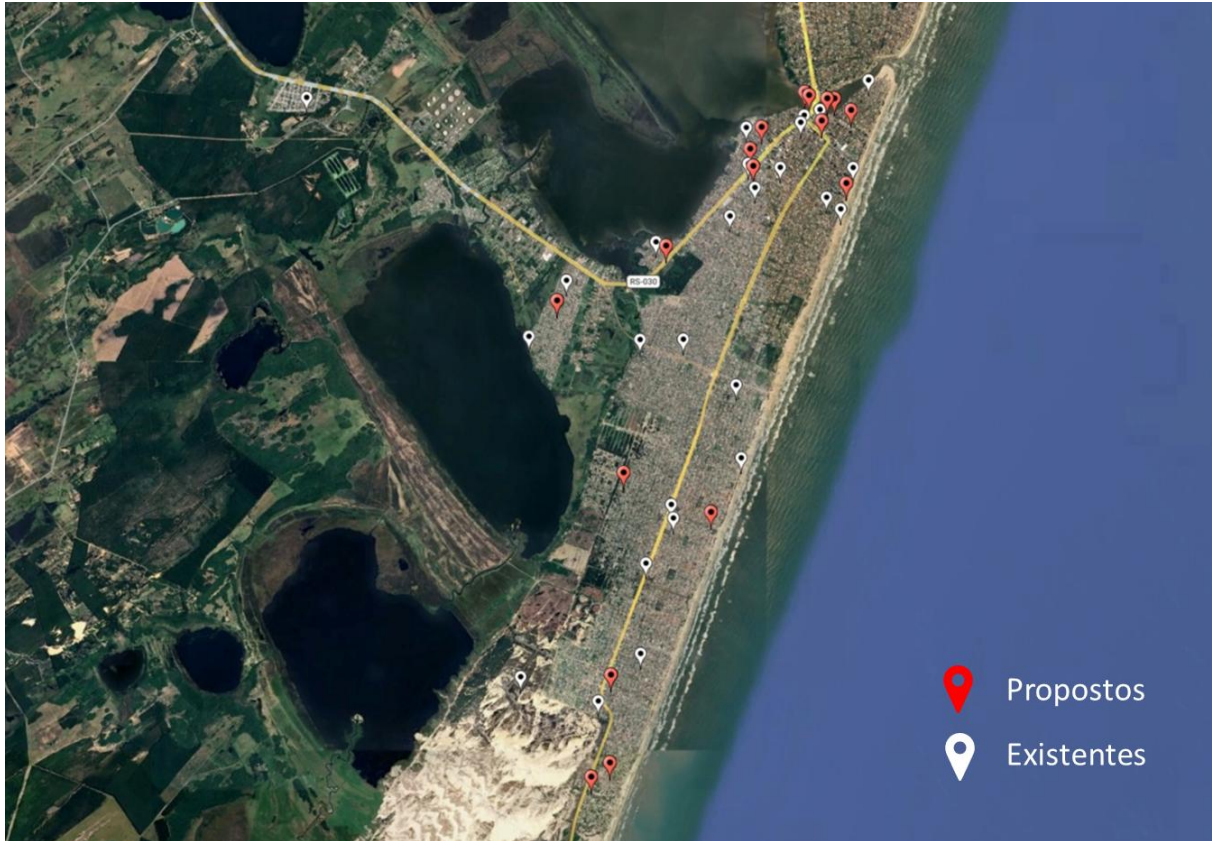
Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Figura 23 - Mapeamento dos locais destinados à conectividade pública previstos no projeto.



Fonte: Google Earth, elaborado por Houer Concessões (2026).

Tabela 40 - Locais propostos para instalação de Wi-Fi público.

Nº	Local	Situação
1	Praça Centrinho Nova Tramandaí	Existente
2	Praça da Coruja – Nova Tramandaí	Existente
3	Praça da Integração – B. Militar	Existente
4	Praça do Rotary	Existente
5	Praça dos Botos – Barra	Existente
6	Praça dos Índios – Indianópolis	Existente
7	Praça EMEF Soares	Existente

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Nº	Local	Situação
8	Praça Emboaba	Existente
9	Praça Gen. Mullher – Beira Mar	Existente
10	Praça Leonel Pereira – Emancipação	Existente
11	Praça Oasis	Existente
12	Praça Parque dos Presidentes	Existente
13	Praça Recanto da Lagoa	Existente
14	Praça da Lagoa – Indianópolis	Existente
15	Praça Portelinha	Existente
16	Av. Emancipação	Existente
17	Beira Mar	Existente
18	Miniplataforma de Pesca	Existente
19	Ginásio de Esporte	Existente
20	Escola Barão	Existente
21	Centro de Eventos	Existente
22	Esquina Democrática	Existente
23	Igreja Madureira	Existente
24	Corpo de Bombeiros	Existente
25	Subprefeitura Zona Sul	Existente
26	Usina	Existente
27	Guarda Municipal	Existente
28	Orla da Av. Beira Mar	Proposto
29	Parcão da Beira Rio / Orla	Proposto
30	Praça Contemporânea	Proposto
31	Praça David Canabarro	Proposto
32	Praça do Rotary	Proposto
33	Praça dos Pinheiros	Proposto
34	Praça Jardim Atlântico	Proposto
35	Praça Kaloré	Proposto
36	Praça Nova	Proposto
37	Praça Praia Nova Tramandaí / Quadra	Proposto
38	Pracinha do Postinho	Proposto
39	Quadra Balneário Jardim do Eden	Proposto
40	Estádio Municipal Eluzardo Caetano da Silva (Módulo Esportivo)	Proposto
41	Centro de Cultura e Lazer Tenente Marino Dias de Oliveira (Gigantinho)	Proposto
42	Museu Municipal Abrilina Hoffmeister	Proposto
43	Biblioteca Municipal Manoelito de Ornellas	Proposto
44	Rodoviária / Terminal urbano.	Proposto

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

O dimensionamento da rede foi estruturado com base na adoção de largura de banda média de 2 Mbps por usuário ativo simultâneo foi definida com base em guias técnicos de projeto de redes Wi-Fi 6¹⁰ em ambientes públicos, nos quais a carga típica de tráfego associada a aplicações de navegação, redes sociais e acesso a serviços digitais apresenta consumo moderado por usuário. Essa estimativa é compatível com cenários de conectividade urbana voltados à inclusão digital e ao acesso a serviços públicos eletrônicos¹¹.

Adicionalmente, considerou-se a utilização de pontos de acesso com tecnologia Wi-Fi 6, conforme especificação IDEE 802.11a¹², cuja capacidade de atendimento em ambientes de maior densidade de usuários é reconhecidamente superior às gerações anteriores. Estudos técnicos indicam faixas de atendimento equilibrado entre 40 e 60 usuários simultâneos por ponto de acesso em cenários densos, o que fundamenta a adoção de 100 usuários simultâneos como capacidade média por equipamento no presente estudo¹³.

Com base nesses parâmetros técnicos, no **cenário de alta criticidade**, para locais com estimativa de até 200 usuários simultâneos, foi prevista largura de banda agregada de 400 Mbps e a instalação de 2 Access Points (APs) Wi-Fi 6, garantindo aproximadamente 100 usuários por equipamento e reduzindo riscos de saturação em períodos de maior

¹⁰ Disponível em: < <https://www.globalgrowthinsights.com/pt/market-reports/wi-fi-6-market-108742>>. Acesso em 13/02/26

¹¹ Disponível em: < <https://www.accessagility.com/wifi-design-guide>>. Acesso em 13/02/26

¹² Disponível em: < <https://standards.IDee.org/ieee/802.11ax/7180/>>. Acesso em 13/02/26

¹³ Disponível em: < <https://www.accessagility.com/wifi-design-guide>>. Acesso em 13/02/26

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

demanda. Essa configuração busca assegurar equilíbrio entre cobertura, capacidade e desempenho, especialmente em áreas de maior fluxo e permanência de público.

No **cenário de média criticidade**, para locais com estimativa de até 100 usuários simultâneos, foi prevista largura de banda agregada de 200 Mbps e a instalação de 1 APs Wi-Fi 6, garantindo aproximadamente 100 usuários por equipamento. Essa configuração mantém a proporcionalidade da premissa de 2 Mbps por usuário ativo e assegura adequada distribuição de carga, estabilidade operacional e qualidade de serviço.

Já no **cenário de baixa criticidade**, para locais com estimativa de até 50 usuários simultâneos, foi prevista a instalação de 1 AP Wi-Fi 6 e largura de banda de 100 Mbps, suficiente para atendimento da demanda projetada em função da menor densidade de usuários.

Tabela 41 - Modelo de classificação e dimensionamento da rede Wi-Fi pública municipal.

Criticidade Wi-Fi	Usuários Simultâneos Estimados	Largura de Banda (Mbps)	Quantidade de Aparelhos Wi-Fi	Quantidade de locais
Alta	200	400	2	4
Média	100	200	1	8
Baixa	50	100	1	5

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Conforme mencionado no *Produto 1.4 – Diagnóstico Técnico-Operacional* o município já dispõe do programa “Onda Livre”, responsável pela atual infraestrutura de conectividade pública gratuita no município, contando com 27 pontos de acesso público à internet. O projeto considera que esses pontos serão integralizados com a rede de fibra e os novos pontos propostos, de maneira que os equipamentos deverão ser substituídos e equalizados com as especificações técnicas previstas para os novos pontos.

4.6 Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana Inteligente

4.6.1 Requisitos de Implantação para Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana Inteligente

A modernização do sistema de controle de tráfego é fundamental para aumentar a segurança viária, reduzir congestionamentos e melhorar a eficiência da mobilidade urbana. O *Produto 1.4 - Diagnóstico Técnico-Operacional* identificou controladores existentes com tecnologia limitada e operação isolada, sem uso de dados em tempo real para otimização do fluxo.

A adoção de soluções inteligentes permite integração com videomonitoramento, sensores veiculares e centros de operação, alinhando-se às diretrizes da ABNT NBR ISO 37122 e às boas práticas de cidades inteligentes.

4.6.2 Estudo Referencial para Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana Inteligente

Os Estudos de Engenharia propõem a modernização integral do parque semaforístico municipal, atualmente composto por 9 (nove) cruzamentos semaforizados, totalizando 38 (trinta e oito) grupos focais instalados, com a substituição dos equipamentos existentes por controladores inteligentes interligados a uma central de gestão. A proposta contempla a integração de sensores de contagem veicular, dispositivos para priorização do transporte coletivo e câmeras associadas ao monitoramento viário, formando um sistema unificado de controle, supervisão e gestão do tráfego urbano, com maior capacidade de coordenação operacional, padronização tecnológica e adaptação às condições dinâmicas de circulação.

A arquitetura operacional prevê gestão centralizada, permitindo o acompanhamento em tempo real do funcionamento das interseções, a programação remota de planos semaforísticos e a realização de ajustes dinâmicos nos tempos de abertura e fechamento dos estágios, conforme as condições de fluxo observadas. O sistema possibilita a criação de diferentes planos operacionais ao longo do dia, adequando-se aos horários de pico, períodos noturnos e variações específicas de demanda.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Considerando as características do município, que possui perfil litorâneo e apresenta forte sazonalidade populacional, especialmente durante os meses de verão, o sistema deverá permitir configuração diferenciada para períodos de alta temporada. Nesses momentos, observa-se aumento expressivo do volume de veículos, sobretudo nos corredores de acesso à orla, nas vias estruturantes e nos eixos que conectam áreas residenciais às zonas comerciais e turísticas. Assim, os controladores deverão possibilitar a ativação automática ou programada de planos sazonais específicos, ampliando a capacidade operacional das interseções e promovendo maior fluidez nos principais corredores.

Durante a baixa temporada, os parâmetros poderão ser ajustados para ciclos mais curtos e maior equilíbrio entre fluxos veiculares e travessias de pedestres, garantindo eficiência operacional sem comprometer a segurança viária. A definição dos cruzamentos priorizados considerou a análise de volumes de tráfego, registros de acidentes, função viária dos eixos urbanos e sua relevância estratégica para a mobilidade local.

O sistema também deverá contar com mecanismos de redundância energética, por meio de nobreaks e baterias, assegurando continuidade de funcionamento em situações de interrupção no fornecimento de energia, aspecto relevante em municípios costeiros sujeitos a eventos climáticos adversos. A solução proposta busca, assim, conferir maior eficiência, flexibilidade operacional e capacidade de adaptação às variações sazonais que caracterizam a dinâmica urbana local.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

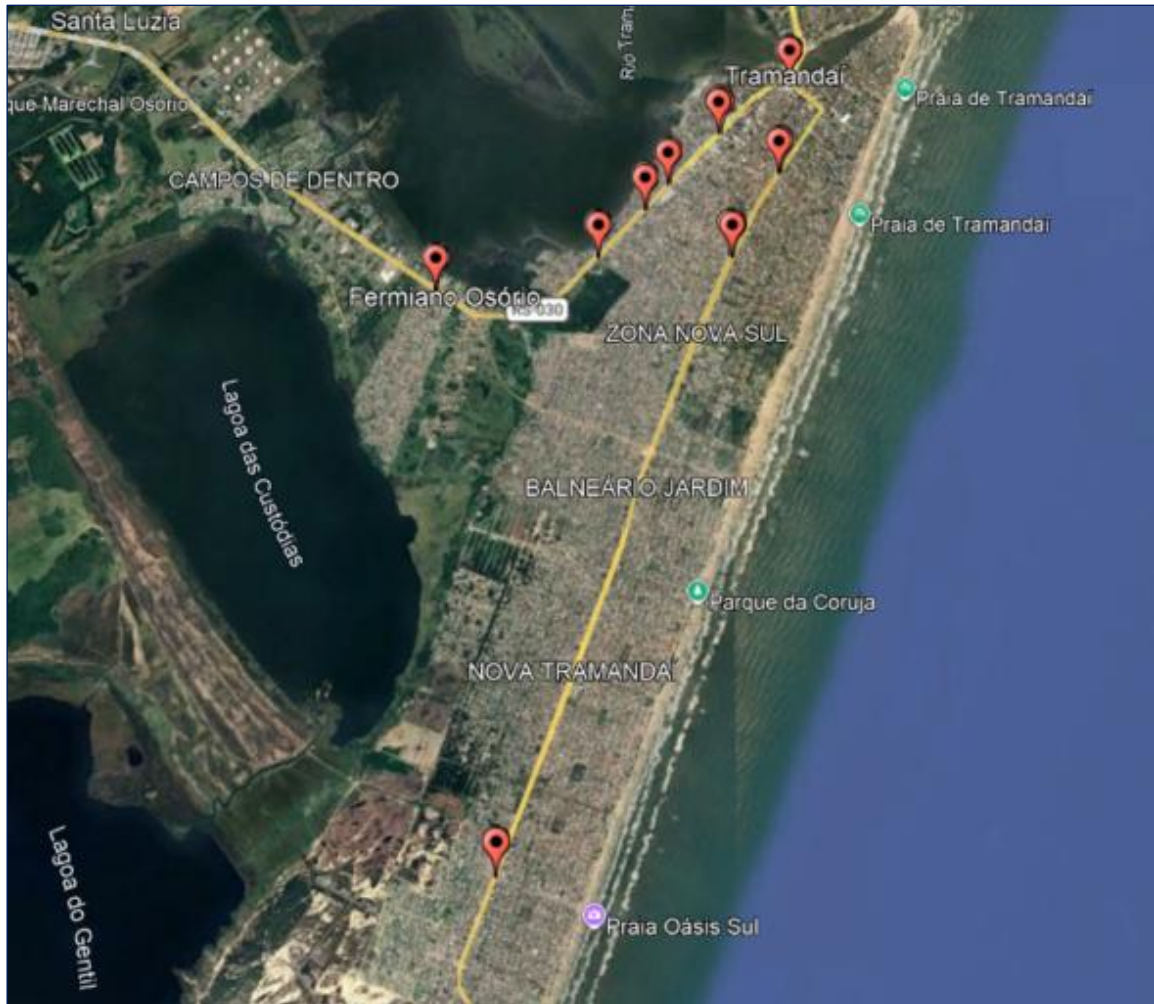
OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Figura 24 - Mapa referencial dos cruzamentos priorizados para implantação de sistema de controle de tráfego inteligente.



Fonte: Google Earth, elaborado por Houer Concessões (2026).

Tabela 42 - Pontos de Implantação do Sistema Semafórico Inteligente.

IDº	Local Previsto	Longitude	Latitude	Quantidade de Grupos Focais
Cruzamento 1	Avenida Fernandes Bastos x Rua Gedir Antônio Franzen (Bairro São José)	-30.00099371	-50.15359906	4
Cruzamento 2	Avenida Fernandes Bastos x Rua Tristão Monteiro (Bairro Centro)	-29.99424702	-50.14638768	4

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

IDº	Local Previsto	Longitude	Latitude	Quantidade de Grupos Focais
Cruzamento 3	Avenida da Igreja x Avenida da Emancipação (Bairro Centro)	-29.98426068	-50.13377454	4
Cruzamento 4	Avenida Fernandes Bastos x Avenida Rubem Berta (Bairro Centro)	-29.9892731	-50.1411167	5
Cruzamento 5	Avenida Flores da Cunha x Avenida Rubem Berta (Bairro Centro)	-29.99304368	-50.13503647	4
Cruzamento 6	Avenida Fernandes Bastos x Rua Belém (Bairro São José)	-29.99656631	-50.14876005	4
Cruzamento 7	Avenida Fernandes Bastos x Rua Hildebrando Pinheiro Veloso (Bairro Indianópolis)	-30.00430109	-50.16969524	4
Cruzamento 8	Avenida Interpraia x Avenida Vereador Ivo Schneider (Bairro Oásis)	-30.05422716	-50.16305281	5
Cruzamento 9	Avenida Flores da Cunha x Avenida Protásio Alves (Bairro Zona Nova)	-30.00099022	-50.1400706	4

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

4.7 Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos Climáticos

4.7.1 Requisitos de Implantação para Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos Climáticos

A implantação do sistema de monitoramento ambiental em Tramandaí parte de uma condição geográfica singular. O município encontra-se posicionado entre o Oceano Atlântico e o Rio Tramandaí, compondo um território sob influência simultânea de processos marítimos e fluviais, estando sujeito a variações de maré, cheias fluviais, ressacas marítimas e eventos climáticos intensos.

Essa condição territorial expõe a cidade a riscos recorrentes, como alagamentos em períodos de chuva intensa, elevação do nível do rio em situações combinadas de precipitação e maré alta, além de impactos estruturais causados por ventos fortes e ressacas. Nos últimos anos, o município também tem sido impactado por ciclones

115

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

extratropicais, fenômenos que provocam rajadas intensas de vento, volumes elevados de precipitação e alterações significativas no nível do mar, ampliando o potencial de danos à infraestrutura urbana e à população. O monitoramento contínuo dessas variáveis torna-se essencial para antecipação de eventos críticos, apoio à Defesa Civil e tomada de decisão baseada em dados.

A solução proposta está alinhada à ABNT NBR ISO 37123:2021, que trata de indicadores para cidades resilientes, e às métricas nacionais de gestão de riscos e desastres. Destaca-se que o conceito de cidade resiliente refere-se à capacidade do município de antecipar, resistir, responder e se recuperar de eventos adversos, especialmente desastres naturais e extremos climáticos. De forma complementar, a iniciativa também se fundamenta na ABNT NBR ISO 37122:2020, voltada a indicadores para cidades inteligentes, no campo da gestão baseada em dados, monitoramento em tempo real e uso de tecnologias para qualificação da tomada de decisão pública. O objetivo é estruturar um sistema municipal preventivo capaz de emitir alertas, gerar histórico confiável e apoiar o planejamento urbano frente às mudanças climáticas.

4.7.2 Estudo Referencial para Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos Climáticos

Os Estudos de Engenharia definiram a implantação de uma estação meteorológica autônoma e uma estação hidrológica, ambas integradas aos sistemas municipais e estaduais de Defesa Civil.

A **estação meteorológica** tem como finalidade o monitoramento contínuo de variáveis atmosféricas relevantes, incluindo precipitação, velocidade e direção do vento, radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica. Como diretriz técnica, considera-se desejável que a solução adote alimentação autônoma, preferencialmente por meio de painel solar associado a um sistema de armazenamento de energia, com autonomia mínima de 24 horas, de forma a assegurar a continuidade da operação mesmo em situações de instabilidade no fornecimento elétrico convencional.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Quanto à transmissão de dados, a concepção do sistema pode priorizar comunicação via a rede de Infovia proposta anteriormente como também rede celular 4G/LTE, admitindo-se soluções alternativas ou complementares, como comunicação por rádio em frequência adequada, visando garantir confiabilidade, redundância e integração com os sistemas municipais e da Defesa Civil. A estrutura física deverá observar requisitos compatíveis com ambiente litorâneo, incluindo proteção anticorrosiva, grau de vedação apropriado e robustez construtiva, de modo a assegurar durabilidade, segurança operacional e facilidade de manutenção ao longo do ciclo de vida do equipamento.

