



Projeto para Estruturação da PPP de Iluminação Pública de TEIXEIRA DE FREITAS/BA

Estudos de Engenharia



AS INFORMAÇÕES TRANSCRITAS NO PRESENTE RELATÓRIO POSSUEM CARÁTER NÃO-VINCULATIVO E COMPORTAM INTERPRETAÇÃO MERAMENTE INFORMATIVA E REFERENCIAL AO GESTOR PÚBLICO, FUNDADA NA ANÁLISE, POR CONSULTORES TÉCNICOS ESPECIALIZADOS, DE DOCUMENTAÇÃO PERTINENTE À MATÉRIA, EM ESPECIAL DA LEGISLAÇÃO E DE MAIS NORMATIVOS RESPECTIVOS, PARA EMBASAMENTO E FUNDAMENTAÇÃO DOS ESTUDOS ORA REALIZADOS. A PARTIR DESSA PREMISSA, CABE AO PRÓPRIO GESTOR AVALIAR SEU CONTEÚDO, DE MODO A MOTIVAR E INTEGRAR SUA DECISÃO PELA VIABILIZAÇÃO E CONCRETIZAÇÃO DO PROJETO DE INTERESSE.



Sumário

1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS	9
2.	MODERNIZAÇÃO E EFICIENTIZAÇÃO DO PARQUE DE IP	10
2.1.	PREMISSAS GERAIS DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA	11
2.2.	SOFTWARE PARA SIMULAÇÃO	13
2.3.	DIRETRIZES GERAIS PARA MODERNIZAÇÃO E EFICIENTIZAÇÃO	16
2.3.1.	PORTARIA INMETRO	16
2.3.2.	SELO PROCEL	16
2.3.3.	TEMPERATURA DE COR CORRELATA (TCC)	17
2.3.4.	POLUIÇÃO LUMINOSA, CLASSIFICAÇÃO CUT-OFF E BUG RATING	18
2.3.5.	INFORMAÇÕES OBTIDAS NO TRABALHO DE CAMPO	21
2.3.6.	CURVAS FOTOMÉTRICAS	22
2.3.7.	NORMA ABNT NBR 5101	23
2.4.	RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES LUMINOTÉCNICAS VIÁRIA	25
2.4.1.	DISTRIBUIÇÃO DE POSTEAÇÃO	26
2.4.2.	PREMISSAS PARA PARÂMETROS DE MONTAGEM	28
2.4.3.	ADEQUAÇÃO EM ÁREAS COM PONTOS ESCUROS	28
2.4.4.	ÁREAS DE DEMANDA REPRIMIDA	29
2.4.5.	TIPIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO	31
2.4.6.	RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES LUMINOTÉCNICAS VIÁRIA	33
2.4.7.	ASPECTOS ECONÔMICO-FINANCEIROS	36
2.4.8.	REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO ₂	37
2.5.	FAIXAS DE PEDESTRES	39
2.5.1.	REQUISITOS DE ILUMINAÇÃO PARA FAIXA DE PEDESTRES	39
2.5.2.	ESTUDO REFERENCIAL PARA FAIXAS DE PEDESTRES	39
2.6.	CICLOVIAS E CICLOFAIXAS	42
2.6.1.	REQUISITOS DE ILUMINAÇÃO PARA CICLOVIAS E CICLOFAIXAS	42
2.6.2.	ESTUDO REFERENCIAL PARA CICLOVIAS	43
3.	ILUMINAÇÃO ESPECIAL	45
3.1.	DIRETRIZES GERAIS	46
3.2.	DESCRITIVO DOS EQUIPAMENTOS PARA IE	47
3.3.	DIRETRIZES ESPECÍFICAS	48
3.3.1.	CATEDRAL DE SÃO PEDRO	49
3.3.2.	RUA GOURMET	51
3.3.3.	MERCADO MUNICIPAL DE TEIXEIRA DE FREITAS	52
3.3.4.	ROTATÓRIA DA MELANCIA	53
3.3.5.	AEROPORTO 09 DE MAIO	54
3.3.6.	ÁRVORE CENTENÁRIA (EM FRENTE A CHURRASCARIA LOS PAMPAS)	56
3.3.7.	PALMEIRAS IMPERIAIS NA AV. GETÚLIO VARGAS	57
3.3.8.	ACESSO FAZENDA DA CASCATA	58