A **estação hidrológica** destinada ao monitoramento do nível d'água e da influência de maré tem por objetivo o acompanhamento contínuo das variações do nível hídrico, considerando os efeitos combinados de vazão fluvial e regime de marés. A solução tecnológica poderá empregar sensores por pressão, radar ou tecnologia equivalente, a serem definidos em etapa posterior de projeto executivo. Recomenda-se que o sistema contemple alimentação energética autônoma, preferencialmente por meio de painel solar associado a bateria ou solução equivalente, assegurando operação contínua e confiável.

A comunicação dos dados deverá, como diretriz preferencial, utilizar a rede de Infovia proposta e celular 4G/LTE como opção para redundância, admitindo-se alternativas tecnológicas que garantam transmissão em tempo real e integração com os sistemas municipais de monitoramento e gestão de riscos. A instalação deverá ocorrer em estrutura fixa adequada, posicionada acima dos níveis máximos observados de maré, cheia e ressaca, observando critérios de estabilidade estrutural, segurança operacional e acessibilidade para manutenção periódica.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

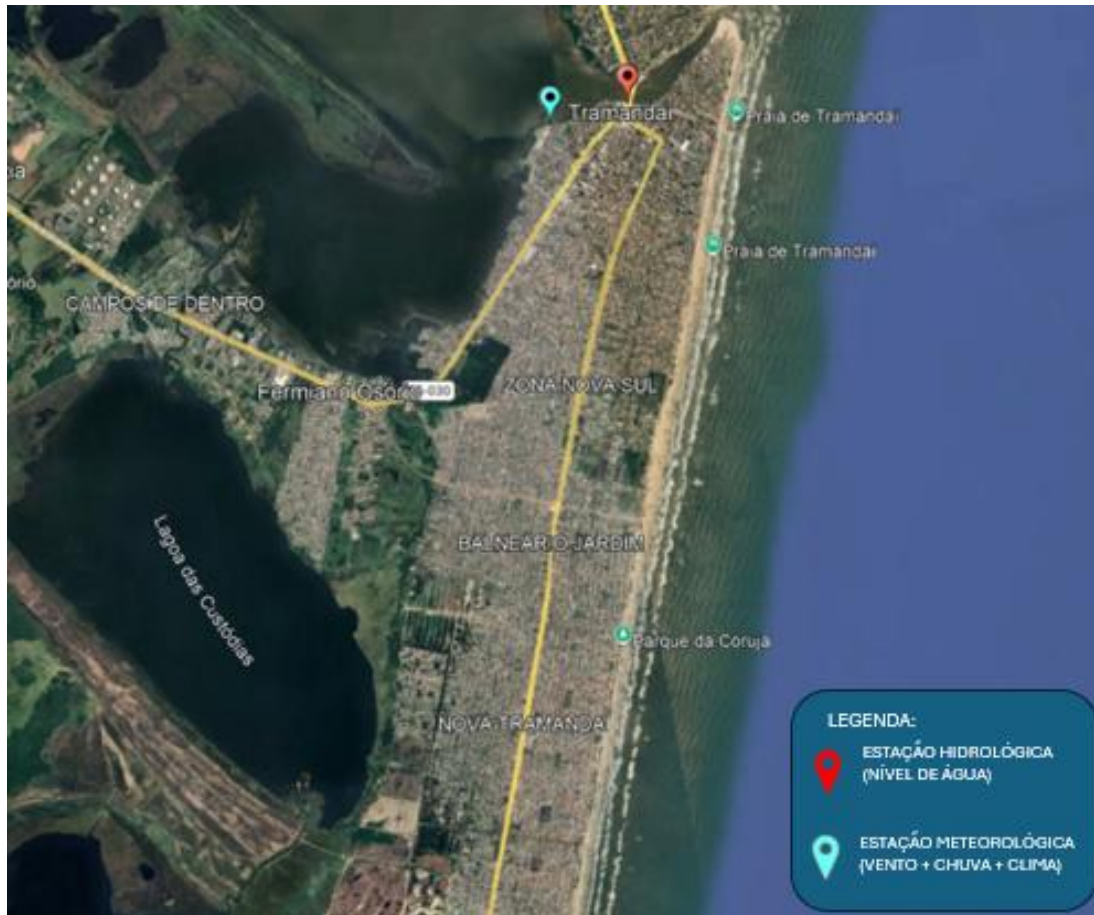
Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Figura 25 - Mapa de implantação das estações de monitoramento ambiental.



Fonte: Google Earth, elaborado por Houer Concessões (2026).

Os locais para instalação dos equipamentos foram definidos a partir da identificação de áreas estratégicas do território municipal, especialmente aquelas que permitem a captação de registros hidrográficos relevantes e que oferecem condições adequadas de acessibilidade para manutenção. Também foram considerados os requisitos técnicos para instalação, tais como segurança do local, viabilidade estrutural, disponibilidade de suporte físico e condições apropriadas para a operação contínua dos equipamentos.

Os pontos indicados poderão ser reavaliados posteriormente, mediante análise técnica conjunta entre o Município e a Concessionária, considerando critérios operacionais e de interesse público.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Tabela 43 - Especificações Referenciais de Monitoramento Climático e Hidrológico

Equipamento / Sensor	Qtd.	Latitude	Longitude	Especificações técnicas
Estação Meteorológica	1	-29.98374675	-50.14195457	Monitoramento do Clima contínuo, Alimentação Solar Autônoma, Comunicação Inovia, Estrutura Anticorrosiva Litorânea.
Estação Hidrológica para (Nível de água/maré)	1	-29.98300738	-50.13339841	Monitoramento Nível d'água, Influência maré, Alimentação Solar Autônoma, Comunicação Inovia.

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

5 MODELO DE OPERAÇÃO

Esta seção se propõe a apresentar os principais itens e fases da PPP, assim como o seu modelo de operação e os principais serviços de responsabilidade da Concessionária. A partir dessas informações, será possível estruturar o Modelo de Investimentos e os Custos e Despesas do Poder Concedente, que virão em seguida no presente documento.

5.1 Modelo de Governança da PPP de IP

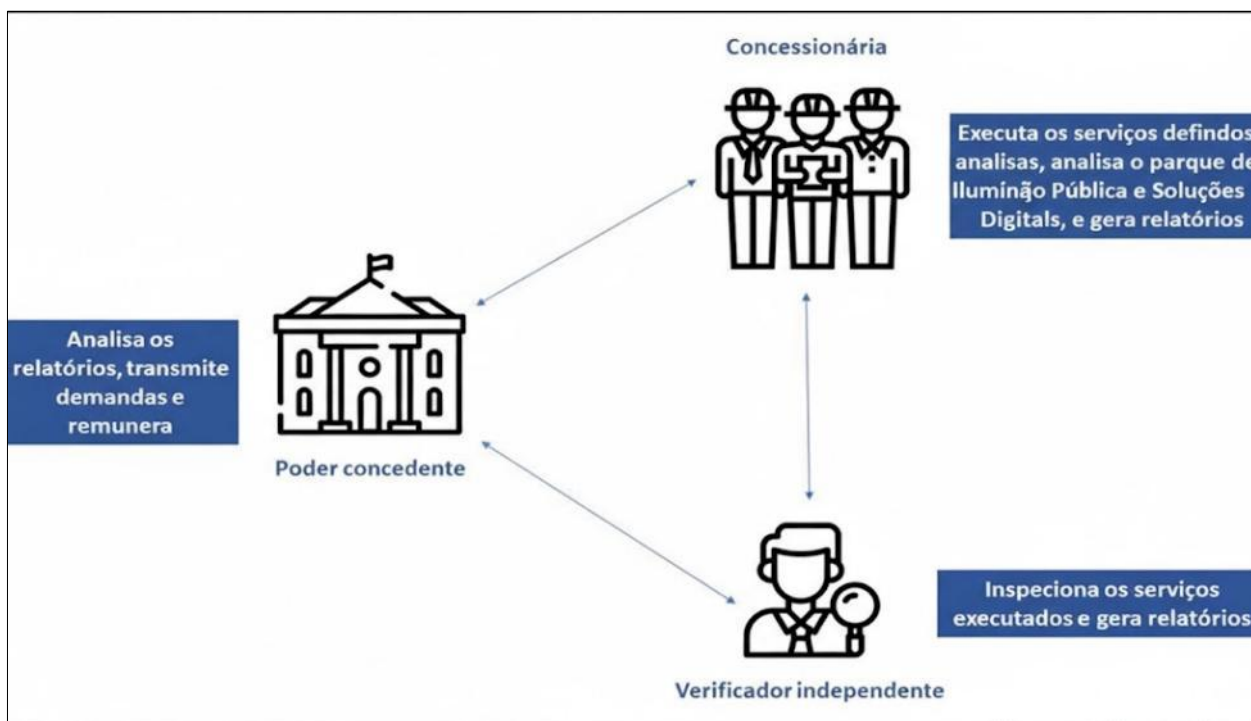
O projeto de uma PPP de iluminação pública e soluções digitais envolve múltiplos agentes, que garantem o cumprimento das atividades propostas e a qualidade dos resultados. Dentre esses agentes e suas principais responsabilidades, menciona-se:

- **Poder concedente:** é o Município no qual a PPP será realizada. É o detentor dos ativos de iluminação pública e soluções digitais a serem cedidos à Concessionária após a assinatura do Contrato. Na PPP, é responsável por analisar e validar todos os relatórios gerados pelas partes envolvidas no projeto, fornecer informações relevantes para o andamento das atividades e remunerar a Concessionária por meio do repasse da CIP;
- **Concessionária:** é a Instituição formada por empresa(s) com o intuito de assumir os ativos e prestar os serviços de iluminação pública e soluções digitais ao Poder Concedente. É responsável, na PPP, pela prestação dos serviços, elaboração de estudos, execução de obras, levantamento de informações e estruturação de relatórios a serem entregues ao Poder Concedente;
- **Verificador Independente:** é o agente externo à Concessionária e ao Poder Concedente, contratado para fiscalizar a qualidade das entregas da Concessionária. É responsável por analisar os Relatórios de Atividades da Concessionária, inspecionar as obras realizadas e serviços prestados e estruturar o Relatório de Desempenho, a ser entregue à Concessionária e ao Poder Concedente.

A imagem a seguir ilustra as relações entre esses três agentes e resume as atribuições de cada um.

Figura 26 - Modelo de governança da PPP de iluminação pública e soluções digitais

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Esclarece-se que a remuneração mensal da Concessionária estará condicionada à validação do Relatório de Desempenho, a ser realizada, preferencialmente, por Verificador Independente, a partir de inspeções e evidências operacionais.

Na hipótese de o Verificador Independente ainda não estar contratado ou em plena operação, a validação do Relatório de Desempenho poderá ser realizada, em caráter transitório, pelo Poder Concedente ou por agente por ele designado, assegurando-se a continuidade dos pagamentos e a regular execução contratual.

Após a efetiva contratação do Verificador Independente, este passará a ser o responsável pela validação dos relatórios e aferição de desempenho, conforme estará previsto contratualmente.

Além disso, como mencionado anteriormente, essa remuneração não se dá diretamente entre o Poder Concedente e a Concessionária, mas pelo intermédio da CIP. Para isso, é

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

criada uma Conta Vinculada à PPP, junto à Instituição Financeira Depositária, que será a única responsável pelas movimentações.

A Conta Vinculada se trata de uma conta corrente, de titularidade do Poder Concedente, cujo intuito é receber a receita proveniente da arrecadação da CIP. Todas essas premissas visam trazer maior segurança e confiabilidade para o processo.

5.2 Cadastro

O Cadastro da rede de iluminação pública é um produto indispensável a ser realizado no período prévio à assunção do parque de iluminação pública do Município pela Concessionária. É de suma importância para a realização das obras de modernização, implantação, manutenção, operação e expansão da rede de iluminação pública e de soluções digitais do Município. Deve ser elaborado da maneira mais detalhada possível, incluindo características técnicas, estruturais e geográficas de cada ponto de iluminação pública e de soluções digitais, além do histórico de intervenções.

5.3 Planos Operacionais

Entre os planos que a Concessionária deverá apresentar, constam:

- Plano de Operação e Manutenção (POM) apresentará a descrição, o procedimento operacional e o planejamento de todas as atividades relacionadas ao planejamento e à estruturação necessários para a operação e manutenção dos pontos de iluminação pública e soluções digitais da rede municipal de iluminação pública e soluções digitais ao longo do prazo da concessão.
- Plano de Modernização, Eficientização e Implantação (PMEI) apresentará a descrição, o procedimento operacional e o planejamento de todas as atividades relacionadas à modernização e efficientização de iluminação pública e gestão semafórica, implantação do sistema de telegestão, soluções digitais e Iluminação Especial, ao longo do prazo da concessão. O PMEI deverá ser composto, no mínimo, pelos seguintes programas:

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- a. Programa de Modernização e Eficientização (PME);
 - b. Programa de Implantação do Sistema de Telegestão (PIST);
 - c. Programa de Implantação de Soluções Digitais (PISD);
 - d. Programa de Iluminação Especial (PIE).
- Plano de Desmobilização Operacional (PDO), que deverá detalhar o procedimento de reversão dos Bens reversíveis e a transição operacional no advento do prazo contratual.

5.3.1 Centro de Controle Operacional (CCO)

Para a gestão de todo o processo de expansão, implantação, modernização e manutenção da iluminação pública e soluções digitais do município, o CCO é a principal célula de gerenciamento de dados e de controle da rede. Deve ser instalado contendo mobiliário específico, linha telefônica, acesso à rede de computadores e à internet, e deve operar ininterruptamente.

5.3.1.1 Implantação do CCO

O CCO deve apresentar infraestrutura capaz de monitorar, operar e controlar, de forma remota, o funcionamento da rede de iluminação pública em tempo real - para 100% dos pontos de IP equipados com sistema de telegestão. Além disso, apresentará a infraestrutura também para os pontos que tiverem em adequação para acompanhamento remoto de soluções digitais, como monitoramento de 24 horas das câmeras implantadas, gestão semaforica, acesso público a internet e monitoramento ambiental, corroborando em fluxogramas de acionamento de órgãos de segurança e defesa civil. Ressalta-se que, a operação do CCO deve ser baseada na norma técnica ISO/IDC 27000 – Gestão da Segurança da Informação.

A Concessionária deve garantir à administração pública o acesso integral e em tempo real, baseado em hierarquia de acessos, a todas as etapas da execução contratual dos dados primários, disponíveis no CCO, por meio de equipamentos instalados em local definido e de relatórios dinâmicos e mapas temáticos para monitoramento dos serviços

123

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

realizados. Deve garantir a integração da rede municipal de iluminação pública, soluções digitais e o sistema a ser utilizado pelo Verificador Independente com o Sistema Central de Gestão Operacional.

O CCO deve ter a capacidade de hospedar diferentes *softwares* para o gerenciamento da iluminação pública, dentre eles o sistema central de gestão operacional (SCGO), o *software* de telegestão, o *call center* e os *softwares* operacionais, devendo eles trabalharem 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.

5.3.1.1.1 CCO Espelho

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

Este CCO Espelho também contemplará a possibilidade de integração de câmeras públicas assim como das privadas/particulares, provenientes de condomínios, empresas e outros estabelecimentos, que aderirem voluntariamente a programas de colaboração em segurança pública que não estiverem contempladas no atual escopo. Tal integração visa ampliar a vigilância em vias públicas, áreas comuns e perímetro urbano, agilizando o atendimento de ocorrências e contribuindo para a segurança pública, sempre em estrita conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e garantindo o sigilo e o uso exclusivo das imagens para fins de segurança, trânsito ou defesa civil.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Além da integração de outras câmeras, também existirá a possibilidade de integração de outras Soluções Digitais, como por exemplo o compartilhamento de informações meteorológicos de outras bases privadas ou públicas.

5.4 Estrutura operacional e organizacional

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

- Gestão do cadastro técnico da rede de iluminação pública e de soluções digitais;
- Gestão dos projetos associados às obras de expansão, implantação, modernização e de iluminação especial;
- Gestão dos serviços de manutenção e operação de iluminação pública e soluções digitais;
- Gestão do consumo de energia elétrica;
- Gestão das demandas dos usuários da rede de iluminação pública e soluções digitais;
- Gestão das funcionalidades dos pontos beneficiados com a tecnologia de telegestão;
- Gestão de recursos da Concessionária por meio de sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*).

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

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- Gerenciamento do cadastro técnico de iluminação pública e soluções digitais:
 - O SCGO deve dispor de sistema que contenha cadastro técnico e ferramenta para gerenciamento dos ativos administrados pela Concessionária. O sistema deve contemplar base de dados georreferenciada GIS (*Geographic Information System*) de todos os ativos abarcados pela concessão, a qual deve ser utilizada como base de informações às demais soluções do sistema. Este cadastro deve ser permanentemente atualizado conforme ocorrerem as intervenções na rede de iluminação pública e soluções digitais do Município, por meio de dispositivos móveis ou diretamente na interface *web*. É responsabilidade da Concessionária a manutenção da atualização do cadastro.
- Gerenciamento de projetos:
 - Este sistema deve permitir a gestão de projetos relacionados aos serviços prestados pela Concessionária. Todos os projetos devem ser visualizados em correspondência com mapas e dados cartográficos da base de dados GIS e do sistema de gerenciamento de ativos. O sistema deve:
 - Ter acesso aos dados do cadastro técnico;
 - Realizar a interface de informações entre projetos, serviços e seus respectivos locais de execução;
 - Monitorar o andamento de cada projeto, os custos e os recursos empregados.
 - O sistema deve gerar relatórios gerenciais sobre o andamento dos projetos de forma que permita o monitoramento pela Concessionária, pelo Verificador Independente e pelo Poder Concedente.
- Gestão de manutenção e operação:
 - A gestão de manutenção e operação deve ser garantida por meio de sistema que garanta o controle do processo de manutenção e operação da rede de iluminação pública e soluções digitais. O sistema deve fazer a integração entre protocolos de manutenção ou operação de obras, e os dados controle da frota e equipes em campo para o monitoramento da execução de cada serviço, bem

126

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- como a localização da equipe responsável. Deve controlar, distribuir as ordens de serviço para as equipes e realizar a atualização dos dados do cadastro técnico de acordo com as informações enviadas pelas equipes de campo e os respectivos protocolos e OS (ordem de serviço);
- Por meio de dispositivos móveis com acesso à rede de dados, as equipes de campo devem ter acesso ao sistema, permitindo a visualização do histórico de intervenções do ponto de iluminação pública e soluções digitais relacionado na solicitação de serviço. O sistema deve permitir o controle de materiais utilizados por cada equipe. O planejamento das rotas de vistoria das rondas deve ser fornecido pelo SCGO, o qual deve fazer o controle das equipes de vistoria de todos os pontos de iluminação pública e soluções digitais, e garantir que a inspeção completa da rede seja feita dentro do prazo estabelecido.
 - Gestão do consumo de energia:
 - O SCGO deve realizar o processamento entre todos os dados do controle de monitoramento remoto das luminárias, câmeras, semáforos, sensores e redes de Wi-Fi implantadas, para fins de cálculo do consumo e gastos de energia. O sistema deve possibilitar comparações entre os consumos de energia elétrica estimado, medido (pela telegestão) e faturado;
 - O consumo de energia estimado deve ser baseado nas potências das luminárias cadastradas na base de dados georreferenciada, considerando as perdas, e no tempo de operação previsto na resolução 1.000 da ANEEL. A proposta é que seja feita comparação entre o consumo estimado e o consumo computado pelo sistema de telegestão nos pontos beneficiados com essa tecnologia. Além disso, deverá ser realizada a estimativa do consumo de energia das tecnologias instaladas para soluções digitais, considerando seu tempo de operação 24/7, em câmeras de videomonitoramento, sensores, Wi-Fi e semáforos;
 - Os dados devem ser armazenados para a criação de série histórica de todo o período de concessão.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- Atendimento ao usuário:
 - Deve ser utilizado sistema capaz de gerenciar as demandas apresentadas pelos usuários do sistema de iluminação pública e soluções digitais, integrando com o *call center*. O sistema deve efetuar o registro da ocorrência, o despacho do serviço necessário e a comunicação de resposta com o usuário solicitante informando o atendimento da demanda. Deve ser integrado à gestão de manutenção e operação para a abertura de ordem de serviço e acompanhamento do chamado. Deve registrar as ocorrências com base no cadastro técnico, permitindo a análise de fenômenos recorrentes.
- Telegestão:
 - O SCGO deve estar integrado ao sistema de telegestão, sendo capaz de controlar e monitorar as luminárias, ponto-a-ponto e enviar todas as informações para o CCO. O sistema de telegestão deve dispor de todas as funcionalidades apresentadas no presente relatório para o operador do CCO;
 - O sistema de telegestão deve permitir integração com a gestão de manutenção e operação para que, em tempo real, seja informado às equipes de operação e manutenção as ocorrências na rede de iluminação pública identificadas pelos telecomandos controladores, antecipando-se às chamadas dos usuários;
 - Todas as operações, mudanças de estado e valores de medições registrados pelo sistema de telegestão devem ser armazenados historicamente permitindo a análise de ocorrências e do comportamento da rede de iluminação pública, e fornecendo insumos para a realização de estudos posteriores.
- Indicadores de desempenho:
 - O SCGO deve apresentar sistema de mensuração de desempenho que vai aferir os aspectos operacionais e gerenciais da execução do contrato de concessão. Deve representar o quadro de indicadores de desempenho que vai fazer parte do contrato, permitindo o monitoramento do desempenho da Concessionária. Os dados devem estar disponíveis para a Prefeitura e para o

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Verificador Independente do contrato, a fim de que seja monitorado e verificado o desempenho da Concessionária.