3.3.9.	LETREIRO 'TEIXEIRA DE FREITAS'	59
4.	MODELO DE OPERAÇÃO	60
4.1.	MODELO DE GOVERNANÇA DA PPP DE IP	60
4.2.	FASES DO PROJETO	61
4.2.1.	FASE 0 – PRELIMINAR	61
4.2.2.	FASE 1 – TRANSIÇÃO	61
4.2.3.	FASE 2 – MODERNIZAÇÃO	62
4.2.4.	FASE 3 – OPERAÇÃO	62
4.3.	MODELO OPERACIONAL	62
4.3.1.	CADASTRO	63
4.3.2.	PLANOS OPERACIONAIS (POM, PM, PGRS E PDO)	63
4.3.3.	MODERNIZAÇÃO E EFICIENTIZAÇÃO	63
4.3.4.	IMPLANTAÇÃO DE TELEGESTÃO	63
4.3.5.	ILUMINAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PÚBLICOS LIVRES E DE DESTAQUE	64
4.3.6.	CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL (CCO)	64
4.3.7.	SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO	64
4.3.8.	SERVIÇOS DE PODA	65
4.3.9.	ESTRUTURA OPERACIONAL E ORGANIZACIONAL	65
4.3.10.	EXPANSÃO DA REDE MUNICIPAL DE IP	65
4.3.11.	DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES E DOCUMENTOS DA PPP	66
4.4.	PARQUE DE IP	67
5.	MODELO DE INVESTIMENTOS	68
5.1.	FASE 0 – PRELIMINAR (DESPESAS PRÉ-OPERACIONAIS)	68
5.2.	FASE 1 – TRANSIÇÃO (INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA)	69
5.3.	FASE 2 - MODERNIZAÇÃO E EFICIENTIZAÇÃO	71
5.3.1.	CUSTO MÉDIO DA LUMINÁRIA LED	72
5.3.2.	CUSTO MÉDIO DA TROCA DOS BRAÇOS	73
5.3.3.	CUSTO MÉDIO DA TROCA DOS CABOS E CONECTORES	73
5.3.4.	CUSTO MÉDIO DA TROCA DOS ITENS DE ACIONAMENTO E CONTROLE	74
5.3.5.	CUSTO MÉDIO TOTAL DA MODERNIZAÇÃO	74
5.4.	ADEQUAÇÃO EM ÁREAS COM PONTOS ESCUROS	75
5.5.	FAIXAS DE PEDESTRES	76
5.6.	CICLOVIAS	76
5.7.	ILUMINAÇÃO ESPECIAL	76
5.8.	NOVOS PONTOS DE IP	78
5.9.	RESUMO CAPEX	80
6.	MODELO DE CUSTOS E DESPESAS	81
6.1.	ESTRUTURA OPERACIONAL	81
6.1.1.	INTRODUÇÃO	81
6.1.2.	TAXA DE FALHA MENSAL DOS EQUIPAMENTOS	81
6.1.3.	CUSTO MÉDIO POR CHAMADO DE MANUTENÇÃO	82



6.1.4. EQUIPE DE VERIFICAÇÃO ATIVA (RONDAS)	83
6.2. PODA DE ÁRVORE	84
6.3. SISTEMA DE TELEGESTÃO, DE GESTÃO INTEGRADA E CALL CENTER	84
6.4. ESTRUTURA ADMINISTRATIVA	85
6.4.1. EQUIPE ADMINISTRATIVA	85
6.4.2. INSTALAÇÕES E UTILIDADES	86
6.5. SEGUROS E GARANTIAS	86
6.6. VERIFICADOR INDEPENDENTE	87
6.7. RESUMO OPEX	88
7. CUSTOS E DESPESAS DO PODER CONCEDENTE	89
7.1. CUSTOS COM ENERGIA ELÉTRICA	89
7.2. TAXA DE SERVIÇO ARRECADAÇÃO DA CIP/COSIP	92
7.3. INSTITUIÇÃO FINANCEIRA DEPOSITÁRIA	92
ANEXO I – INFORMAÇÕES DO TRABALHO DE CAMPO	93
ANEXO II – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS	94
8. ENCERRAMENTO	95