- Planejamento de recursos da Concessionária:
 - A Concessionária deve contar com sistema de planejamento de recursos (ERP) para suportar seus processos de negócios. Os processos atendidos e funcionalidades devem ser, no mínimo, os seguintes:
 - Gestão de materiais:
 - ✓ Cadastro de materiais, fornecedores e serviços;
 - ✓ Administração de compras de materiais, de contratação de obras e serviços e controle dos respectivos prazos e garantias;
 - ✓ Gestão de fornecimento de materiais;
 - ✓ Inventário físico estoque (anual, rotativo, amostra);
 - ✓ Previsão e planejamento de materiais;
 - ✓ Administração de estoques centralizado e depósitos.
 - Controladoria:
 - ✓ Gestão de custos;
 - ✓ Alocação de custos;
 - ✓ Orçamento de despesa.
 - Gestão de investimentos:
 - ✓ Gestão de orçamento de investimento;
 - ✓ Acompanhamento da realização orçamentária.
 - Contabilidade:
 - ✓ Balanço patrimonial;
 - ✓ Demonstração de resultados do exercício;
 - ✓ Gestão dos ativos contábeis.
 - Financeiro:
 - ✓ Contas a pagar;

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- ✓ Contas a receber;
- ✓ Administração de caixa;
- ✓ Fluxo financeiro;
- ✓ Fluxo orçamentário.
- ✓ Gestão da frota de veículos.

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

- Engenharia/Tecnologia/Operações: Responsável pela definição/elaboração e planejamento de procedimentos operacionais padrão (POP's), manuais e de todos os projetos relacionados à modernização e efficientização, implantação de soluções digitais, telegestão, iluminação especial e expansão da rede municipal de iluminação pública bem como pela manutenção da qualidade dos serviços, gestão de todas as atividades relacionadas à execução da operação e manutenção e de projetos, incluindo a operação do call center e do CCO, gestão de frota, serviços e equipes de campo (manutenção corretiva, preditiva, preventiva e verificação ativa), almoxarifado, gestão de estoque, suprimento, logística e central de atendimento e projetos ao longo da concessão;
- Administrativo/Financeiro: Responsável pela gestão das áreas de suporte à organização incluindo financeiro, recursos humanos (RH) e segurança do trabalho, contábil, jurídica, administrativa, serviços gerais e vigilância.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Aclara-se que o serviço de *call center* deve ser apoiado pelo sistema de atendimento ao usuário/cidadão, que deve operar 24 horas por dia, 7 dias por semana, isto é, de maneira ininterrupta.

5.5 Divulgação de Informações e Documentos da PPP

No intuito de manter a transparência com a sociedade durante o prazo da PPP, a Concessionária terá a responsabilidade de realizar a divulgação pública e periódica de informações e documentos referentes à gestão e à operação dos projetos. Para isso, é ideal que seja criado um portal online, onde, de forma acessível, os cidadãos possam facilmente consultar todos esses dados. Além disso, para fins de praticidade, recomenda-se que os dados sejam expostos no formato de painel interativo (*dashboard*). No referido endereço eletrônico, a Concessionária deverá divulgar para Iluminação Pública e Soluções Digitais, ao menos, o que se segue:

- Plano de Operação e Manutenção;
- Plano de Modernização e Implantação;
- Andamento da Fase de Modernização;
- Mídias (figuras, fotos e vídeos) que apresentem os resultados e o impacto da PPP no Município;
- Relatório Mensal de Execução de Serviços da Concessionária;
- Relatório de Desempenho do Verificador Independente;
- Termos de Aceite emitidos;
- Contrato da Concessão;
- Termos Aditivos ao Contrato da Concessão;
- Contratos de Atividades Relacionadas;
- Demonstrações financeiras e contábeis da Concessionária;

5.6 Modelo Operacional

A composição do modelo operacional se dá a partir de todas as atividades, mencionadas anteriormente, que devem ser executadas ao longo das diferentes fases da PPP. A seguir, destacam-se os principais serviços a serem incluídos no modelo operacional do projeto, levantados a partir do estudo de PPPs de iluminação pública já existentes:

- Elaboração de cadastro, que deve ser constantemente atualizado ao longo da PPP;
- Elaboração dos planos e projetos operacionais, que são o PTO (Plano de Transição Operacional), o PMO (Plano de Modernização e Operação) e o PDO (Plano de Desmobilização Operacional);
- Modernização e eficiência da rede de iluminação pública do Município;
- Implantação do sistema de telegestão;
- Implantação da Infovia;
- Ampliação do sistema de Videomonitoramento;
- Modernização da Gestão Semafórica;
- Implantação de sistemas de Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos Climáticos;
- Ampliação e Modernização das Redes de Acesso Público à Internet (Wi-Fi Social);
- Implantação de Iluminação Especial nos bens de destaque selecionados pelo Município;
- Implantação e operação do Centro de Controle Operacional (CCO);
- Manutenção da rede de iluminação pública;
- Implantação e operação da estrutura operacional e organizacional;
- Expansão da rede de iluminação pública;

- Atendimento à demanda reprimida;
- Execução do serviço de poda na vegetação que impacta a qualidade da iluminação pública;
- Divulgação pública e periódica de informações e documentos relacionados a PPP.

Iluminação Pública

5.6.1.1 Modernização e Eficientização

A modernização e efficientização refere-se à adequação dos pontos de IP do Município aos padrões de iluminância e uniformidade da ABNT NBR 5101:2024 à redução do consumo de energia da rede de iluminação pública por meio de adequações estruturais e da substituição das tecnologias de IP existentes por luminárias LED de alto padrão de qualidade - cujas especificações mínimas foram detalhadas na seção 3, assim como todos os demais serviços que envolvem a modernização e efficientização.

5.6.1.2 Implantação de Telegestão

A telegestão compreende um composto de equipamentos eletrônicos e soluções digitais e é uma alternativa mais tecnológica e eficiente ao relé fotoeletrônico. Por meio dessa tecnologia é possível configurar o acionamento e desligamento das lâmpadas em um horário definido ou de acordo com a luminosidade externa, realizar a otimização do fluxo luminoso, obter diversos dados relacionados ao funcionamento dos equipamentos de iluminação pública e implementar diferentes formas de controle das lâmpadas.

A implantação do sistema de telegestão pela Concessionária deve ser realizada em 100% do parque de iluminação pública, de maneira a contemplar todas essas funcionalidades de hardware e software, incluindo a plataforma de gestão, controle e conectividade dos pontos de iluminação pública. Essa plataforma deve, ainda, ser integrada ao CCO (Centro de Controle Operacional).

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Como mencionado, a telegestão também é utilizada na otimização do fluxo luminoso em um processo denominado dimerização, que é de extrema importância para a redução do consumo de energia do parque de iluminação pública.

Vale mencionar que o sistema de telegestão pode viabilizar a realização de outros serviços, pela Concessionária, relacionados a implantação de tecnologias de cidades inteligentes, com a possibilidade de Receitas Acessórias.

5.6.1.2.1 Estrutura Operacional do sistema de telegestão

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

Figura 27 - Estrutura operacional do Sistema de Telegestão



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Os telecomandos controladores das luminárias comunicam-se com o concentrador 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, esse, por sua vez, armazena e disponibiliza as informações à central de controle localizada no centro de controle operacional (CCO).

5.6.1.2.2 Dimerização

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

O ajuste de fluxo luminoso nos pontos de iluminação pública com Sistema de Telegestão deverá seguir aspectos legais e normativos relativos pertinentes (especialmente a ABNT NBR 5101:2024).

Uma vez aprovado o sistema de telegestão, viabilizam-se ganhos econômico-financeiros com a utilização da dimerização do sistema de iluminação pública.

5.6.1.2.3 Dimerização pela Otimização do Fluxo luminoso

Nesse mecanismo de dimerização é considerado o decaimento do fluxo luminoso das luminárias como fator para a dimerização. Ao se elaborar o projeto luminotécnico, é aplicado um fator de depreciação de 75% nas luminárias, que é atingido ao final de sua vida útil. Essa depreciação é aplicada com objetivo de se obter o serviço de iluminação pública em consonância com os requisitos normativos do início ao fim da vida útil da luminária. Desta forma, sabe-se que a iluminação projetada vai apresentar um resultado acima do exigido pela norma nos primeiros anos. Nessa linha, a dimerização configura-se como alternativa para reduzir o fluxo luminoso até o limite estabelecido em norma durante os anos de operação.

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

- Cumprimento integral da ABNT NBR 5101:2024 até o ciclo de trocas das luminárias LED;
- Consideração da curva de decaimento do fluxo luminoso até o ciclo de trocas das luminárias LED;
- 75% do fluxo luminoso necessário para cumprimento dos requisitos normativos da Norma 5101;

- Potências típicas nas classes de iluminação com sistema de telegestão;
- Período de operação de 11 horas e 24 minutos conforme Resolução Homologatória N° 2.590, de 13 de agosto de 2019 da ANEEL;

5.6.1.3 Iluminação Especial

Consiste na iluminação destinada aos bens selecionados pelo Município, que podem ser igrejas, monumentos, esculturas, museus, prédios públicos, pontes etc. A Iluminação Especial tem por fim o embelezamento, e a consequente valorização, dos espaços públicos e do patrimônio histórico-cultural do Município.

5.6.1.4 Serviços de Manutenção

Os serviços de manutenção podem ser divididos em alguns tipos: corretiva, preditiva, preventiva e emergencial. Cada um dos tipos de manutenção tem sua própria frequência ideal e abarca um determinado grupo de equipamentos que compõem a rede de iluminação pública:

- Manutenção corretiva: Deve ser executada sempre que for identificado o funcionamento incorreto de algum dos equipamentos que compõem a rede de iluminação pública que pode ocorrer devido a danos estruturais, defeitos de fabricação, falhas de software, acidentes, furtos, vandalismo, dentre outros fatores. A manutenção corretiva deve ser realizada em todos os equipamentos da rede de iluminação pública sempre que houver a necessidade;
- Manutenção preditiva: Deve ser executada quando se observar a iminência de algum tipo de falha nos equipamentos de iluminação pública ocasionado, por exemplo, pela proximidade do fim da vida útil de algum componente. Para que essa falha possa ser prevista e corrigida, deve-se haver o monitoramento constante da performance dos equipamentos;
- Manutenção preventiva: Deve ser realizada com base em um período a ser definido, de acordo com a taxa de falhas ou de depreciação dos equipamentos, a

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

fim de se analisar, criteriosamente, o estado de conservação e de funcionamento da rede de iluminação pública;

- **Manutenção emergencial:** Deve ser realizada de maneira imediata quando se constatar a necessidade. Esse tipo de manutenção é destinado a problemas que colocam em risco a integridade física da sociedade ou do patrimônio público, como casos de incêndio, braços quebrados, postes abalroados, dentre outros.

5.6.1.5 Serviços de Poda

Um dos fatores que influenciam na qualidade da prestação do serviço de iluminação pública é a harmonia entre a arborização e pontos de iluminação pública. Nesse sentido, é fundamental, para a boa compatibilização entre vegetação local e iluminação pública, a manutenção periódica de galhos e árvores que interferem na rede de iluminação pública, seguindo as orientações das legislações ambientais e as diretrizes expressas pela ABNT NBR 5101:2024.

5.6.1.6 Expansão da rede municipal de IP

A expansão consiste no serviço de instalação de pontos de IP em novos locais sem qualquer iluminação pública (não se deve confundir a expansão com a Correção de Pontos Escuros, que compõe o escopo da modernização e efficientização, e se dá em locais onde já existe iluminação, porém esta é deficiente em relação à ABNT NBR 5101:2024). Nos locais de expansão, todos os custos de mão-de-obra e equipamentos, incluindo a implantação do sistema de telegestão para os novos pontos, serão abrangidos pelo sistema de Cota Expansão.

Como mencionado no *Produto 1.4 - Diagnóstico Técnico-Operacional*, a taxa de expansão estimada para o Município foi de 2,29%, o que equivale a um total de 327 (trezentos e vinte e sete) novos pontos ao ano.

A demanda por novos pontos poderá surgir em diversos tipos de locais e, assim, apresentar diferentes exigências, como extensões da rede de distribuição aérea no caso de pontos não exclusivos, ou da rede de distribuição subterrânea no caso de pontos

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

exclusivos. A fim de contemplar todas essas possibilidades, apresenta-se, a seguir, as estruturas de expansão definidas para os Estudos de Engenharia.

Tabela 44 - Estruturas de expansão definidas para os Estudos de Engenharia da Rede de IP

Estrutura	Descrição
1	Instalação de novo ponto de IP exclusivo em outras vias
2	Instalação de novo ponto de IP exclusivo em vias principais
3	Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em outras vias
4	Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em vias principais
5	Instalação de novo ponto de IP em Faixa de Pedestre
6	Instalação de novo ponto de IP em Ciclovias

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Essas mesmas estruturas são fundamentais para definir os investimentos para correção de pontos escuros, além de serem a base para a elaboração da Cota de Expansão da rede de IP.

A discriminação do quantitativo de cada uma dessas estruturas é fundamental para determinação dos custos de investimentos. Para a determinação da quantidade de pontos de cada estrutura, assume-se representatividade percentual das estruturas, tendo por base a representatividade das classes de iluminação, apresentada no *Produto 1.4 - Diagnóstico Técnico-Operacional*, e os estudos luminotécnicos realizados para a modernização e efficientização da rede iluminação pública. Nesse sentido, foram definidas as seguintes premissas:

- Para a adição de novos pontos exclusivos em Outras Vias (C4, C5, M4, M5, M6 e P5 e P6 e outros locais), foram definidos 02 (dois) pontos anuais, divididos de acordo com a representatividade das classes de iluminação;
- Para a adição de novos pontos exclusivos em Vias Principais (C0, C1, C2, C3, M1, M2 e M3), foram definidos 01 (um) pontos anuais, divididos de acordo com a representatividade das classes de iluminação;

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- Para a adição de novos pontos não exclusivos em Outras Vias (C4, C5, M4, M5, M6 e P5 e P6), foram definidos 215 (cento e oitenta e nove) pontos anuais, divididos de acordo com a representatividade das classes de iluminação;
- Para a adição de novos pontos não exclusivos em Vias Principais (C0, C1, C2, C3, M1, M2 e M3), foram definidos 92 (oitenta) pontos anuais, divididos de acordo com a representatividade das classes de iluminação;

A seguir, apresenta-se, a distribuição anual (de acordo com a taxa de expansão de 2,29%) e total dos pontos de expansão - considerando o seu início a partir do ano 2 conforme o cronograma apresentado na seção 5.7 - definidas a partir das premissas supracitadas.

Tabela 45 - Distribuição dos pontos de expansão anual por estrutura

Estrutura	Classe de iluminação	% dos pontos de ampliação	Representatividade	Quantidade
1	C5	4,33%	0,31%	1
	C4		0,31%	1
	M6		0,00%	0
	M5		0,00%	0
	M4		0,00%	0
	P5		0,02%	0
	P6		0,00%	0
	Praças parques e outros locais		3,69%	12
2	C3	0,27%	0,03%	0
	C2		0,15%	1
	C1		0,09%	0
	C0		0,01%	0
	M3		0,00%	0
	M2		0,00%	0
	M1		0,00%	0
3	C5	66,88%	32,22%	105

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Estrutura	Classe de iluminação	% dos pontos de ampliação	Representatividade	Quantidade
	C4		32,01%	104
	M6		0,00%	0
	M5		0,00%	0
	M4		0,00%	0
	P5		2,49%	8
	P6		0,17%	1
4	C3	28,51%	2,94%	10
	C2		16,13%	53
	C1		8,91%	29
	C0		0,54%	2
	M3		0,00%	0
	M2		0,00%	0
	M1		0,00%	0
TOTAL		100%	100%	327

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Considerando o prazo estabelecido para a PPP e a discriminação anual do quantitativo de pontos referentes a cada uma das estruturas adotadas para a expansão da rede municipal de Iluminação Pública, apresenta-se, a seguir, a distribuição total e a respectiva representatividade ao término da concessão.

Tabela 46 - Distribuição dos pontos de expansão por estrutura ao fim do prazo da PPP

Estrutura	Tipo de local	%	Total de pontos
1	Outras Vias – pontos exclusivos (C4, C5, P5, P6, Praças, parques e outros locais)	5,84%	478
2	Vias Principais – pontos exclusivos (C0, C1, C2, C3)	0,31%	25
3	Outras Vias – pontos não exclusivos (C4, C5)	65,80%	5.379
4	Vias Principais – pontos não exclusivos (C0, C1, C2 e C3)	28,05%	2.293
TOTAL		100%	8.175

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

O escopo de expansão também contempla a demanda reprimida, que representa a ausência de rede de IP em locais já ocupados e urbanizados no Município.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

No *Produto 1.4 - Diagnóstico Técnico-Operacional*, pode ser identificada a necessidade da implantação de 405 (quatrocentos e cinco) novos pontos de iluminação pública a fim de atender inicialmente à demanda reprimida do Município. Os custos referentes à implantação desses pontos são de total responsabilidade da Concessionária e não integram o mecanismo de Cota Expansão, o qual se destina exclusivamente ao atendimento de solicitações de ampliação do sistema.

Por fim, apresenta-se, no quadro a seguir, as luminárias a serem utilizadas para a expansão da rede de IP em cada estrutura de expansão. As luminárias a serem utilizadas foram definidas a partir da média das potências utilizadas nos estudos luminotécnicos.

Tabela 47 - Potência das luminárias definidas para cada tipo de local de expansão por fornecedor

Tipo de local		Fornecedor	Potência [W]
Vias Principais	Vias C0	A	
		B	
		C	
	Vias C1	A	120
		B	120
		C	120
	Vias C2	A	86
		B	80
		C	95
	Vias C3	A	64
		B	58
		C	64
	Vias M1	A	
		B	
		C	
	Vias M2	A	
		B	
		C	
	Vias M3	A	
		B	
		C	
Outras Vias	Vias C4	A	46

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Tipo de local		Fornecedor	Potência [W]
		B	44
		C	43
	Vias C5	A	35
		B	33
		C	35
	Vias M4	A	
		B	
		C	
	Vias M5	A	
		B	
		C	
	Vias M6	A	
		B	
		C	

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

5.6.1.7 Parque de IP

Tendo por base o exposto ao longo da seção 5.6, percebe-se que há um crescimento de pontos de iluminação pública estipulado para o prazo da PPP devido ao atendimento da demanda reprimida e à expansão da rede de IP.

Considerando o inventário revisado dos pontos de IP do Município, apresentado no *Produto 1.4 - Diagnóstico Técnico-Operacional*, como referência, tem-se, na tabela a seguir, o crescimento da rede de iluminação pública ao longo dos anos da PPP, estimado a partir do acréscimo dos pontos de expansão e demanda reprimida.

Tabela 48 - Quantitativo de Pontos de IP ao longo da PPP

Ano	Acréscimo devido à expansão	Demanda Reprimida (IV + IAE)	Modernização (IAE + IV)	CPE	Quantidade final de pontos
Pré - modernização	-				14.277
1	0	347		33	14.657
2	327	346	783	33	16.146
3	327	0			16.473
4	327	0			16.800
5	327	0			17.127
6	327	0			17.454

142

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Ano	Acréscimo devido à expansão	Demanda Reprimida (IV + IAE)	Modernização (IAE + IV)	CPE	Quantidade final de pontos
7	327	0			17.781
8	327	0			18.108
9	327	0			18.435
10	327	0			18.762
11	327	0			19.089
12	327	0			19.416
13	327	0			19.743
14	327	0			20.070
15	327	0			20.397
16	327	0			20.724
17	327	0			21.051
18	327	0			21.378
19	327	0			21.705
20	327	0			22.032
21	327	0			22.359
22	327	0			22.686
23	327	0			23.013
24	327	0			23.340
25	327	0			23.667
TOTAL	7.848	693	783	66	23.667

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

5.6.2 Soluções Digitais

No âmbito do Modelo de Operação proposto para o Município, as Soluções Digitais constituem um dos eixos estruturantes para a modernização da gestão urbana, promovendo integração tecnológica, eficiência operacional e ampliação da capacidade de monitoramento em tempo real dos ativos públicos.

Com base nas análises técnicas realizadas no *Produto 1.4 - Diagnóstico Técnico-Operacional*, nas inspeções de campo, na avaliação cadastral dos ativos existentes e nas diretrizes normativas aplicáveis, foram definidos o modelo operacional para cada uma das seguintes premissas estruturantes:

1. Modernização da Gestão Semafórica;
2. Implantação da Infovia Municipal;
3. Melhorias de Sistema de Videomonitoramento;

4. Ampliação e Modernização de Rede de Acesso Público à Internet;
5. Implantação de Sistema de Monitoramento Ambiental.

Cada premissa operacional será apresentada nas subseções subsequentes.

5.6.2.1 Modernização da Gestão Semafórica

A modernização da gestão semafórica refere-se à adequação dos cruzamentos existentes aos padrões técnicos estabelecidos pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V, bem como à implementação de tecnologias que permitam operação em tempo real, monitoramento remoto e otimização do fluxo viário. A solução contempla a substituição dos controladores convencionais por controladores inteligentes interligados, com capacidade de comunicação em rede e ajustes dinâmicos de tempo semafórico.

Além disso, prevê-se a substituição dos Grupos Focais Veiculares e de Pedestres por equipamentos mais modernos, com tecnologia LED de alto desempenho, melhor visibilidade e maior durabilidade, bem como a padronização estrutural dos conjuntos semafóricos existentes. A modernização inclui ainda a integração com sensores de contagem veicular, sistemas de videomonitoramento e priorização de transporte público, visando ampliar a segurança viária, reduzir congestionamentos e elevar a eficiência operacional do sistema.

5.6.2.2 Implantação de Infovia Municipal

A implantação da Infovia Municipal refere-se à criação de uma infraestrutura estruturante de comunicação destinada a suportar todas as soluções digitais previstas nos Estudos de Engenharia. A Infovia constitui o meio físico de transmissão de dados que permitirá a integração dos ativos urbanos inteligentes ao Centro de Controle e Operações (CCO), garantindo conectividade, estabilidade e segurança da informação.

Essa infraestrutura possibilita a comunicação em tempo real entre sistemas de videomonitoramento, gestão semafórica, telegestão da iluminação pública, monitoramento ambiental e redes de acesso público à internet. Sua concepção técnica

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

considera redundância, escalabilidade e alta disponibilidade, assegurando que a operação dos serviços urbanos ocorra de forma integrada, resiliente e compatível com as diretrizes de governança digital e proteção de dados.

5.6.2.3 Implantação de Câmeras de Videomonitoramento

A implantação de sistemas de videomonitoramento refere-se à modernização e ampliação da infraestrutura de monitoramento urbano, por meio da substituição de equipamentos obsoletos e da instalação de câmeras mais modernas e eficientes, dotadas de recursos de alta resolução, mobilidade (PTZ), visão 360° e tecnologias de reconhecimento facial e veicular, quando aplicável.

A solução visa aprimorar a capacidade de vigilância preventiva, apoio à segurança pública, monitoramento de fluxos urbanos e proteção do patrimônio público. A integração dos equipamentos à Infovia Municipal e ao CCO permitirá o acompanhamento em tempo real, armazenamento estruturado de imagens e utilização de analíticos inteligentes, promovendo maior assertividade na tomada de decisão e elevação dos padrões de segurança urbana.

Especificamente, o sistema está proposto a ser implementado em perímetros externos de vias principais (Avenida Beira Mar, Avenida Flores da Cunha, Avenida Minas Gerais), logradouros públicos estratégicos (Praça Leonel Pereira, parques e espaços de convivência), equipamentos públicos críticos (Prefeitura, Câmara de Vereadores, escolas e unidades de saúde), patrimônio histórico (monumentos, esculturas e pórtico), ciclovias e ciclofaixas, bairros com elevados índices de criminalidade mapeados e terminais de transporte público, garantindo cobertura integrada para vigilância preventiva e investigação de ocorrências.

5.6.2.4 Ampliação de Acesso Público à Internet

A ampliação de rede de acesso público à internet refere-se à disponibilização de conectividade Wi-Fi gratuita em locais públicos estratégicos, tais como praças, parques, equipamentos institucionais e áreas de grande circulação. A solução tem como objetivo

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

promover inclusão digital, ampliar o acesso à informação e fortalecer o uso qualificado dos espaços públicos.

A rede será estruturada de forma integrada à Infovia Municipal, garantindo estabilidade de sinal, controle de acesso, monitoramento centralizado e capacidade compatível com a demanda estimada de usuários simultâneos. A implantação também viabiliza suporte operacional para dispositivos inteligentes instalados em campo, contribuindo para a consolidação de um ecossistema urbano conectado e funcional.

5.6.2.5 Implantação de Monitoramento Ambiental

A implantação de sistemas de monitoramento ambiental refere-se à instalação de soluções tecnológicas voltadas ao acompanhamento contínuo de variáveis climáticas e ambientais, tais como precipitação, nível de corpos hídricos, qualidade do ar, ventos e demais parâmetros relevantes para a gestão urbana e a defesa civil.

Esses sistemas permitirão a coleta automatizada de dados, transmissão em tempo real ao CCO e integração com plataformas de alerta e difusão de informações. A solução contribui para a antecipação de eventos críticos, mitigação de riscos e fortalecimento da resiliência urbana, alinhando-se às boas práticas de cidades inteligentes e às diretrizes normativas aplicáveis à gestão de riscos e sustentabilidade.

5.6.2.6 Expansão das Soluções Digitais

A expansão consiste no serviço de instalação de novos pontos de Soluções Digitais em novos locais ou da ampliação do quantitativos dos existentes. Nos locais de expansão, todos os custos de mão-de-obra e equipamentos, incluindo a implantação do sistema de telegestão para os novos pontos, serão abrangidos pelo sistema de Cota Expansão.

A demanda por novos pontos poderá surgir em diversos tipos de locais e, assim, apresentar diferentes exigências. A fim de contemplar todas as possibilidades, apresenta-se, a seguir, as estruturas de expansão definidas para os Estudos de Engenharia em continuação da Tabela 44.

Tabela 49 - Estruturas de expansão definidas para os Estudos de Engenharia de Soluções Digitais

Estrutura	Descrição
7	Instalação de um novo cruzamento semaforizado
8	Novo ponto administrativo
9	Novo ponto de Videomonitoramento
10	Novo ponto de acesso público à internet
11	Implantação de nova estação meteorológica

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

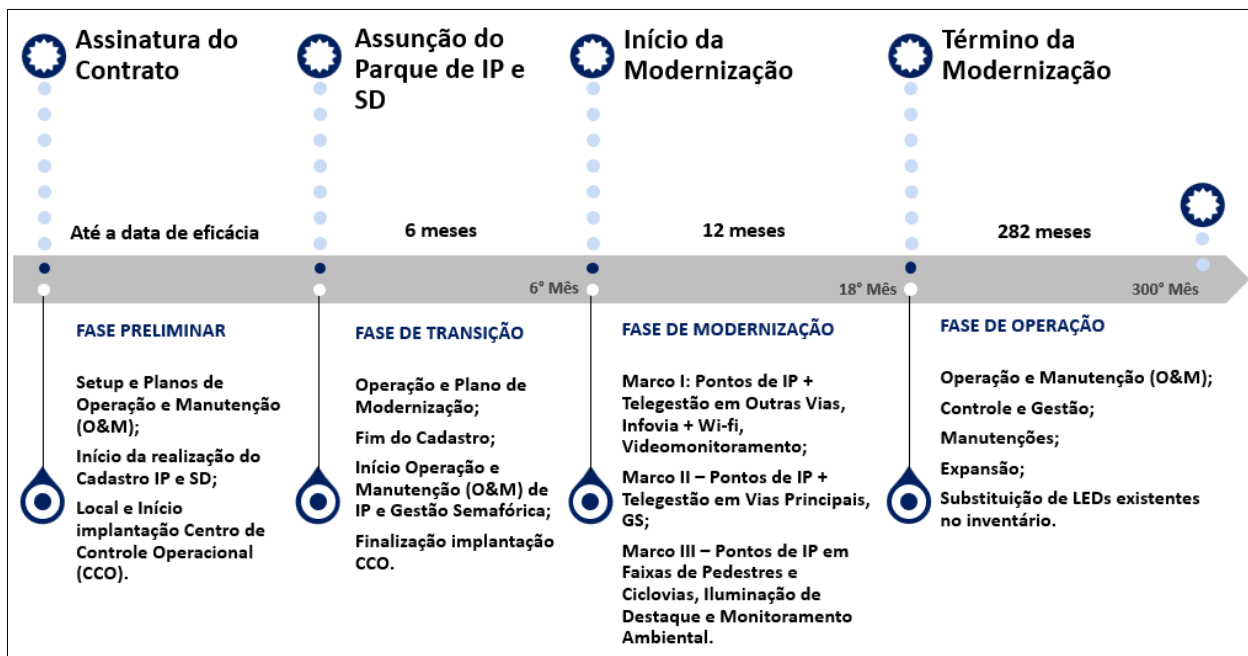
Essas mesmas estruturas são fundamentais para definir os investimentos para a elaboração da Cota de Expansão das Soluções Digitais.

5.7 Fases do Projeto

O cronograma abaixo foi estruturado de forma que contemplasse todas as fases do projeto, desde a eficácia do contrato até o seu término.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Figura 28 - Macro cronograma do contrato da PPP



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

O início do cronograma da PPP é marcado pela denominada data de eficácia. A partir desse marco, são iniciadas as fases do projeto, segundo o quadro a seguir.

Tabela 50 - Duração das fases do projeto

Fases	Prazos
Fase 0 – Preliminar	2 meses ¹⁴
Fase 1 – Transição	2 meses
Fase 2 – Modernização	12 meses
Fase 3 – Operação	284 meses
Prazo da Concessão	25 anos

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

¹⁴ Prazo inicial de 2 meses, prorrogáveis por mais 2 meses.

5.7.1 Fase 0 – Preliminar

A Fase 0 envolve a mobilização da Concessionária para alinhamentos junto ao Poder Concedente, treinamento de equipes e desenvolvimento de atividades necessárias para o início da PPP, como a elaboração do Plano de Transição Operacional, de um novo Cadastro dos pontos de iluminação pública e soluções digitais, e do Plano de Operação e Manutenção. Também nessa fase deve ser estruturado o CCO (Centro de Controle Operacional), considerando a definição do local e o início da implantação.

5.7.2 Fase 1 – Transição

A Fase 1 é marcada pela assunção do parque de iluminação pública pela Concessionária, conclusão da elaboração do Cadastro georreferenciado, e início dos serviços de operação e manutenção da iluminação pública e gestão semafórica, bem como à elaboração do Plano de Modernização. Além disso, ressalta-se que a implantação do CCO deve ser finalizada na Fase 1.

5.7.3 Fase 2 – Modernização

Na Fase 2 é iniciada a execução dos projetos de modernização e efficientização definidos nos Estudos de Engenharia. Também nesta fase deve ser implantado a Infovia Municipal, Sistemas de Videomonitoramento, Redes de Acesso Público a Internet, Sistemas de Monitoramento Ambiental, Sistema de Telegestão, Modernização da Gestão Semafórica, executados os projetos de Iluminação Especial e atendidas toda a Demanda Reprimida e necessidades CPE (Correção de Pontos Escuros) levantadas. Além disso, também deve ser iniciada a implantação de iluminação nas Faixas de Pedestre e Ciclovias do Município.

Destaca-se que a Fase 2 é dividida em marcos que estabelecem metas de andamento das atividades propostas para o período. O cumprimento desses marcos de concessão será aceito mediante a realização das seguintes metas:

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

- I. Marco I da Concessão: execução das atividades e investimentos relacionados aos Pontos de Iluminação Pública (IP) em Outras Vias, implantação de Infovias, Wi-fi e Videomonitoramento;
- II. Marco II da Concessão: execução das atividades e investimentos relacionados aos Pontos de Iluminação Pública (IP) em Vias Principais e Gestão Semafórica;
- III. Marco III da Concessão: execução das atividades e investimentos relacionados ao número de pontos de Iluminação Pública (IP) em Faixas de Pedestres, Ciclovias e Ciclofaixas, Iluminação Especial e Monitoramento Ambiental.

Cabe reiterar que as premissas apresentadas nesta seção foram estabelecidas com intuito de definir um cenário de investimentos inicial que fosse suficiente para subsidiar a avaliação econômico-financeira do projeto. No entanto, ressalta-se que as premissas, ora estabelecidas, poderão ser modificadas durante a modelagem econômico-financeira, seja por necessidade de adequação aos limites de arrecadação da CIP projetada, seja por definição do Município, por razões de interesse público, conveniência ou oportunidade.

5.7.4 Fase 3 – Operação

Após o encerramento das atividades de modernização, se inicia a Fase 3 que se estende até o encerramento do prazo da PPP. É caracterizada pela execução dos serviços de operação e manutenção do parque de iluminação pública e soluções digitais, incluindo a instalação de novos pontos, isto é, a implantação de iluminação e tecnologias nas áreas de expansão do Município.

É importante destacar que, ao término do Contrato, ocorre a reversão dos ativos ao Poder Concedente, significando a devolução de todos os equipamentos e componentes da rede de iluminação pública e soluções digitais - como luminárias, braços, postes, câmeras, redes de acesso à internet, fibra óptica, semáforos etc. – por parte da Concessionária. Para isso, a Concessionária deverá elaborar um Plano de Desmobilização Operacional, previamente ao início da fase de encerramento contratual.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

6 MODELO DE INVESTIMENTOS

Os custos e investimentos associados a cada solução de engenharia proposta neste relatório serão apresentados nas seções subsequentes e no Anexo III deste relatório, contendo relato da metodologia considerada para definição de valores de custos e investimentos em consonância com Lei 11.079/2004, Art. 10 § 4º.

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

Para o levantamento dos custos foram adotadas as tabelas referências como fontes de custos. A principal fonte de pesquisa foi a tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices). Como esta tabela não contemplava todos os itens necessários para a elaboração da estimativa de custos, foi necessária a adoção de outras tabelas. Foram utilizadas, portanto, adicionalmente, tabelas referenciais de outros municípios/estados, como por exemplo, EMOP (Tabela de empresas de obras públicas do Estado do Rio de Janeiro), SCO-FGV (Sistema de Custos para Obras e Serviços de Engenharia), mapa de carreiras do Trabalha Brasil¹⁵ e, por último, o critério de orçamentação própria.

Em relação às taxas de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) aplicados às obras a serem subcontratadas pela concessionária relativas à expansão da rede de iluminação pública e implantação de iluminação, foram considerados os valores de acordo com o Acórdão 2622/2013 do Tribunal de Contas da União (TCU); os impostos federais, PIS e COFINS, e o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN).

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

¹⁵ Disponível em: <https://www.trabalhabrasil.com.br>. Acesso em 05/03/2026.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Tabela 51 - Composição para cálculo de BDI

Descrição	Sigla	Não desonerados
Administração Central	AC	5,290%
Seguros e Garantias	S&G	0,250%
Risco	R	1,000%
Despesa Financeira	DF	0,930%
Lucro	L	8,000%
Tributos	T	8,650%
Programa de Integração Social	PIS	0,650%
Contribuição para o financiamento da seguridade social (COFINS)	COFINS	3,000%
Imposto sobre serviços	ISS	5,0%
Contribuição Previdenciária	E	0,000%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Para o cálculo do BDI, apresenta-se a seguir a equação baseada na composição descrita anteriormente. De acordo com a equação, a taxa de BDI será de 27,13%.

$$BDI = \frac{(1 + AC + S\&G + R) \cdot (1 + DF) \cdot (1 + L)}{(1 - T)} - 1$$

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

Para o cálculo das despesas financeiras (DF) foram adotados os critérios estabelecidos no acórdão nº 325/2007 – TCU, o qual prevê o uso da taxa SELIC como referência de composição de cálculo de juros.¹⁶

Importante destacar que a adoção de BDI não desonerado é justificada em decorrência de sua incidência ser aplicada sobre orçamentos majoritariamente compostos por

¹⁶ Utilizado a taxa SELIC de 14,75% ao ano.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

equipamentos e materiais, e com pouca representatividade de mão de obra. Portanto, neste cenário, o valor não-desonerado é mais vantajoso que o valor desonerado.

6.1 Despesas Pré-Operacionais

Para o desenvolvimento de atividades relacionadas à fase inicial da PPP, a Concessionária deverá incorrer nos seguintes investimentos, denominadas “despesas pré-operacionais”, ou seja, antes do início da operação:

- **Cadastro georreferenciado:** Elaboração de novo cadastro de IP georreferenciado;
- **Estudos preliminares:** Despesas com deslocamento e projetos executivos para Soluções Digitais.

Para o presente estudo, foram considerados os valores listados a seguir.

Tabela 52 - Valores previstos de investimentos pré-operacionais

Item	Valor Total
Despesas com Deslocamento	R\$ 10.000,00
Projeto Executivo	R\$ 749.535,00
Cadastro Georreferenciado	R\$ 154.191,60

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

6.2 Investimentos em Infraestrutura

A infraestrutura civil e os mobiliários envolvem os investimentos necessários para a área administrativa/escritório (áreas não-operacionais), bem como as áreas operacionais (CCO, almoxarifado para materiais/ferramentas e estacionamento de veículos).

A tabela a seguir discrimina os valores considerados na estimativa realizada.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Tabela 53 - Infraestrutura Civil/Mobiliário/Tecnologia da Informação/Operacional

Item	Valor Investimento Inicial	% de Reinvestimento	Periodicidade de Reinvestimento
Infraestrutura Civil	R\$ 427.386,30	100,00%	-
Mobiliário, Computadores e periféricos	R\$ 25.721,95	100,00%	5 anos
CCO Concessionária	R\$ 23.161,58	100,00%	9 anos
CCO Espelho	R\$ 20.617,73	100,00%	9 anos

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

Além disso, temos o levantamento para CCO responsável pelas Soluções Digitais, o qual é discriminado abaixo:

Tabela 54 - CCO SD

Item	Valor Investimento Inicial	% de Reinvestimento	Periodicidade de Reinvestimento
Estação computacional para operador de monitoramento	R\$ 505.475,38	100,00%	9 anos
CCO espelho	R\$ 6.127,96	100,00%	5 anos
Sala técnica	R\$ 20.727,65	100,00%	-

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

Ressalta-se que, o CCO será unificado na linha de investimento para Iluminação Pública e Soluções Digitais, e cada item será aprofundado no ANEXO III - Cotações e Preços de Referência.

6.3 Implantação do Sistema Central de Gestão Operacional

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

Tabela 55 - Custo para implantação do SCGO

Descrição	Quantidade de pontos	Periodicidade	SCGO [R\$]	Total [R\$]
Prestação de serviços para locação e software de gestão, fiscalização, medição, despacho e recepção de serviços de manutenção de iluminação pública, contratação de serviços de CALL CENTER para recepção e despacho dos serviços de manutenção do sistema de iluminação pública.	14.277	Mensal	0,19	2.712,63

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

6.4 Iluminação Pública (IP)

6.4.1 Modernização e Eficientização

Os principais aspectos considerados na estimativa da modernização e eficiência dos pontos de iluminação pública em um município, são:

- Aquisição de ativos de montagem para modernização e ampliação do parque: envolve a compra de equipamentos como braços de suporte e outros materiais necessários para a modernização e expansão dos pontos de iluminação pública. A aquisição de Luminárias LED: a mudança para luminárias LED é uma estratégia comum para aumentar a eficiência energética, reduzir custos operacionais e melhorar a qualidade da iluminação.
- Mão de obra e instalação para modernização dos pontos de IP: inclui os custos associados à contratação de pessoal qualificado para a instalação e modernização dos pontos de iluminação pública, garantindo que todo o trabalho seja realizado conforme necessário e com segurança.
- Projetos Luminotécnicos: Um projeto luminotécnico típico é composto por um arranjo cuidadosamente planejado de postes, luminárias e braços, adaptado às diferentes classificações de vias de modo para cumprir as normas estabelecidas;

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- Projetos de Soluções Digitais: Conjunto de projetos e iniciativas voltadas à implantação de infraestrutura e sistemas tecnológicos para apoio à gestão urbana e melhoria dos serviços públicos municipais e monitoramento ambiental.

Ao considerar esses elementos, é possível planejar e estimar os custos associados à modernização e efficientização dos pontos de iluminação pública de forma mais precisa, cumprindo os marcos estabelecidos na Concessão.