Índice de Figuras

Figura 1 – Diagrama da situação de atendimento normativo do município.....	12
Figura 2 – Características da montagem e distribuição	13
Figura 3 – Seleção de Luminárias	13
Figura 4 – Características das vias e calçadas.....	14
Figura 5 – Resultados da Simulação	15
Figura 6 – Visualização dos diferentes níveis para o IRC	17
Figura 7 – Visualização dos diferentes níveis para a TCC.....	18
Figura 8 – Mapeamento da poluição luminosa no Município.....	19
Figura 9 – Distribuição cutoff	19
Figura 10 – BUG Rating	20
Figura 11 – Parâmetros Dialux	22
Figura 12 – Planta Esquemática Posteação Unilateral.....	26
Figura 13 – Planta Esquemática Posteação Canteiro Central	26
Figura 14 – Planta Esquemática Posteação Bilateral Alternado.....	27
Figura 15 – Planta Esquemática Posteação Bilateral Frontal.....	27
Figura 16 – Vias com possível demanda reprimida	30
Figura 17 – Amostras levantadas.....	32
Figura 18 – Ilustração para iluminação de Faixas de Pedestres	40
Figura 19 – Estudo de Engenharia para Faixas de Pedestres	40
Figura 20 – Ilustração para iluminação de Ciclovias	43
Figura 21 – Estudo de Engenharia para Ciclovias	43
Figura 22 – Registro fotográfico - Catedral de São Pedro	49
Figura 23 – Potencial recebimento de IE - Catedral de São Pedro	50
Figura 24 – Registro fotográfico – Rua Gourmet.....	51
Figura 28 – Registro fotográfico - Mercado Municipal	52
Figura 30 – Registro fotográfico - Rotatória da Melancia	53
Figura 26 – Registro fotográfico - Aeroporto 09 de Maio	54
Figura 27 – Potencial recebimento de IE - Aeroporto 09 de Maio	55
Figura 31 – Registro fotográfico - Árvore Centenária	56
Figura 32 – Registro fotográfico - Palmeiras Imperiais na Av. Getúlio Vargas.....	57
Figura 32 – Registro fotográfico - Acesso Fazenda da Cascata	58
Figura 32 – Registro fotográfico - Letreiro ‘Teixeira de Freitas’	59
Figura 33 – Modelo de governança durante a execução da PPP	60
Figura 34 – Macro cronograma do contrato da PPP.....	61
Figura 35 – Participação dos grupos na composição do CAPEX.....	75
Figura 36 – Curva da Banheira.....	82



Índice de Tabelas

Tabela 1 – Premissas Gerais do Parque Atual	11
Tabela 2 – Distribuição de classes de iluminação para veículos no parque futuro	11
Tabela 3 – Percentuais de atendimento da norma ABNT NBR5101 no município.....	12
Tabela 4 – Premissas Gerais	21
Tabela 5 – Requisitos de Iluminância e Uniformidade	24
Tabela 6 – Pontos com grande distância entre pontos de IP	30
Tabela 7 – Demanda Reprimida	31
Tabela 8 – Resultado de engenharia da Rede de IP conforme intervenção necessária	33
Tabela 9 – Previsão de novos pontos para atendimento à pontos escuros.....	34
Tabela 10 – Resultado de engenharia.....	34
Tabela 11 – Quantidade de lâmpadas por faixa de potência.....	35
Tabela 12 – Resultado de engenharia por grupo	36
Tabela 13 – Quantidade de lâmpadas por faixa de potência.....	36
Tabela 14 – Atividades durante a modernização	37
Tabela 15 – Histórico Consumo Energia Elétrica e Emissão CO2	38
Tabela 16 – Redução Emissão CO2 pela PPP.....	38
Tabela 17 – Requisitos para Faixas de Pedestres	39
Tabela 18 – Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres.....	41
Tabela 19 – Estimativa quantidade de Faixas de Pedestres	41
Tabela 20 – Requisitos para Ciclovias e Ciclofaixas	42
Tabela 21 – Resultado de engenharia para Ciclovias.....	44
Tabela 22 – Dimensionamento Ciclovias para Instalação de IP	44
Tabela 23 – Bens para implementação de Iluminação Especial.....	45
<i>Tabela 24 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Catedral de São Pedro</i>	<i>49</i>
<i>Tabela 25 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE – Rua Gourmet</i>	<i>51</i>
<i>Tabela 27 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Mercado Municipal</i>	<i>52</i>
<i>Tabela 29 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE –Rotatória da Melancia.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabela 26 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Aeroporto 09 de Maio</i>	<i>54</i>
<i>Tabela 30 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Árvore Centenária</i>	<i>56</i>
Tabela 31 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Palmeiras Imperiais.....	57
Tabela 31 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Palmeiras Imperiais.....	58
Tabela 31 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Palmeiras Imperiais.....	59
Tabela 32 – Premissas do Projeto – Prazos.....	61
Tabela 33 – Quantitativo de Pontos de IP ao longo da PPP.....	67
Tabela 34 – Valores previstos de investimentos pré-operacionais	68
Tabela 35 – Investimento para reforma do(s) Imóvel(is).....	69
Tabela 36 – Mobiliário, Computadores e periféricos	70
Tabela 37 – Sistemas e Projetos	70
Tabela 38 – Infraestrutura Civil / Mobiliário / Tecnologia da Informação / Operacional.....	71
Tabela 39 – Faixa de Potência e seus respectivos custos para o Parque Modernizado.	72
Tabela 40 – Composição do custo da instalação de braço de IP.	73
Tabela 41 – Composição do custo da instalação de Cabos e Conectores.....	74
Tabela 42 – Composição do custo da instalação de acionamentos.	74
Tabela 43 – Valores unitários médios previstos de investimento para modernização	74
Tabela 44 – Valor unitário de investimento para pontos escuros.....	75