Na tabela a seguir foram discriminados os valores unitários para cada um dos materiais a serem substituídos na modernização:

Tabela 56 - Valores unitários médios previstos de investimento para modernização

Item	Valor Médio por Item
Luminárias LED	R\$ 518,62
Braço	R\$ 389,40
Descarte de Resíduos (Lâmpadas)	R\$ 1,25

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

Para as Luminárias LED, foram considerados equipamentos com vida útil superior a 60.000 horas, de modo a assegurar a prestação dos serviços de IP durante todo o prazo da PPP e entrega do parque de IP ao final da Concessão para o Município, com uma vida-útil remanescente mínima de 2 anos.

6.4.1.1 Custo médio da Luminária LED

Para a composição do custo associado às Luminárias LED, foram realizadas cotações com fornecedores do mercado e analisados valores de referência de bases de preços nacionais, sempre considerando a distribuição das Luminárias LED entre as potências resultantes dos estudos de engenharia.

Na tabela a seguir são apresentados os valores por faixa de potência:

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Tabela 57 - Custo unitário de substituição de luminárias LED

Faixa de Potência	Valor Unitário
Até 30W	R\$ 502,08
31 W a 50 W	R\$ 522,21
51 W a 67 W	R\$ 566,82
68 W a 97 W	R\$ 638,23
98 W a 137 W	R\$ 775,26
138 W a 180 W	R\$ 1.011,29
181 W a 240 W	R\$ 1.116,16

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

O custo médio por Luminária LED foi calculado a partir de uma ponderação entre os valores da tabela acima e a distribuição dos equipamentos pelas faixas de potência dos estudos de engenharia.

6.4.2 Adequação da Rede de IP em áreas com Pontos Escuros

Conforme descrito neste relatório, para os projetos luminotécnicos desenvolvidos foram apresentadas propostas de aumento no número de pontos existentes no logradouro, com o intuito de atender os requisitos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2024.

A tabela a seguir exibe um resumo dos custos para a correção de pontos escuros para cada fornecedor considerado.

Tabela 58 - Custos destinados para a correção de pontos escuros

Classe	Custo Total Fornecedor A	Custo Total Fornecedor B	Custo Total Fornecedor C
C0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
C1	R\$ 3.177,60	R\$ 112.931,53	R\$ 108.763,52
C2	R\$ 0,00	R\$ 24.180,00	R\$ 14.180,50
C3	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
C4	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 42.834,82
C5	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
TOTAL	R\$ 3.177,60	R\$ 137.111,53	R\$ 165.778,84

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

6.4.3 Implantação do Sistema de Telegestão

A implantação do sistema de telegestão será executada ao longo da fase de modernização seguindo as diretrizes de acordo com os Marcos Contratuais definidos. Para estimar o valor de investimentos relacionados foram considerados os custos de:

- Implantação do Sistema;
- Estrutura de *Hardware*;
- Rede de Comunicação de Dados.

Tendo como base a cotação de preços de implantação de sistemas de telegestão junto ao mercado, para cada ponto de IP que contará com telegestão, foi estimado o investimento mediano de R\$325,24 (obtido através de orçamentação com potenciais fornecedores), levando a um CAPEX total de aproximadamente R\$ 9.229.030,38 para 100% do parque (exceto para Iluminação Especial), considerando o revestimento.

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

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

Tabela 59 - Análise dos orçamentos obtidos dos fornecedores de Telegestão

Fornecedor	T1	T2	T3
CAPEX por ponto	R\$ 353,10	R\$ 325,24	R\$ 486,13

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

6.4.3.1 Dimerização

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

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

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

- Com medição da distribuidora: nas mesmas condições das demais unidades consumidoras dos Grupos A e B com medição exclusiva;
- Com medição amostral da distribuidora: a medição amostral deverá ser extrapolada para os demais pontos de iluminação pública, com o consumo da unidade consumidora que agrega os pontos sendo calculado pelo somatório dos consumos individuais;
- Com sistema de gestão de iluminação pública do poder público municipal ou distrital: o consumo dos pontos de iluminação abrangidos deve ser apurado a partir das informações do sistema de gestão, observado o art. 26 e demais instruções da ANEEL;
- não enquadrado nas hipóteses acima: o consumo mensal por ponto de iluminação deverá ser estimado considerando a seguinte expressão:

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

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

onde,

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

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

A avaliação pela empresa distribuidora constitui uma das condicionantes para comprovação e reconhecimento do sistema de gestão para fins de faturamento. Como preconizado, o art. 468 menciona que a utilização do sistema de gestão deve cumprir com as disposições do art. 474 bem como demais instruções da ANEEL. Nessa linha, a Resolução Normativa ANEEL 1000 apresenta os critérios para operacionalizar o

161

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

faturamento destinado à iluminação pública caso sejam instalados equipamentos automáticos de controle de carga.

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

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

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

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

Uma vez aprovado, o sistema de telegestão viabiliza ganhos econômico-financeiros com a utilização da dimerização do sistema de iluminação pública. A economia por classe viária dividida entre os anos da concessão pode ser consultada no Anexo V – Economia por classe viária – Dimerização.

É possível observar no próximo gráfico o potencial de efficientização com a dimerização, comparando a potência nominal e a dimerizada:

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

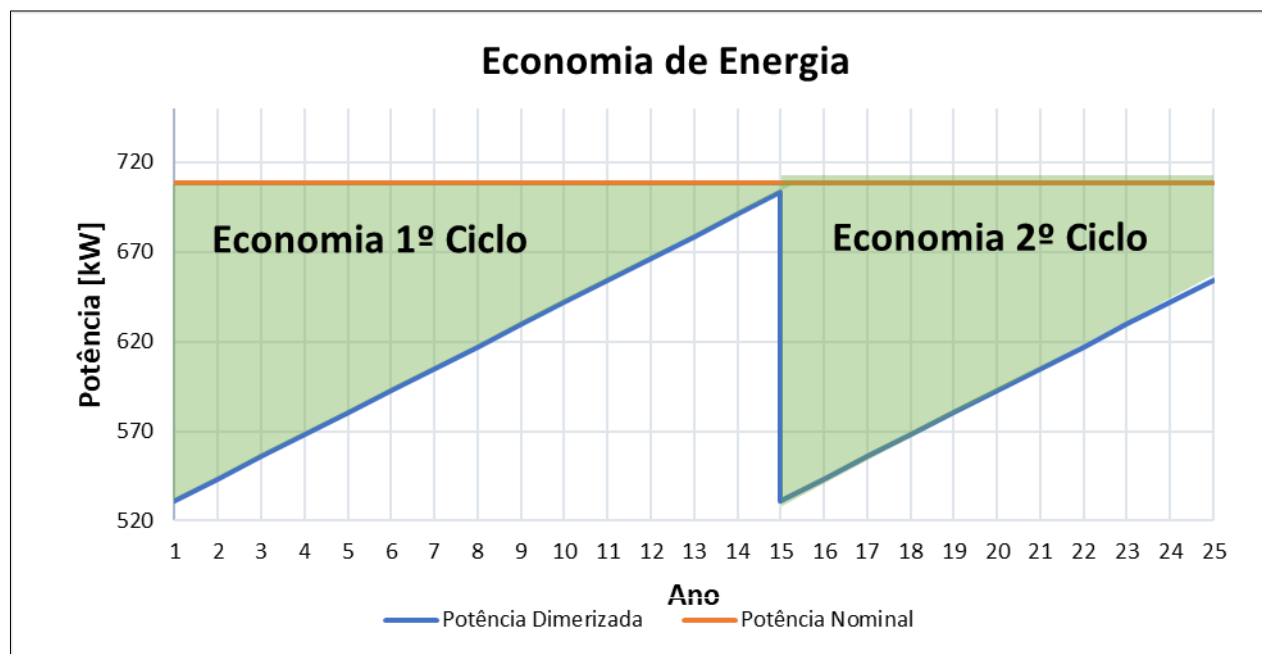
Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Gráfico 4 – Potência Total [kW] x Potência Total Dimerização [kW].



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG
Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

O estudo sobre a utilização da dimerização como opção para economia de energia elétrica pode ser aplicado para cada ponto de iluminação modernizado contemplado com a solução de telegestão a partir do percentual de economia apresentado na tabela acima apresentada, que gradativamente vai reduzindo ao longo dos anos.

6.4.3.1.1 Premissas técnicas e operacionais

Com relação às premissas técnicas e operacionais para as soluções de controle e comando, assume-se as seguintes premissas técnicas apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 60 - Premissas para soluções de controle e comando

Item	Telegestão
Falha Operacional	2,0% / ano ¹⁷
Garantia [anos]	10
Período de Reinvestimento [anos]	12
Potência [W]	2

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

6.4.4 Iluminação Especial

Os investimentos relacionados à execução dos projetos de Iluminação Especial, executados ao longo da fase de modernização seguindo as diretrizes quanto aos cumprimentos dos Marcos Contratuais definidos, compreendem:

- Aquisição de ativos previstos nos projetos, incluindo postes, suportes e equipamentos LED;
- Gastos com equipe, veículos e ferramentas, para execução das implantações.

17 Percentual informado corresponde à taxa de falha após a instalação, como referência de outras concessões realizadas. Para Telegestão foi previsto um incremento a partir do 6° ano de operação, chegando à taxa anual de 2%.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Os bens públicos selecionados para os projetos de Iluminação Especial foram detalhados no item 3 deste relatório, e a tabela a seguir traz o valor de investimento estimado para cada local:

Tabela 61 - Resumo valores dos investimentos por projeto de Iluminação Especial

Local	Valor Investimento
Monumento a Iemanjá	R\$ 43.839,64
Monumento em memória à primeira capela de Tramandaí	R\$ 54.925,91
Praça Leonel Pereira - Chafariz com escultura da tainha-rainha	R\$ 63.691,63
Letreiro Eu Amo Tramandaí	R\$ 24.765,09
Letreiro Amo o Mar	R\$ 18.428,19
Escultura de São Francisco de Assis	R\$ 65.769,74
Escultura Coruja	R\$ 19.644,62
Esculturas de tartarugas, botos e pinguins	R\$ 21.664,27
Escultura: "Uma janela para o futuro"	R\$ 20.123,76
Esculturas boto e barco	R\$ 55.084,33
Prédio Administrativo	R\$ 53.663,82
Câmara de vereadores	R\$ 65.170,87
Pórtico	R\$ 76.763,84
Subprefeitura Zona Sul	R\$ 53.591,04
Módulo Esportivo	R\$ 82.332,61
Ginásio da Zona Sul	R\$ 105.639,40
Plataforma marítima	R\$ 150.423,29
TOTAL	R\$ 975.522,05

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

6.4.5 Faixa de Pedestre

De acordo com a seção 3.7 e conforme detalhado no item 5.6.1.6 serão instalados novos pontos de IP para implantação de iluminação pública específica para faixas de pedestres. Para estimativa deste investimento foram considerados as Vias C1, C2 e C3, suas extensões e utilizado o preço médio para precificação.

A tabela a seguir discrimina os valores considerados na estimativa realizada, para instalação de cada faixa de pedestre adicional.

166

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Tabela 62 - Valor de investimento em estruturas de expansão para Faixas de Pedestre por largura de via

Estrutura	Largura de via	Valor unitário	Quantidade	Valor total
5 ¹⁸	5,00	R\$ 7.223,09	48	R\$ 346.708,32
	7,00	R\$ 7.223,09	110	R\$ 794.539,90
	9,00	R\$ 7.223,09	26	R\$ 187.800,34
TOTAL			184	R\$ 1.329.048,56

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

Tabela 63 - Valor de investimento em luminárias para Faixas de Pedestre por largura de via

Largura de via	Fornecedor	Potência [W]	Valor unitário	Quantidade	Valor total
5	A	35	R\$ 615,18	48	R\$ 29.528,64
	B	50	R\$ 541,30		R\$ 25.982,40
	C	40	R\$ 564,21		R\$ 27.082,08
7	A	52	R\$ 663,79	110	R\$ 73.016,90
	B	50	R\$ 541,30		R\$ 59.543,00
	C	60	R\$ 375,00		R\$ 41.250,00
9	A	52	R\$ 663,79	26	R\$ 17.258,54
	B	50	R\$ 541,30		R\$ 14.073,80
	C	60	R\$ 375,00		R\$ 9.750,00

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

6.4.6 Ciclovias e Ciclofaixas

A partir do que foi detalhado na Seção 3.6, serão instaladas iluminação específica para as ciclovias e ciclofaixas do Município. Apresenta-se, na tabela a seguir, os custos médios referentes à implantação da iluminação.

¹⁸ Definição dos tipos de estrutura encontra-se na seção **Error! Reference source not found. Error! Reference source not found.**

Tabela 64 - Valor de investimento em estruturas de expansão para Ciclovias e Ciclofaixas

Localização	Classe	Extensão (m)	Qtd. Est	Custo Total Estruturas
Avenida Beira Mar	P5	3.375	169	R\$ 1.105.417,17
Avenida Emancipação	P5	970	49	R\$ 320.505,57
Avenida Fernandes Bastos	P5	2.378	119	R\$ 778.370,67
Total		6.723	337	R\$ 2.796.759,63

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

Tabela 65 - Valor de investimento em luminárias para Ciclovias e Ciclofaixas

Localização	Fornecedor	Potência [W]	Valor unitário	Quantidade	Valor total
Avenida Beira Mar	A	17	R\$ 602,37	169	R\$ 101.800,53
	B	22,5	R\$ 330,00		R\$ 55.770,00
	C	27	R\$ 527,63		R\$ 89.169,47
Avenida Emancipação	A	17	R\$ 602,37	49	R\$ 29.516,13
	B	22,5	R\$ 330,00		R\$ 16.170,00
	C	27	R\$ 527,63		R\$ 25.853,87
Avenida Fernandes Bastos	A	17	R\$ 602,37	119	R\$ 71.682,03
	B	22,5	R\$ 330,00		R\$ 39.270,00
	C	27	R\$ 527,63		R\$ 62.787,97

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

6.5 Cidade Inteligente – Soluções Digitais

6.5.1 Implantação de Inovia Municipal e Integração de Edifícios Públicos

A Inovia Municipal constitui a infraestrutura estruturante de comunicação de dados destinada a suportar as Soluções Digitais implantadas no Município, garantindo integração entre os ativos urbanos, transmissão segura de dados e conexão direta com o Centro de Controle e Operações (CCO). Sua concepção foi estruturada de forma modular, separando os componentes em subitens técnicos específicos, permitindo clareza na composição de custos, organização operacional e escalabilidade do sistema.

A divisão adotada contempla os seguintes elementos:

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- **Estrutura:** corresponde à infraestrutura física externa necessária para viabilizar a rede de comunicação, incluindo postes, suportes, caixas de passagem, tubulações, fibras ópticas e demais elementos construtivos que garantem a sustentação e o trajeto do backbone e dos ramais secundários.
- **Rack:** refere-se ao conjunto de gabinetes técnicos destinados à organização e acomodação dos equipamentos ativos e passivos da rede, assegurando proteção física, ventilação adequada e facilidade de manutenção.
- **Patch Painel Modular Óptico:** componente responsável pela terminação, organização e distribuição das fibras ópticas dentro dos racks, permitindo gerenciamento estruturado das conexões, identificação padronizada e flexibilidade para expansões futuras.
- **Ativos de Rede e Proteção:** compreende switches, roteadores, módulos ópticos, fontes, nobreaks e dispositivos de proteção elétrica e contra surtos, garantindo funcionamento contínuo, estabilidade da comunicação e segurança operacional da rede.
- **Infraestrutura de Ponto de Conexão:** refere-se aos elementos necessários para interligação dos edifícios públicos e ativos urbanos à rede principal, incluindo caixas de atendimento, terminações ópticas, organização interna e dispositivos complementares de conexão.

Ressalta-se que a composição detalhada de cada subitem, incluindo quantitativos, especificações técnicas e parâmetros adotados, encontra-se apresentada no ANEXO III - Cotações e Preços de Referência, integrante deste Relatório de Engenharia, garantindo transparência e rastreabilidade ao escopo proposto.

Tabela 66 – Composição Infovia

Item	Valor Total
Estrutura	R\$ 490.813,11
Rack	R\$ 8.434,59

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Item	Valor Total
Patch Panel Modular óptico	R\$ 1.674,56
Ativos de Rede e Proteção	R\$ 9.253,89
Infraestrutura de Ponto de Conexão	R\$ 81.958,42
TOTAL	R\$ 592.134,57

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

6.5.2 Sistemas de Videomonitoramento e Segurança

O Sistema de Câmeras de Videomonitoramento integra o conjunto das Soluções Digitais previstas nos Estudos de Engenharia, tendo como objetivo ampliar a capacidade de monitoramento urbano, fortalecer a segurança pública, subsidiar a gestão do tráfego e apoiar ações preventivas e investigativas no Município. A modernização proposta contempla tanto a substituição tecnológica dos equipamentos existentes quanto a ampliação estratégica do parque de câmeras, alinhada às diretrizes de segurança urbana e integração com o Centro de Controle e Operações (CCO).

No âmbito dos Estudos de Engenharia, a solução foi organizada de forma estruturada, segregando seus componentes em subitens técnicos específicos, garantindo clareza na definição do escopo, interoperabilidade com a Infovia Municipal e integração com as plataformas de monitoramento já previstas.

A divisão adotada contempla os seguintes elementos:

- **Câmeras:** compreendem os equipamentos de captura de imagem a serem implantados ou substituídos, incluindo modelos fixos, móveis (PTZ) e equipamentos com funcionalidades avançadas, tais como leitura automática de placas (OCR/LPR) e possibilidade de integração com sistemas analíticos. Os dispositivos deverão atender a requisitos mínimos de resolução, alcance, proteção contra intempéries (IP adequado), recursos de compressão de imagem e compatibilidade com sistemas de gestão de vídeo (VMS).

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- Estação Computacional para Operador de Monitoramento: corresponde ao conjunto de hardware destinado aos operadores do sistema, incluindo computadores de alto desempenho, monitores dedicados, dispositivos de comando (joystick para PTZ quando aplicável) e softwares de visualização e gravação. Essas estações permitem a operação em tempo real, o acompanhamento de ocorrências, a extração de evidências digitais e a integração com demais sistemas urbanos (trânsito, defesa civil, segurança pública). Ressalta-se que toda a infraestrutura de comunicação necessária para o funcionamento do sistema está integrada à Infovia Municipal, garantindo transmissão segura e estável dos dados até o CCO.

A composição detalhada dos equipamentos, especificações técnicas, quantitativos e parâmetros adotados encontra-se apresentada no Anexo III, integrante deste Relatório de Engenharia, assegurando rastreabilidade técnica e transparência na definição do escopo proposto.

Tabela 67 - Composição Videomonitoramento

Item	Valor Total
Câmeras	R\$ 2.217.090,26
Estação computacional para operador de monitoramento	R\$ 505.475,38
TOTAL	R\$ 2.722.565,64

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

Além disso, abaixo é apresentado o ciclo de reinvestimento dos Sistemas de Videomonitoramento e a vida útil média por equipamento, totalizando R\$ 6.651.270,77 em CAPEX distribuídos ao longo da concessão.

Tabela 68 - Reinvestimento Câmeras Videomonitoramento

Equipamento	Vida útil (anos)	Ciclos de Reinvestimento
Câmera de vigilância IP, PTZ speed dome	10	2
Câmera fixa IP, função LPR	10	2
Câmera com reconhecimento facial	10	2

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Equipamento	Vida útil (anos)	Ciclos de Reinvestimento
Câmera contadora de tráfego	10	2

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

6.5.3 Redes de Acessos Públicos à Internet (Wi-Fi Social)

O Sistema de Acesso Público à Internet integra o conjunto das Soluções Digitais previstas nos Estudos de Engenharia, tendo como finalidade promover inclusão digital, ampliar o acesso da população aos serviços públicos digitais e fortalecer a conectividade em espaços urbanos estratégicos, como praças, parques, equipamentos públicos e áreas de convivência coletiva.

No âmbito dos Estudos de Engenharia, a solução foi estruturada de forma modular, segregando seus componentes em subitens técnicos específicos, assegurando padronização tecnológica, escalabilidade da rede e integração com a Infovia Municipal e o Centro de Controle e Operações (CCO). A especificação técnica adotada busca garantir desempenho adequado, estabilidade da conexão e segurança da informação.

A divisão adotada contempla os seguintes elementos:

- Access Point Outdoor Wi-Fi 6: equipamento principal de transmissão de sinal sem fio, projetado para ambiente externo (outdoor), com grau de proteção compatível com intempéries e capacidade para suportar 100 usuários simultâneos.
- A tecnologia Wi-Fi 6 foi selecionada por proporcionar maior eficiência espectral, melhor desempenho em ambientes de alta densidade de usuários, menor latência e maior estabilidade de conexão.
- Conjunto de Instalação do Rádio Wi-Fi: inclui suportes, caixas herméticas, cabeamento estruturado, conectores, dispositivos de proteção e demais acessórios necessários para fixação e interligação do access point à rede de comunicação e à alimentação elétrica, garantindo instalação segura e conforme boas práticas técnicas. Conjunto de Instalação de Poste: contempla a infraestrutura física necessária quando não houver estrutura existente adequada,

172

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

incluindo fornecimento e instalação de poste metálico ou equivalente, base de fixação e elementos estruturais compatíveis com as exigências mecânicas e ambientais do local de implantação.

- Conjunto de Instalação de SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas): compreende aterramento, dispositivos de proteção contra surtos (DPS) e sistema de para-raios quando aplicável, garantindo segurança elétrica, proteção dos equipamentos e conformidade com as normas técnicas vigentes. Ressalta-se que todos os pontos de Wi-Fi público serão integrados à Infovia Municipal, permitindo monitoramento remoto, controle de desempenho, gestão de usuários e aplicação de políticas de segurança digital.

A composição detalhada dos equipamentos, especificações técnicas, quantitativos e parâmetros adotados encontra-se apresentada no Anexo III, integrante deste Relatório de Engenharia, garantindo rastreabilidade técnica e transparência na definição do escopo proposto.

Tabela 69 - Composição Wi-Fi Social

Item	Valor Total
Access point outdoor Wi-Fi 6, suportar pelos menos 100 usuários simultâneos	R\$ 25.288,56
Conjunto de instalação rádio WI-FI	R\$ 34.310,76
Conjunto de INSTALAÇÃO DE POSTE	R\$ 91.294,94
Conjunto de instalação SPDA (aterramento e para raio)	R\$ 40.651,51

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

Além disso, abaixo é apresentado o ciclo de reinvestimento do Wi-Fi público social e a vida útil média por equipamento, totalizando R\$ 292.700,01 na distribuição do CAPEX ao longo da concessão.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Tabela 70 - Reinvestimento Wi-fi social

Equipamento	Vida útil (anos)	Ciclos de Reinvestimento
Access Point Wi-fi 6	5,00	5,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

6.5.4 Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana Inteligente

A Modernização da Gestão Semafórica integra o conjunto das Soluções Digitais previstas nos Estudos de Engenharia, tendo como objetivo aprimorar a fluidez do tráfego, elevar os níveis de segurança viária e permitir o monitoramento e controle operacional em tempo real por meio da integração com o Centro de Controle e Operações (CCO).

A solução proposta contempla a reestruturação da infraestrutura existente, a substituição de equipamentos obsoletos e a adequação técnica dos cruzamentos semaforizados, alinhando-os às melhores práticas de mobilidade urbana e às diretrizes do **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V**¹⁹.

No âmbito dos Estudos de Engenharia, a composição foi estruturada nos seguintes subitens:

- Estrutura: compreende os elementos físicos necessários à implantação e modernização dos conjuntos semafóricos, incluindo postes, colunas, braços projetados, bases, fundações, caixas de passagem, cabeamento, suportes estruturais e demais componentes que garantem estabilidade mecânica e conformidade normativa dos equipamentos instalados.
- Retiradas / Remanejamentos: engloba as atividades técnicas de desmontagem de equipamentos existentes, retirada de grupos focais, controladores e estruturas obsoletas, bem como o remanejamento de ativos que possam ser reaproveitados

¹⁹ Fonte: < manual_vol_v_-2.pdf>. Acesso em: 20/02/2026.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

ou relocados conforme a nova configuração operacional definida nos Estudos de Engenharia.

A modernização proposta possibilita integração com sensores de contagem veicular, priorização de transporte público, painéis de mensagens variáveis e sistemas adaptativos de controle, viabilizando evolução para um modelo de gestão semafórica inteligente e centralizada.

A composição detalhada dos quantitativos, especificações técnicas e critérios de dimensionamento encontra-se apresentada no Anexo III, integrante deste Relatório de Engenharia.

Tabela 71 - Composição Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana

Item	Valor Total
Estrutura e Equipamentos Semafóricos	R\$ 694.125,65
RETIRADAS/ REMANEJAMENTOS	R\$ 17.067,25

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

Além disso, abaixo é apresentado o ciclo de reinvestimento do Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana e a vida útil média por equipamento, totalizando em R\$ 813.364,52 na distribuição do CAPEX ao longo da concessão.

Tabela 72 - Reinvestimento Controle de Tráfego e Mobilidade Urbana

Equipamento	Vida útil (anos)	Ciclos de Reinvestimento
LED (Grupo Focal)	7,00	3,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

6.5.5 Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos

O Sistema de Monitoramento Ambiental integra as Soluções Digitais previstas nos Estudos de Engenharia, tendo como finalidade ampliar a capacidade do Município de monitorar variáveis climáticas e hidrológicas em tempo real, apoiar ações preventivas da Defesa Civil e fortalecer a resiliência urbana frente a eventos extremos.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

A solução foi estruturada para permitir integração com o Centro de Controle e Operações (CCO), possibilitando coleta contínua de dados, geração de alertas automáticos e suporte à tomada de decisão baseada em evidências técnicas.

No âmbito dos Estudos de Engenharia, a composição contempla os seguintes subitens:

- Estação Meteorológica Solar (vento + chuva + clima): equipamento autônomo alimentado por energia solar, destinado à medição de variáveis meteorológicas, tais como velocidade e direção do vento, índice pluviométrico, temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica. A estação permite coleta contínua de dados e transmissão em tempo real para sistemas de supervisão e alerta.
- Estação Hidrológica para Nível de Água/Maré ou Sensor: conjunto de sensores destinados ao monitoramento do nível de rios, canais ou áreas sujeitas à influência de maré, permitindo acompanhamento da elevação do nível d'água e geração de alertas preventivos em situações de risco de inundação.
- Estrutura para Implantação: compreende os elementos físicos necessários para instalação segura dos equipamentos, incluindo postes, bases estruturais, suportes metálicos, sistemas de fixação, proteção elétrica e dispositivos de comunicação compatíveis com a Infovia municipal. A implantação do sistema amplia a capacidade de resposta do Município a eventos climáticos adversos, contribuindo para estratégias de mitigação de riscos e alinhamento às diretrizes de cidades resilientes.

A composição detalhada dos equipamentos, quantitativos e especificações técnicas encontra-se apresentada no Anexo III, integrante deste Relatório de Engenharia.

Tabela 73 - Composição Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos

Item	Valor Total
Estação meteorológica solar (vento + chuva + clima)	R\$ 15.989,00
Estação hidrológica para nível de água/maré ou sensor	R\$ 15.800,00

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Item	Valor Total
Estrutura para Implantação	R\$ 251,24

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

Além disso, abaixo é apresentado o ciclo de reinvestimento do Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos e a vida útil média por equipamento, totalizando em R\$ 96.120,72 na distribuição do CAPEX ao longo da concessão.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Tabela 74 – Reinvestimento Monitoramento Ambiental e Alerta de Riscos

Equipamento	Vida útil (anos)	Ciclos de Reinvestimento
Estação Meteorológica	10,00	2,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

6.6 Expansão da Rede de Serviços de IP e SD

Conforme detalhado no item 5.6.1.6 e no item 5.6.2.6 , para os serviços de expansão da Rede de IP e de Soluções Digitais respectivamente, a Concessionária será responsável pelo fornecimento de todos os componentes e serviços de mão de obra para implantação dos novos pontos de acordo com cada objeto. A seguir, apresenta-se os custos referentes às estruturas de expansão apresentadas previamente neste relatório.

Tabela 75 - Investimentos por estruturas de expansão

Estrutura	Descrição	Custo unitário
1	Instalação de novo ponto de IP exclusivo em outras vias	R\$ 8.298,99
2	Instalação de novo ponto de IP exclusivo em vias principais	R\$ 8.375,73
3	Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em outras vias	R\$ 1.943,19
4	Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em vias principais	R\$ 1.924,25
5	Instalação de novo ponto de IP em Faixa de Pedestre	R\$ 7.223,09
6	Instalação de novo ponto de IP em Ciclovias	R\$ 6.540,93
7	Instalação de um novo cruzamento	R\$ 51.291,97
9	Nova conexão de ponto administrativo	R\$ 47.123,63
9	Novo ponto de Videomonitoramento	R\$ 10.170,87
10	Novo ponto de acesso público à internet	R\$ 6.858,83
11	Implantação de nova estação meteorológica	R\$ 16.234,78

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

Para cada estrutura de expansão, foram previstos três orçamentos de luminárias LED, estando seus custos unitários apresentados no quadro seguir. As potências destas luminárias são relacionadas àquelas apresentadas previamente na seção 5.6.1.6.

Tabela 76 - Investimentos em luminária por tipo de local de expansão

Tipo de local		Fornecedor	Valor unitário
Vias Principais	Vias C1	A	R\$ 1.035,78
		B	R\$ 550,00
		C	R\$ 589,22
	Vias C2	A	R\$ 857,25
		B	R\$ 470,00
		C	R\$ 476,26
	Vias C3	A	R\$ 717,61
		B	R\$ 375,00
		C	R\$ 453,95
Outras Vias	Vias C4	A	R\$ 617,46
		B	R\$ 370,00
		C	R\$ 437,09
	Vias C5	A	R\$ 615,18
		B	R\$ 335,00
		C	R\$ 437,09
	P5	A	R\$ 541,30
		B	R\$ 374,00
		C	R\$ 437,09
	P6	A	R\$ 564,21
		B	R\$ 370,00
		C	R\$ 437,09
	Praças, parques e outros locais	A	R\$ 875,99
		B	R\$ 875,99
		C	R\$ 476,26
Faixas de Pedestre em C1		A	R\$ 615,18
		B	R\$ 541,30
		C	R\$ 564,21
Faixas de Pedestre em C2		A	R\$ 663,79
		B	R\$ 541,30
		C	R\$ 3750
Faixas de Pedestre em C3		A	R\$ 663,79

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Tipo de local	Fornecedor	Valor unitário
Ciclovias e Ciclofaixa P5	B	R\$ 541,30
	C	R\$ 375,00
	A	R\$ 602,37
	B	R\$ 330,00
	C	R\$ 527,63

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

Por fim, apresenta-se na tabela a seguir os custos referentes com a implantação de pontos para atendimento da demanda reprimida no Município. Aclara-se que essa definição teve por base a análise de cada local de demanda reprimida que foi apresentado no *Produto 1.4 - Diagnóstico Técnico-Operacional*.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Tabela 77 – Investimentos por ponto de demanda reprimida

Estrutura de ampliação	Classe de Iluminação	Valor da Estrutura	Quantidade de pontos	Valor Total Estrutura	Fornecedor da Luminária	Potência da Luminária [W]	Valor da Luminária	Valor total das Luminárias
4	C0	R\$1.924,25	2	R\$3.848,50	A	0	R\$ -	R\$ -
					B	0	R\$ -	
					C	0	R\$ -	
4	C1	R\$1.924,25	38	R\$73.121,50	A	120	R\$ 1.035,78	R\$ 20.900,00
					B	120	R\$ 550,00	
					C	120	R\$ 589,22	
4	C2	R\$1.924,25	68	R\$130.849,00	A	86	R\$ 857,25	R\$ 31.960,00
					B	80	R\$ 470,00	
					C	95	R\$ 476,26	
4	C3	R\$1.924,25	12	R\$23.091,00	A	64	R\$ 717,61	R\$ 4.500,00
					B	58	R\$ 375,00	
					C	64	R\$ 453,95	
3	C4	R\$1.943,19	136	R\$264.273,84	A	46	R\$ 617,46	R\$ 50.320,00
					B	44	R\$ 370,00	
					C	43	R\$ 437,09	
3	C5	R\$1.943,19	137	R\$266.217,03	A	35	R\$ 615,18	R\$ 45.895,00
					B	33	R\$ 335,00	
					C	35	R\$ 437,09	
3	P5	R\$1.943,19	11	R\$21.375,09	A	49	R\$ 541,30	R\$ 4.114,00
					B	46	R\$ 374,00	
					C	50	R\$ 437,09	
3	P6	R\$1.943,19	1	R\$1.943,19	A	41	R\$ 564,21	R\$ 370,00

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG
Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Estrutura de ampliação	Classe de Iluminação	Valor da Estrutura	Quantidade de pontos	Valor Total Estrutura	Fornecedor da Luminária	Potência da Luminária [W]	Valor da Luminária	Valor total das Luminárias
					B	40	R\$ 370,00	
					C	39	R\$ 437,09	
4	M1	R\$1.924,25	0	0	A	0	R\$ -	R\$ -
					B	0	R\$ -	
					C	0	R\$ -	
4	M2	R\$1.924,25	0	0	A	0	R\$ -	R\$ -
					B	0	R\$ -	
					C	0	R\$ -	
4	M3	R\$1.924,25	0	0	A	0	R\$ -	R\$ -
					B	0	R\$ -	
					C	0	R\$ -	
3	M4	R\$1.943,19	0	0	A	0	R\$ -	R\$ -
					B	0	R\$ -	
					C	0	R\$ -	
3	M5	R\$1.943,19	0	0	A	0	R\$ -	R\$ -
					B	0	R\$ -	
					C	0	R\$ -	
3	M6	R\$1.943,19	0	0	A	0	R\$ -	R\$ -
					B	0	R\$ -	
					C	0	R\$ -	
TOTAL			405	R\$ 784.719,15				R\$ 158.059,00

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG
Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

7 MODELO DE CUSTOS E DESPESAS

Os próximos itens abordarão os valores monetários e as premissas relacionados à operação e manutenção da rede de IP, bem como os serviços associados à Parceria Público-Privada (PPP) sob responsabilidade da Concessionária.

7.1.1 Estrutura Operacional

7.1.1.1 Dimensionamento de Solicitação de Manutenção

O dimensionamento do volume de solicitações para manutenção em campo considerou as taxas de falha de cada componente do parque de Iluminação Pública, conforme tabela a seguir. Isso visa fornecer os materiais e equipamentos necessários para todos os serviços de manutenção corretiva, preditiva e preventiva.

Tabela 78 – Taxa de Falha para Componentes

Componente de IP	Taxa de Falha Mensal
Lâmpada de Descarga	3,00%
Luminária para Lâmpada de Descarga	0,04%
Reator	0,50%
Relé	1,00%
Luminária LED ²⁰	0,08%
Telegestão ²¹	0,17%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

O cálculo mensal de solicitações de manutenção é obtido multiplicando a quantidade de pontos de iluminação pública pelas taxas de falha estimadas para

²⁰ O percentual indica a taxa de falha após a instalação. Para as luminárias LED, foram previstos acréscimos anuais de 0,10% na taxa de falha, com acréscimo de 50% após 5 anos e 200% após 10 anos de operação.

²¹ O percentual indica a taxa de falha após a instalação. Para Telegestão, foi previsto um acréscimo a partir do 6° ano de operação, chegando à taxa mensal de 0,17%.

cada componente. Prevê-se uma redução nas taxas de falha com o início da modernização devido à substituição das lâmpadas convencionais por luminárias LED. Além disso, os relés serão substituídos por um sistema de telegestão.

7.1.1.2 Custo de Veículos para Administração Operacional

Para gerenciamento e fiscalização dos serviços de modernização, manutenção e gestão da operação da rede de iluminação pública, é necessária a aquisição/locação de veículos de passeio para a estrutura administrativa da SPE. A tabela a seguir detalha os valores mensais para a locação e despesas desses veículos:

Tabela 79 – Custos referentes aos veículos para estrutura administrativa da SPE

Descrição	Quantidade	Un.	Valor Unitário	Total
Veículo de passeio, 5 passageiros, motor bicom bustível (gasolina e álcool).	2	Mensal	R\$ 2.211,96	R\$ 4.423,92
Custo de despesas com veículo próprio, considerando 50% de utilização do mesmo em serviço e média mensal percorrida até 1500 km, tendo em vista deslocamento para fiscalização de obras ou vistorias.	2.000 ²²	km/mês	R\$ 1,78	R\$ 3.560,00

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

7.1.2 Custos por Solicitações de Veículos Operacionais

Considera-se nessa estruturação de projeto, a aquisição dos veículos destinada a operação, modernização e manutenção da rede municipal de iluminação pública

²² Consideração para dois veículos.

pela Concessionária. O dimensionamento do número de veículos considerou a quantidade de equipes operacionais envolvidas. Os veículos aplicados para modernização e manutenção da rede de iluminação pública são apresentados no quadro a seguir:

Tabela 80 - Veículos Operacionais

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

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Considerou-se apenas um modelo de veículo para aquisição pela Concessionária durante todo o período da concessão em função de ser a quantidade mínima dimensionada nos anos de operação. Os demais modelos serão obtidos por meio de locação. A tabela abaixo mostra o número de veículos necessários para a modernização e manutenção da rede de iluminação pública ao longo da concessão, considerando a utilização nos 2 turnos estabelecidos para operação.

Tabela 81 – Dimensionamento de Veículos Operacionais

Tipo de Veículo	Período de Transição	Modernização	Operação e Manutenção
Operacional	1	2	1
Especial	1	1	1

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Na tabela a seguir, estão listados os custos mensais relacionados à locação, manutenção e combustível dos veículos necessários para a operação.

Tabela 82 - Custos de locação, manutenção e combustível para veículos

Veículo	Unidade	Aquisição / Locação	Custos (Combustível + Manutenção)
	Aquisição / Locação - Custos		
Locação de veículo operacional	Mensal-Mensal		R\$ 20.394,47

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

7.1.3 Estrutura Administrativa

Além do pessoal de campo para serviços na rede de iluminação pública, a Concessão terá uma estrutura organizacional para gerenciar, controlar, planejar e garantir o cumprimento de cronogramas, diretrizes, especificações e indicadores de qualidade da concessão de iluminação pública. Isso incluirá uma diretoria específica e suas respectivas responsabilidades:

- Engenharia/Tecnologia/Operações:
 - Definição/elaboração e planejamento de procedimentos operacionais padrão (POPs) e manuais;
 - Planejamento de projetos relacionados à modernização, efficientização e expansão da rede de iluminação pública;
 - Gestão de todas as atividades relacionadas à execução da operação e de projetos, além da manutenção da qualidade dos serviços;
 - Gerenciamento da Telegestão e Iluminação Especial;
 - Operação do call center e do Centro de Controle Operacional (CCO);

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

- Gestão de frota, serviços e equipes de campo para manutenção (corretiva, preditiva e preventiva) e verificação ativa;
- Gestão de almoxarifado, estoque, suprimentos, segurança do trabalho e logística;
- Administrativo/Financeiro:
 - Gestão das áreas de suporte à organização incluindo financeiro, recursos humanos (RH), contábil, jurídica, administrativa, serviços gerais e vigilância.

A estrutura de pessoal para a plena execução dos serviços da diretoria é apresentada a seguir, com respectivo dimensionamento e setor correspondente, além do custo mensal. A análise abrange os períodos de pré-modernização (operação e modernização) até o encerramento da fase de modernização e de pós-modernização.

Tabela 83 – Estrutura de pessoal dimensionada

Setor	Cargo	Operação	Modernização	Pós Modernização	Custo Mensal ²³
Gerência	Gestor do Contrato	1	1	1	R\$ 16.178,92
Administrativo / Financeiro	Analista de RH	1	1	1	R\$ 6.919,78
	Analista Financeiro	1	1	1	R\$ 7.660,72
Engenharia, Tecnologia e Operações	Almoxarife	1	1	1	R\$ 4.765,11
	Analista de dados	1	1	1	R\$ 6.809,07
	Engenheiro Eletricista	1	1	1	R\$ 13.966,34
Serviços Gerais	Auxiliar de Serviços Gerais	1	1	1	R\$ 4.765,11
	Porteiro Noturno	1	1	1	R\$ 3.709,06
TOTAL		8	8	8	R\$ 64.774,12

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

7.1.3.1 Instalações e Utilidades

Para garantir o bom funcionamento da estrutura organizacional da Concessionária, são estimados custos relacionados à unidade operacional, incluindo aluguel e despesas gerais e administrativas. Adicionalmente, são apresentados outros

²³ Os valores apresentados já consideram os encargos trabalhistas

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

custos mensais associados aos encargos da concessionária ao longo da concessão, fundamentados em estimativas e premissas definidas pela expertise técnica da equipe de engenharia.

Tabela 84 – Despesas Gerais e Administrativas

Descrição dos Gastos	Valor por mês
Aluguel	R\$ 10.000,00
Limpeza	R\$ 9.322,95
Internet	R\$ 79,90
Material de Escritório	R\$ 11,09
Correios	R\$ 150,00
CREA+ART	R\$ 704,54
Energia elétrica	R\$ 345,24
Água e Esgoto	R\$ 209,68
Licenças	R\$ 306,00
Certificação de Luxímetro	R\$ 440,00
Honorários Advocatícios	R\$ 3.000,00
TOTAL	R\$ 24.569,37

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

7.1.4 Poda

Um dos fatores que influenciam na qualidade da prestação do serviço de iluminação pública é a harmonia entre a arborização e pontos de iluminação pública. Para garantir essa compatibilidade, é essencial realizar manutenções periódicas, como podas, em árvores que interferem na rede de iluminação. Essas ações devem seguir as normas ambientais em vigor, bem como as diretrizes municipais.

A Concessionária terá como parte de suas responsabilidades realizar as devidas manutenções em todas as árvores que interferem na iluminação pública. Além disso, ela será encarregada do descarte adequado dos resíduos resultantes dessas atividades.

Os dados do trabalho de campo permitiram identificar a interferência da arborização na rede de IP do município, onde foi identificada a obstrução de 74,14% nos pontos amostrados.

Considerando a cobertura vegetal apresentada, estima-se o número de obstruções em toda a rede de iluminação pública do município, considerando uma árvore por vão com dois pontos de iluminação e o número de pontos previstos para o ano. Assim, tem-se o número de obstruções provocadas pela vegetação no ciclo de 24 meses, conforme expressão matemática descrita a seguir:

$$N^{\circ} \text{ de } \textit{árvores}_{\text{ciclo}} = \frac{\textit{Arv}_{\text{vão}} \cdot \textit{Total}_{\text{pontos}} \cdot \textit{Obst}_{\%}}{\textit{Pontos}_{\text{vão}}}$$

Em que,

- $\textit{Total}_{\text{pontos}}$: Total de pontos de iluminação pública na rede de iluminação pública
- $\textit{Arv}_{\text{vão}}$: Quantidade de árvores por vão de iluminação pública
- $\textit{Pontos}_{\text{vão}}$: Quantidade de pontos em um vão de iluminação pública

$\textit{Obst}_{\%}$: percentual de pontos de iluminação pública que apresentam incompatibilidade com a vegetação local;

A tabela a seguir apresenta a definição das variáveis acima e o resultado correspondente ao número anual de interferências, portanto, mensalmente, serão 145 interferências na arborização local.

Tabela 85 - Número anual de interferências na arborização

Total de pontos	Árvores por vão	Composição do vão (Pontos IP)	Percentual de obstrução	Número de árvores/ciclo
9.385 ²⁴	1	2	74,14%	3.479

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Os custos mensais relacionados às atividades de corte e poda, assim como da coleta dos resíduos, serão apresentados na tabela a seguir, tendo como base a tabela EMOP de março de 2026.

Tabela 86 – Custos Mensais com Atividades de Poda e Coleta de Resíduos

Atividade	Descrição	Código	Percentual de Intervenção	Número de Intervenções Mensais	Custo mensal
1	Poda de árvores, limpeza de galhos secos e retirada de parasitas	09.005.011 5-0	80%	116	R\$ 10.684,76
2	Poda de espécies vegetais de baixo nível de dificuldade, exclusive transporte de material resultante	22.030.003 5-0	20%	29	R\$ 4.231,68
TOTAL					R\$ 14.916,44
Valor mensal por ponto					R\$ 2,02

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

7.1.5 Materiais de Manutenção e Segurança

Os equipamentos de proteção necessários para execução das atividades da Concessionária no âmbito da concessão contemplam 5 (cinco) unidades de Equipamento de Proteção Individual (EPI), com valor unitário de R\$ 1.305,26, totalizando R\$ 6.526,30, e 2 (duas) unidades de Equipamento de Proteção

²⁴ Foi considerada a quantidade de pontos das vias C4 e C5, que de acordo com a inspeção de campo foram as vias que apresentaram quase predominância da existência de obstrução arbórea.

Coletiva, com valor unitário de R\$ 612,12, totalizando R\$ 1.224,24, assegurando condições seguras de trabalho para as equipes operacionais.

Tabela 87 - Equipamentos de proteção individual e coletiva

Item	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Equipamento de Proteção Individual	5	R\$ 1.305,26	R\$ 6.526,30
Equipamento de Proteção Coletiva	2	R\$ 612,12	R\$ 1.224,24

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

As ferramentas necessárias para execução dos serviços de implantação e operação da infraestrutura de iluminação pública e soluções digitais compreendem 2 (duas) unidades de Ferramentas para implantação, com valor unitário de R\$ 4.818,75, totalizando R\$ 9.637,51, e 1 (uma) unidade de Ferramentas para operação, com valor unitário de R\$ 4.818,75, totalizando R\$ 4.818,76, garantindo recursos técnicos adequados para manutenção e modernização da rede ao longo do prazo da concessão.

Tabela 88 - Ferramentas de implantação e operação

Item	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Ferramentas (implantação)	2	R\$ 4.818,76	R\$ 9.637,51
Ferramentas (operação)	1	R\$ 4.818,76	R\$ 4.818,76

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

7.1.6 Taxa de compartilhamento de infraestrutura de postes

A taxa de compartilhamento de infraestrutura de postes compreende 1.735 (mil setecentos e trinta e cinco) unidades, com valor unitário de R\$ 3,19/mês por ponto, totalizando R\$ 5.534,65/mês, referente ao aproveitamento de infraestrutura existente de postes para instalação de equipamentos de iluminação pública e soluções digitais, otimizando custos de implementação e minimizando intervenções estruturais na malha urbana.

Tabela 89 - Compartilhamento de infraestrutura de postes

Item	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Taxa de compartilhamento de infraestrutura de postes	1735	3,19	R\$ 5.534,65

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

7.1.7 Seguros e Garantias

A Concessionária será responsável por contratar seguros e garantias para assegurar a plena operação e responsabilidades do contrato. Nesse contexto, compete à Concessionária realizar, no mínimo os seguros e garantias listados na tabela a seguir.

Tabela 90 - Lista de Seguros e Garantias

Seguro/Garantia	Objetivo
Garantia de Execução do Contrato	Garantir o desenvolvimento do projeto conforme escopo, prazo e padrões de qualidade definidos no contrato.
Seguro Responsabilidade Civil – Modernização	Reembolsar as indenizações decorrentes de danos materiais e corporais, causados a terceiros durante a execução dos serviços até o término da Fase de Modernização.
Seguro Responsabilidade Civil – Operação	Reembolsar as indenizações decorrentes de danos materiais e corporais, causados a terceiros durante a execução dos serviços após a Fase de Modernização.
Riscos Operacionais	Cobrir os prejuízos causados por danos materiais ao parque de Iluminação Pública resultantes de acidentes súbitos e imprevistos.
Riscos de Engenharia	Indenizar os prejuízos decorrentes de danos ao parque de Iluminação Pública, ocasionados por acidentes súbitos e imprevistos, durante o período de modernização, considerando os serviços de instalação, montagem e testes, exceto o funcionamento operacional.

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

Na modelagem econômico-financeira foram utilizadas algumas premissas de referência para estimar os custos associados aos seguros e garantias, conforme apresentado na tabela a seguir:

Tabela 91 – Premissas de Custos dos Seguros e Garantias²⁵

Seguro/Garantia	Base de cálculo	Taxa
Garantia de Execução do Contrato	5% do Valor do contrato	0,30% a.a.

²⁵ Às taxas apresentadas acrescenta-se IOF de 7,38%.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Seguro/Garantia	Base de cálculo	Taxa
Seguro Responsabilidade Civil – Modernização	Valor de investimento previsto para o período de modernização	0,75% a.a.
Seguro Responsabilidade Civil – Operação	Valor de investimento previsto para o período pós modernização	0,75% a.a.
Riscos Operacionais	Valor de Contrato proporcional a 1 ano.	0,40% a.a.
Riscos de Engenharia	CAPEX do período de modernização	0,40% a.a.

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

7.1.8 Verificador Independente

Para auxiliar o Poder Concedente na fiscalização do Contrato da PPP, está prevista a contratação, pela Concessionária, de uma empresa especializada denominada Verificador Independente (VI), de acordo com critérios e regulamentações estipulados no anexo do Contrato de Concessão.

Entre as principais atribuições do VI, pode ser citado:

- Realizar periodicamente, com base nos relatórios enviados e em suas diligências e verificações, a avaliação de desempenho, a verificação do cálculo da contraprestação mensal efetiva devida à concessionária a partir da contraprestação mensal máxima, bem como o acompanhamento do BCE;
- Realizar as medições *in loco* dos pontos de iluminação pública e soluções digitais que serão avaliados no Município para fins de cálculo dos indicadores de desempenho previstos no sistema de mensuração de desempenho;
- Monitorar os índices de desempenho da execução da concessão e validar os dados obtidos;
- Avaliar o cálculo dos reajustes de valores previstos no contrato;
- Auditar o compartilhamento de receitas acessórias;
- Validar todos os dados técnicos e econômico-financeiros dos pedidos de revisão ordinária e revisão extraordinária;
- Analisar o cenário que originou a reivindicação de revisão extraordinária frente aos termos contratuais que se aplicam ao pleito, gerando, ao final, um parecer técnico e jurídico. O parecer técnico deverá dar suporte à análise

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

econômico-financeira, na qual o gestor do contrato e o verificador independente deverão avaliar e dimensionar, caso exista, o impacto econômico-financeiro do pleito no projeto;

- Recomendar os parâmetros para a recomposição do equilíbrio econômico-financeiro do contrato, consolidando os resultados de suas análises em relatório técnico-financeiro;
- Realizar diligências necessárias ao cumprimento de suas funções, realizando levantamentos e inspeções de campo, e colhendo informações junto à concessionária e ao poder concedente, devendo ter, para tanto, acesso a toda a base de dados da concessão;
- Auxiliar o poder concedente na análise dos documentos e acompanhar as vistorias que antecedem a emissão dos termos de aceite para a concessionária;
- Informar à instituição financeira depositária e ao poder concedente eventuais alterações no valor da contraprestação mensal máxima e da contraprestação mensal efetiva;
- Validar as atualizações feitas pela concessionária ao inventário de bens reversíveis;
- Acompanhar o processo de reversão dos bens reversíveis e emitir parecer sobre o estado de conservação dos bens reversíveis ao final do contrato.

Para a composição do custo mensal e anual do Verificador Independente (VI), adotou-se a metodologia e os valores de referência do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), especificamente as tabelas de Engenharia Consultiva²⁶, garantindo o alinhamento dos preços com os padrões oficiais de mercado para serviços técnicos especializados, além de valores de pesquisa de mercado para os custos com equipamentos.

²⁶ Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-referenciais/engenharia-consultiva-2>

Tabela 92 – Custo com Verificador Independente

Composição	Quantidade	Valor
Engenheiro coordenador	1	R\$ 26.018,86
Auxiliar administrativo	1	R\$ 6.992,34
Eletricista	1,5	R\$ 15.597,30
Serviços Gerais	1	R\$ 6.376,73
Custos indiretos	1	R\$ 15.238,00
Veículo e Equipamentos	1	R\$ 4.758,32
Valor Mensal		R\$ 74.981,55
Valor Anual		R\$ 899.778,61

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

7.2 Iluminação Pública (IP)

7.2.1 Materiais de Manutenção

Em relação à manutenção, a Concessionária deverá fornecer os componentes necessários para substituição na rede de iluminação pública. Na tabela abaixo são apresentadas as taxas de falhas, bem como os custos médios relacionados aos materiais para a manutenção.

Tabela 93 – Taxa de Falha e Custo Médio dos Componentes de IP²⁷

Componente de IP	Taxa de Falha Mensal	Custo Médio
Acessórios (cabos, abraçadeiras, conectores etc.) ²⁸	-	R\$ 68,16
Lâmpada de Descarga	3,00%	R\$ 64,11
Luminária para Lâmpada de Descarga	0,04%	R\$ 436,16
Reator	0,50%	R\$ 105,35
Relé	1,00%	R\$ 42,93
Luminária LED ²⁹	0,08%	R\$ 589,50

²⁷ Esses valores podem sofrer alteração dentro do Modelo Econômico-Financeiro devido ao fluxo temporal a ser apresentado.

²⁸ Percentual aplicado sobre a estimativa do valor mensal com componentes de IP para os serviços de manutenção.

²⁹ Percentual informado corresponde à taxa de falha após a instalação. Para Luminárias LED foram previstos incrementos anuais de 0,10% na taxa de falha, com impacto adicional de 50% após 5 anos de operação e 200% após 10 anos de operação.

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Componente de IP	Taxa de Falha Mensal	Custo Médio
Telegestão ³⁰	0,17%	R\$ 353,10
Vandalismo	0,08%	R\$ 589,50
TOTAL		R\$ 2.248,81

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

Para estruturação da modelagem econômico-financeira devem ser consideradas como premissas para aquisição de materiais de manutenção o reaproveitamento de 50% das lâmpadas e luminárias de descarga e dos reatores da rede de iluminação pública atual, durante o período de transição operacional e modernização. Isso visa a manutenção dos pontos de iluminação pública ainda não modernizados, segundo o cronograma que comporá o Plano de Modernização e Eficientização. Além disso, deve-se levar em conta o período de garantia fornecido pelos fornecedores, que é de 10 anos para as luminárias LED e 5 anos para os componentes de telegestão.

7.2.2 Software de Gestão e Sistema de Telegestão

O software de gestão da rede de iluminação pública é fundamental para melhorar a eficiência e otimização operacional, contribuir para a promoção da sustentabilidade, proporcionar um controle remoto e monitoramento em tempo real, além de favorecer a tomada de decisões.

Para as soluções de telegestão, é estabelecido que o sistema deve incluir funcionalidades essenciais, como monitoramento dos ativos de iluminação pública, controle remoto do estado de operação, redução controlada de fluxo luminoso (dimerização) da luminária e medição de variáveis relevantes do ponto de iluminação pública. Para tal, foram selecionados três fornecedores com base na capacidade de atender a essas funcionalidades mínimas.

³⁰ Percentual informado corresponde à taxa de falha após a instalação. Para Telegestão foi previsto um incremento a partir do 6º ano de operação, chegando à taxa mensal de 0,17%.

7.2.2.1 Custo Licenciamento de Software de Gestão

Abaixo estão os custos operacionais referentes à aquisição, implantação e operacionalização do Software de Gestão.

Tabela 94 - Custo Licenciamento de Software de Gestão

Fornecedor	Custo por Ponto	Quantidade de Pontos	Valor Mensal
F2	R\$ 0,19	14.277	R\$ 2.712,63

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

7.2.2.2 Custos Operacionais com Sistema de Telegestão

Os custos operacionais do sistema de telegestão incluem a manutenção de dispositivos e conectividade com o centro de controle operacional. Abaixo estão os custos operacionais de três fornecedores de telegestão consultados.

Tabela 95 – Custo Operacional de Telegestão

Fornecedor	Custo por Ponto	Quantidade de Pontos	Valor Mensal
T1	R\$ 0,75	14.188	R\$ 10.641,00
T2	R\$ 1,30	14.188	R\$ 18.444,40
T3	R\$ 0,35	14.188	R\$ 4.965,80

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

7.3 Soluções Digitais

Em relação à manutenção, a Concessionária deverá fornecer os componentes necessários para substituição dos componentes de Soluções Digitais. Na tabela abaixo são apresentadas as taxas de falhas, bem como os custos médios relacionados aos materiais para a manutenção.

Tabela 96 – Taxa de Falha e Custo Médio dos Componentes de SD³¹

Tecnologia	Taxa de Falha	Custo Médio Mensal (R\$)	Custo Médio Anual (R\$)
Câmeras (IP outdoor)	2%	R\$ 56,84	R\$ 682,10
Câmeras PTZ	4%	R\$ 3.411,75	R\$ 40.941,00
Controladores semafóricos	4%	R\$ 771,62	R\$ 9.259,48
Access points Wi-fi outdoor	4%	R\$ 55,56	R\$ 666,70
Sensores ambientais	5%	R\$ 131,67	R\$ 1.580,00

³¹ Esses valores podem sofrer alteração dentro do Modelo Econômico-Financeiro devido ao fluxo temporal a ser apresentado.

Fonte: Anexo III, elaborado por Houer Concessões (2026).

7.3.1 Gestão da Rede de Infovia

A divisão da gestão da Rede de Infovia adotada contempla os seguintes elementos:

- **Gestão e Softwares:** envolve as plataformas de monitoramento, gerenciamento e supervisão da rede, incluindo sistemas de controle de tráfego de dados, diagnóstico remoto, gestão de performance e segurança cibernética.
- **Serviço de Implantação e Suporte:** abrange as atividades técnicas necessárias para instalação, configuração, testes, comissionamento e manutenção da infraestrutura da Infovia, assegurando conformidade com as especificações de engenharia e plena operação do sistema.

A tabela a seguir apresenta o custo da gestão da Infovia durante todo o período da concessão:

Tabela 97 – Gestão Infovia

INFOVIA	
Item	Valor
Gestão e Softwares	R\$ 25.000,00
Serviço de Implantação e Suporte	R\$ 878.753,75
Valor Total	R\$ 903.753,75

Fonte: Elaborado pelos autores

8 CUSTOS E DESPESAS DO PODER CONCEDENTE

Na modelagem econômico-financeira é importante avaliar os custos que serão de responsabilidade Poder Concedente ao longo da PPP. Além da remuneração da Concessionária que será realizada por meio dos recursos da CIP, também será de responsabilidade do Município arcar com:

- Taxa paga à Distribuidora de Energia pelo serviço de arrecadação da CIP;
- Custos com a Gestão de Dados e Privacidade (LGPD);

- Remuneração da Instituição Financeira Depositária.

A seguir, apresenta-se, em detalhes, cada um desses tópicos.

8.1 Gestão de Dados e Privacidade (LGPD)

A estimativa de custos para a Gestão de Dados, Privacidade e Proteção da Informação foi estabelecida com base em contratos referenciais de consultoria técnica e jurídica especializada para o setor público, bem como em valores observados em projetos de PPPs de Cidades Inteligentes de porte semelhante. O montante considera a necessidade de atendimento integral à Lei Federal nº 13.709/2018 (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais – LGPD), incluindo a estruturação dos processos de governança, conformidade regulatória e gestão de riscos associados ao tratamento de dados pessoais.

O custo mensal estimado é de R\$ 6.000, contemplando a disponibilização de suporte técnico e jurídico especializado para as atividades relacionadas à proteção de dados pessoais.

Considerando as características das soluções previstas no projeto, especialmente os sistemas de videomonitoramento urbano, reconhecimento facial, Wi-Fi Social, plataformas digitais de atendimento ao cidadão e demais aplicações integradas ao Centro de Controle Operacional (CCO), a estrutura de governança deverá contemplar mecanismos permanentes de avaliação e mitigação de riscos à privacidade, em conformidade com os princípios da finalidade, adequação, necessidade, transparência, segurança, prevenção e responsabilização previstos na LGPD.

O valor estimado inclui ainda a elaboração, atualização e manutenção do Relatório de Impacto à Proteção de Dados Pessoais (RIPD) para operações de tratamento consideradas de potencial alto risco, contendo a descrição dos dados tratados, das finalidades de uso, das bases legais aplicáveis, dos fluxos de tratamento, dos riscos identificados e das respectivas medidas de mitigação. O RIPD deverá ser elaborado previamente à entrada em operação das soluções que envolvam

tratamento de dados pessoais sensíveis ou tecnologias com potencial impacto relevante sobre os direitos e liberdades dos titulares.

Adicionalmente, estão contempladas atividades relacionadas ao mapeamento do ciclo de vida dos dados, definição de políticas de retenção e descarte, implementação de procedimentos de anonimização quando aplicáveis, gestão de consentimentos, revisão periódica das bases legais utilizadas e monitoramento da conformidade dos processos de tratamento.

No caso específico das funcionalidades de reconhecimento facial e demais aplicações que utilizem dados biométricos, classificados pela LGPD como dados pessoais sensíveis, deverão ser observados requisitos adicionais de governança, rastreabilidade, controle de acessos, auditoria e gestão de riscos, visando assegurar a proporcionalidade, necessidade e legitimidade do tratamento realizado.

O sistema deverá ser submetido a auditorias periódicas de conformidade, avaliação de controles internos e acompanhamento das práticas de segurança da informação, observando as diretrizes das normas da família ISO/IEC 27001, incluindo referenciais relacionados à gestão da segurança da informação e à proteção da privacidade, exigidos para a operação segura do Centro de Controle Operacional (CCO) e das demais soluções digitais integrantes do projeto.

Dessa forma, os custos previstos para Gestão de Dados e Privacidade buscam assegurar não apenas o atendimento aos requisitos legais e regulatórios aplicáveis, mas também a adoção de uma estrutura contínua de governança capaz de proteger os direitos dos cidadãos e garantir a operação segura e transparente das soluções de Cidade Inteligente ao longo de todo o período da concessão.

8.2 Instituição Financeira Depositária

A gestão financeira da PPP envolve a administração de algumas contas, como a Conta Vinculada, a Conta Reserva e outras mais. Para isso, é necessário a

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

contratação uma instituição financeira independente, cujo custo de contratação será de responsabilidade do Poder Concedente.

Considerando projetos similares, foi estimado o custo mensal de R\$ 8.000 para a contratação da instituição financeira independente.

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

9 ANEXO I – INFORMAÇÕES DO TRABALHO DE CAMPO

A seguir, é apresentado o detalhamento de algumas das informações que puderam ser levantadas no trabalho de campo. Esses dados serviram de premissa para a elaboração dos Estudos de Engenharia.

Tabela 98 - Informações do trabalho de campo

Logradouro	Potência	Tecnologia	Classe	Latitude	Longitude
Avenida Central Jardim do Eden, 497	250	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua A-Tres Boca-de-Leao, 220	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua R Seis, 57	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,07840538	-50,16929047
Rua Olavo Nunes, 12	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,04220994	-50,15376
Rua Creta, 55	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00842459	-50,16073847
Rua A-Seis dos Jasmins, 128	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Hildebrando Pinheiro Veloso, 1170	-	LED	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Almirante Tamandare, 874	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Sete de Setembro, 2721	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua Octavio Rodolfo dos Santos, 2080	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Santa Maria, 172	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99858219	-50,14548954
Estrada Estância Velha, 1	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,07840538	-50,16929047
Avenida Fernandes Bastos, 3933	100	VAPOR DE SODIO	C1	-30,07840538	-50,16929047
Rua Wadir Azevedo Fonseca, 690	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692
Rua Joao Arthur Kirsh, 330	70	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua R, 451	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Tuiuti, 1032	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Vinte e Quatro de Setembro, 833	Não identificad a	LED	C4	-29,99078463	-50,13632241
Rua Vinte e Quatro de Setembro, 959	Não identificad a	LED	C4	-29,99078463	-50,13632241
Rua Marcilio Dias, 1819	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Logradouro	Potência	Tecnologia	Classe	Latitude	Longitude
Rua Pinheiro Machado, 1100	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98384575	-50,12889994
Avenida Militao Almeida, 703	Não identificad a	LED	C1	-29,99858219	-50,14548954
Avenida Emancipacao, 1747	Não identificad a	LED	C1	-29,98464868	-50,12847692
Rua Firmiano Osorio, 88	Não identificad a	LED	C4	-29,99329942	-50,12855543
Avenida Atlantica, 1665	Não identificad a	LED	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Siqueira Campos, 1167	100	VAPOR DE MERCURIO	C5	-29,98384575	-50,12889994
Rua A da Silva, 455	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Francisco Caetano Azevedo, 201	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98384575	-50,12889994
Rua Saldanha da Gama, 128	100	VAPOR DE MERCURIO	C5	-30,00842459	-50,16073847
Rua Sahydi Abrahao, 438	250	VAPOR DE SODIO	C3	-29,99329942	-50,12855543
Rua Amancio Amaral, 1181	150	VAPOR DE SODIO	C3	-30,00124323	-50,15063154
Rua Navegante, 210	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Tres de Outubro, 1335	100	VAPOR DE SODIO	C3	-30,00842459	-50,16073847
Avenida Beira-Mar, 1577	Não identificad a	LED	C1	-29,98309655	-50,12791065
Rua Marrocos, 348	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Avenida Emancipacao, 2894	Não identificad a	LED	C4	-30,00842459	-50,16073847
Avenida Nordeste, 530	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99542625	-50,18759155
Rua Santos Dumont, 3485	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,0425092	-50,15388483
Rua Castro Alves, 1029	70	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Avenida Osvaldo Aranha, 823	Não identificad a	LED	C2	-30,07840538	-50,16929047
Rua Santos Dumont, 3265	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,04220994	-50,15376
Rua Sete de Setembro, 2841	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Avenida Osvaldo Aranha, 1888	150	VAPOR DE SODIO	C2	-30,00124323	-50,15063154

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Logradouro	Potência	Tecnologia	Classe	Latitude	Longitude
Avenida Flores da Cunha, 3464	250	VAPOR DE SODIO	C1	-30,00842459	-50,16073847
Rua Sete de Setembro, 2059	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99858219	-50,14548954
Rua Barros Cassal, 666	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99858219	-50,14548954
Rua Sargento Geraldo Santana, 285	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Travessa Tarrafa, 513	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,9972957	-50,14792298
Avenida Senador Alberto Pasqualine, 220	Não identificad a	LED	C1	-30,00454801	-50,1777838
Rua Eleodoro Franzen, 1249	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Ant. F. da Costa, 551	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Avenida Flores da Cunha, 4017	Não identificad a	LED	C1	-30,00124323	-50,15063154
Rua Vergueiro, 1327	Não identificad a	LED	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua Reboucas, 1496	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99078463	-50,13632241
Rua Sargento Geraldo Santana, 1649	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Estilac Leal II, 386	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692
Rua Assis Brasil, 616	Não identificad a	LED	C5	-29,98464868	-50,12847692
Rua Prudente de Moraes, 1179	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Santa Clara, 320	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Avenida Minas Gerais, 380	250	VAPOR DE SODIO	C2	-29,99542625	-50,18759155
Rua Parma, 243	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua do Sal, 510	Não identificad a	LED	C5	-30,00454801	-50,1777838
Rua Marcilio Dias, 568	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Antonio Jose da Costa, 1734	Não identificad a	LED	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Antonio Jose de Oliveira, 653	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99858219	-50,14548954
Rua Vergueiro, 112	Não identificad a	LED	C5	-30,00124323	-50,15063154

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Logradouro	Potência	Tecnologia	Classe	Latitude	Longitude
Rua Cristovao Colombo, 276	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692
Rua Cristovao Colombo, 386	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692
Rua Estilac Leal II, 680	150	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00842459	-50,16073847
Rua Mato Grosso, 189	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692
Avenida Beira-Mar, 1518	150	VAPOR DE SODIO	C1	-29,99329942	-50,12855543
Rua Espirito Santo, 227	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Avenida Perimetral, 590	150	VAPOR DE SODIO	C2	-29,98309655	-50,12791065
Rua Fernando de Noronha, 560	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Rio Grande do Sul, 691	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Rio Grande do Sul, 851	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99858219	-50,14548954
Rua Pernambuco, 601	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692
Rua Roma, 151	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692
Avenida Minas Gerais, 224	250	VAPOR DE SODIO	C2	-30,00124323	-50,15063154
Travessa Tres, 585	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00842459	-50,16073847
Rua Belo Horizonte, 1242	150	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00842459	-50,16073847
Rua Sergipe, 1164	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua A, 1857	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99858219	-50,14548954
Rua A, 1988	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua T, 1141	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Estrada do Agual, 539	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua Q, 531	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00842459	-50,16073847
Rua Roraima, 1251	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00454801	-50,1777838
Avenida Florianopolis, 1124	150	VAPOR DE SODIO	C2	-30,00842459	-50,16073847
Avenida Minas Gerais, 2018	250	VAPOR DE SODIO	C1	-29,98384575	-50,12889994
Rua Guanabara, 740	100	VAPOR DE SODIO	C4	#N/D	#N/D
Avenida Minas Gerais, 1405	150	VAPOR DE SODIO	C1	-30,00124323	-50,15063154
Rua Amazonas, 915	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692

205

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

Logradouro	Potência	Tecnologia	Classe	Latitude	Longitude
Rua Guanabara, 1129	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98384575	-50,12889994
Rua Rio de Janeiro, 2005	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99858219	-50,14548954
Rua Rio Grande do Norte, 2214	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Santa Catarina, 2193	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Para, 2185	250	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00842459	-50,16073847
Rua Maranhao, 2337	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Avenida Recife, 653	150	VAPOR DE SODIO	C2	-30,07840538	-50,16929047
Avenida Recife, 322	150	VAPOR DE SODIO	C2	-30,07840538	-50,16929047
Rua Alagoas, 2205	150	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00454801	-50,1777838
Rua Amazonas, 1543	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692
Rua Para, 2185 [Q]	250	VAPOR DE SODIO	#N/D	-30,00842459	-50,16073847
Rua Lurdes de Lima Manito, 580 [Q]	100	VAPOR METALICO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua F das Camélias, 1036 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,07840538	-50,16929047
Rua Nova, 51 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Munique, 183 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00842459	-50,16073847
Rua Pinheiro Veloso, 467 [Q]	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua A-Sete da Verbenas, 750 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua F das Camélias, 273 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,07840538	-50,16929047
Rua Santa Barbara, 330 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,9837611	-50,13525764
Rua Poco das Antas, 248 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00842459	-50,16073847
Rua Picada Cafe, 120 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00842459	-50,16073847
Rua Junquinhos, 332 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99858219	-50,14548954
Rua Arthur Hoffmeister, 775 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Rio Grande do Norte, 883 [Q]	-	LED	C4	-29,98309655	-50,12791065
Avenida A-Treze, 217 [Q]	250	VAPOR DE SODIO	C3	-30,00842459	-50,16073847
Rua Bem-me-quer, 576 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99858219	-50,14548954
Rua Santa Barbara, 274 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,9837611	-50,13525764

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Logradouro	Potência	Tecnologia	Classe	Latitude	Longitude
Rua Julio de Castilhos, 308 [Q]	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154
Avenida Beira-Mar, 500 [Q]	-	LED	C1	-29,98309655	-50,12791065
Avenida Beira-Mar, 46 [E]	100	VAPOR DE SODIO	C1	-29,99858219	-50,14548954
Avenida Beira-Mar, 188 [E]	150	VAPOR DE SODIO	C1	-29,99858219	-50,14548954
Avenida Beira-Mar, 562 [E]	150	VAPOR DE SODIO	C1	-29,98309655	-50,12791065
Rua Zakynthos, 345 [E]	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua Bremen, 50 [E]	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua Colonia, 47 [E]	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154
Rua Creta, 486 [E]	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Projetada [E]	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua A-Doze das Carvinas, 196 [E]	70	VAPOR DE SODIO	C4	-29,9972957	-50,14792298
Rua dos Lirios, 22 [E]	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua B das Begonias, 922 [E]	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154
Rua Vitoria Regia, 321 [E]	150	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00842459	-50,16073847
Rua Vitoria Regia, 431 [E]	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Avenida Jardim Atlantico, 553 [E]	-	LED	C2	-30,00842459	-50,16073847
Rua F das Camélias, 447 [E]	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua A-Seis dos Jasmins, 314 [E]	-	LED	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua B das Begonias, 307 [E]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua T-Oito, 266 [E]	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua Rondonia, 1995	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Brasília, 2239	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Espírito Santo, 2156	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Avenida Manaus, 486	100	VAPOR DE SODIO	C2	-29,98464868	-50,12847692
Rua Brasília, 2239	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Guanabara, 69	150	VAPOR DE SODIO	C2	-30,00842459	-50,16073847
Rua Picada Cafe, 2671	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99542625	-50,18759155
Rua Picada Cafe, 565	150	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00842459	-50,16073847

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Logradouro	Potência	Tecnologia	Classe	Latitude	Longitude
Rua Arroio do Meio, 668	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00842459	-50,16073847
Rua Cristo, 695, 95593,	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Santo Cristo, 551	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99858219	-50,14548954
Rua Santo Antonio, 721	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Santo Angelo, 559	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Sao Francisco de Assis, 2771	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154
Rua Sao Francisco de Assis, 2611	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154
Rua Sao Vendelino, 2813	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Rio Grande do Norte, 277	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Sao Sebastiao do Cai, 2857	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Sao Jorge, 1156	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua Parana, 2381	100	VAPOR METALICO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua Rio de Janeiro, 2333	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Avenida Manaus, 1564	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Pernambuco, 1191	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua Sao Paulo, 1427	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Avenida Curitiba, 1572	150	VAPOR DE SODIO	C2	-30,00842459	-50,16073847
Rua Santa Catarina, 1443	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00842459	-50,16073847
Rua Sergipe, 1272	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Estrada do Agual, 681	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154
Avenida Florianopolis, 1722	150	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154
Rua Rio Grande do Sul, 1613	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Rio de Janeiro, 1631	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Piaui, 1843	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Piaui, 1835	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Avenida Florianopolis, 1006	100	VAPOR DE SODIO	C2	-30,00842459	-50,16073847
Rua Maranhao, 1749	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543

208

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Logradouro	Potência	Tecnologia	Classe	Latitude	Longitude
Rua Brasília, 1627	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Alagoas, 4744	150	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00454801	-50,1777838
Rua S, 266	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00842459	-50,16073847
Rua R, 1323	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua Sergipe, 804	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua Rio Grande do Sul, 749	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Belem, 965	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154
Rua Para, 513	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99542625	-50,18759155
Rua Goiás, 535	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Mato Grosso, 773	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Amapá, 809	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99542625	-50,18759155
Rua Alagoas, 815	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Avenida Beira-Mar, 1622	150	VAPOR DE SODIO	C1	-29,99329942	-50,12855543
Rua Amazonas, 1025	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Espírito Santo, 1129	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99078463	-50,13632241
Rua Para, 1012	100	VAPOR DE SODIO	C3	-30,00124323	-50,15063154
Rua Belo Horizonte, 1150	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Rio Grande do Norte, 1277	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Belo Horizonte, 1580	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Roraima, 476	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Paraíba, 33	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Travessa Tres, 258	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00842459	-50,16073847
Rua Paraíba, 466	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Fernando de Noronha, 302	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Rio Grande do Sul, 259	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692
Avenida Perimetral, 683	100	VAPOR DE SODIO	C2	-29,98309655	-50,12791065
Rua Rio de Janeiro, 134	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543

209

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Logradouro	Potência	Tecnologia	Classe	Latitude	Longitude
Rua Alagoas, 165	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Rio Grande do Norte, 531	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Rio Grande do Sul, 29	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Rio Grande do Norte, 406	150	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00842459	-50,16073847
Rua Espirito Santo, 45	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98384575	-50,12889994
Rua Bergano, 168	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99858219	-50,14548954
Travessa 2 Sul, 78	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Alagoas, 460	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Piaui, 309	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692
Rua Adelino Souza de Aguiar, 39	-	LED	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Dez, 54	70	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Santa Clara, 738	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Sargento Geraldo, 172	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98384575	-50,12889994
Rua Um, 80	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Castro Alves, 286	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Eleodoro Franzen, 1335	100	VAPOR DE SODIO	C3	-29,98309655	-50,12791065
Rua Um, 2	250	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua Dez de Novembro, 364	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Avenida Nordeste, 388	-	LED	C4	-29,99542625	-50,18759155
Rua Mario Totta, 483	-	LED	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Santo Amaro, 329	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00842459	-50,16073847
Rua Santa Fe, 4935	-	LED	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Parma, 403	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Veneza, 1125	-	LED	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Reboucas, 2304	-	LED	C4	-30,00124323	-50,15063154
Rua Milan, 483	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Andrade Neves, 377	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99078463	-50,13632241
Avenida Senador Alberto Pasqualini, 158	-	LED	C1	-30,07840538	-50,16929047
Rua Mario Totta, 635	-	LED	C5	-29,99329942	-50,12855543

210

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

Logradouro	Potência	Tecnologia	Classe	Latitude	Longitude
Rua Santa Fe, 2459	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua Padre Reus, 2422	-	LED	C5	-29,98464868	-50,12847692
Rua Santos Dumont, 92	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154
Avenida Joao Magalhaes, 2167	-	LED	C2	-29,98309655	-50,12791065
Rua Dez de Novembro, 248	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua Assis Brasil, 342	-	LED	C3	-29,98464868	-50,12847692
Rua Vinte e Nove, 780	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,9972957	-50,14792298
Rua Prudente de Moraes, 696	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Joao Goulart, 242	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154
Rua Belem, 594	-	LED	C5	-29,99858219	-50,14548954
Rua Veneza, 79	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Quatro, 11	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Fernando de Noronha, 480	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Avenida Rubem Berta, 851	-	LED	C2	-30,07840538	-50,16929047
Rua Joao Pessoa, 1484	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua Sahydi Abrahao, 670	150	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua Getulio Vargas, 502	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98384575	-50,12889994
Avenida da Igreja, 308	-	LED	C2	-29,99078463	-50,13632241
Rua Deodoro Ritter, 505	250	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Avenida Ubatuba de Farias, 123	-	LED	C2	-29,98309655	-50,12791065
Rua Pinheiro Veloso, 467	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00842459	-50,16073847
Rua Julio de Castilhos, 144	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154
Rua Doze de Abril, 721	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Avenida da Igreja, 60	-	LED	C2	-30,00842459	-50,16073847
Avenida Emancipacao, 30	-	LED	C3	-29,99858219	-50,14548954
Rua Jorge Sperb, 226	250	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00842459	-50,16073847
Rua Jorge Sperb, 39	150	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua Fernandes Bastos, 422	-	LED	C4	-30,00124323	-50,15063154
Avenida Rubem Berta, 737	-	LED	C4	-29,98464868	-50,12847692
Avenida Rubem Berta, 1640	-	LED	C2	-29,98464868	-50,12847692
Travessa Olavo Bilac, 1226	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,07840538	-50,16929047

211

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato Nº 2025053

Logradouro	Potência	Tecnologia	Classe	Latitude	Longitude
Rua Jose de Freitas, 1454	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Josephino Nunes dos Santos, 577	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Heitor L. da Silva, 173	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Rua Santos Dumont, 2075	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98384575	-50,12889994
Rua Jose de Freitas, 256	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Guarda Marinho Grenwals, 2734	150	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua Vinte e Um de Abril, 1679	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Sete de Setembro, 1526	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Avenida Caldas Junior, 2440	150	VAPOR DE SODIO	C2	-30,00842459	-50,16073847
Rua Andrade Neves, 883	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Tres de Outubro, 1924	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Travessa Parana, 270	150	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Avenida Rubem Berta, 2296	-	LED	C2	-29,98464868	-50,12847692
Rua Humaita, 1074	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98384575	-50,12889994
Travessa Borges de Medeiros, 2133	150	VAPOR DE SODIO	C4	-30,07840538	-50,16929047
Rua Getulio Vargas, 908	100	VAPOR DE SODIO	C3	-29,98384575	-50,12889994
Rua Santo Amaro, 296	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00454801	-50,1777838
Avenida Flores da Cunha, 3244	-	LED	C1	-30,00842459	-50,16073847
Avenida Deputado Osvaldo Bastos, 990	250	VAPOR DE SODIO	C2	-29,99858219	-50,14548954
Rua Andrade Neves, 1379	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Pinheiro Machado, 556	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Tres de Outubro, 3423	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,07840538	-50,16929047
Rua Pinheiro Machado, 1192	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Rua Brochado da Rocha, 276	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Manoel Jose Luiz, 291	250	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Avenida Flores da Cunha, 3677	-	LED	C1	-30,00124323	-50,15063154
Rua Padre Reus, 1555	100	VAPOR DE SODIO	C4	#N/D	#N/D
Rua Eleodoro Franzen, 848	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692

212

BELO HORIZONTE/MG

Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia, 30150-330
+55 31 3508 7375

NOVA LIMA/MG

Rua: Al. Oscar Niemeyer, nº 288
Vale do Sereno, 34006-049
+55 31 3542-5638

OUTROS ESCRITÓRIOS

Cuiabá/MT
Fortaleza/CE
Governador Valadares/MG

Rio de Janeiro/RJ
Salvador/BA
São Paulo/SP

Estudos de Engenharia - Contrato N° 2025053

Logradouro	Potência	Tecnologia	Classe	Latitude	Longitude
Rua Eleodoro Franzen, 624	100	VAPOR METALICO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Franca, 102	-	LED	C4	-30,00124323	-50,15063154
Rua Bolivia, 356	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154
Rua Pernambuco, 1657	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Xavantes, 263	-	LED	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Santa Catarina, 939	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99858219	-50,14548954
Rua Quarenta, 150	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Parque Janio, 682	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98464868	-50,12847692
Rua Parque Janio, 730	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692
Rua Octavio Rodolfo dos Santos, 1988	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Onze, 57	100	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Bruno Oscar Koetz, 1102	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Uruguai, 15	100	VAPOR DE SODIO	C5	-30,00124323	-50,15063154
Avenida A-Treze, 826	250	VAPOR DE SODIO	C4	-29,98309655	-50,12791065
Estrada -Osorio, 7790	70	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99858219	-50,14548954
Rua Vinte e Dois, 430	70	VAPOR DE SODIO	C4	-29,99329942	-50,12855543
Rua Manoel da Silva Mendes, 1418	-	LED	C3	-30,00124323	-50,15063154
Rua Dezesesseis	100	VAPOR DE SODIO	C3	-29,99329942	-50,12855543
Rua Lurdes de Lima Manito, 191	70	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00454801	-50,1777838
Rua Angelica DIDhl, 721	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98464868	-50,12847692
Rua Santo Cristo, 173	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Rua Sao Francisco de Assis, 537	150	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00842459	-50,16073847
Rua Sidnei Ferri, 837	70	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua Manoel da Silva Mendes, 1074	150	VAPOR DE SODIO	C5	-29,98309655	-50,12791065
Avenida Central, 443	-	LED	C3	-29,99858219	-50,14548954
Rua Hildebrando Pinheiro Veloso, 1304	100	VAPOR DE SODIO	C5	-29,99329942	-50,12855543
Rua A-Sete da Verbenas, 528	100	VAPOR DE SODIO	C4	-30,00124323	-50,15063154

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2026).