Tabela 45 – Valor unitário de investimento para Faixa de Pedestres	76
Tabela 46 – Valor unitário de investimento para Ciclovias	76
Tabela 47 – Resumo valores dos investimentos por projeto de Iluminação Especial	77
Tabela 48 – Investimento para Expansão em poste e rede compartilhada	78
Tabela 49 – Investimento para Expansão em poste compartilhado e rede exclusiva	79
Tabela 50 – Investimento para Expansão em poste e rede exclusivos	79
Tabela 51 – Investimento para Expansão em EPL	79
Tabela 52 – Resumo dos custos de Expansão	80
Tabela 53 – Valores de investimentos (CAPEX)	80
Tabela 54 – Taxa de Falha Mensal dos equipamentos	81
Tabela 55 – Custo médio para atendimento de chamado	82
Tabela 56 – Custo Médio por atendimento de Chamado (Material e Serviço)	83
Tabela 57 – Custos Mensais por Equipe de Ronda	83
Tabela 58 – Custos Mensais com serviços de Poda de Árvores e coleta dos resíduos	84
Tabela 59 – Custos Mensais com Sistema de Telegestão, de Gestão Integrada e Call Center	85
Tabela 60 – Despesa Mensal com Salário da Equipe Não-Operacional	85
Tabela 61 – Despesas Gerais e Administrativas (R\$)	86
Tabela 62 – Lista de Seguros e Garantias	86
Tabela 63 – Premissas de Custos dos Seguros e Garantias	87
Tabela 64 – Despesa Mensal com Verificador Independente	88
Tabela 65 – Valores de custos e despesas (OPEX)	88
Tabela 66 – Adicional Bandeira Tarifária (sem impostos)	90
Tabela 67 – Histórico Bandeira Tarifária	90
Tabela 68 – Custo Anual de Energia Elétrica com IP	91

1. Considerações Gerais

Este relatório apresenta o estudo de engenharia para a rede de Iluminação Pública de Teixeira de Freitas/BA, contendo os elementos referenciais de engenharia e a precificação dos investimentos (CAPEX) e custos operacionais (OPEX) envolvidos. Este produto irá apresentar:

- Modernização e Eficientização
 - Projetos referenciais de engenharia com a descrição das soluções de engenharia e tecnologia adotadas;
 - Proposta para a expansão do parque de IP a fim de se atender à demanda reprimida, novas demandas, pontos escuros, incluindo proposição de mecanismo para gestão da expansão do parque.
- Iluminação Especial
 - Proposta de projeto referencial de iluminação cênica para cada um dos bens públicos selecionados;
- Modelo de Operação
 - Visão geral dos serviços a serem prestados pela Concessionária, incluindo o escopo de modernização e efficientização, sistema de telegestão, iluminação especial, manutenção, entre outros;
- Modelo de Investimentos
 - Premissas para cada linha de investimento (CAPEX) para execução dos serviços no escopo da PPP;
- Modelo de Custos e Despesas
 - Premissas para cada linha de custo operacional (OPEX) para execução dos serviços no escopo da PPP.

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

Salienta-se, ademais, que **os estudos e levantamentos ora apresentados consistem em documentos meramente indicativos com caráter referencial, sendo, destarte, de responsabilidade das Licitantes a realização de seus próprios estudos para formatação de suas respectivas Propostas, quando do procedimento licitatório.**



2. Modernização e Eficientização do Parque de IP

Os serviços de modernização e eficientização têm como objetivo adequar a rede de iluminação pública atual aos parâmetros luminotécnicos mínimos exigidos nas normas vigentes, bem como a instalação de soluções que elevem o Índice de Reprodução de Cor (IRC) e a promoção da redução de consumo de energia dos pontos modernizados.

- **Modernização:** Os pontos de iluminação pública cujos parâmetros luminotécnicos forem atualizados aos requisitos da ABNT NBR 5101:2018, obtendo, para esses pontos, o IRC mínimo de 70;
- **Eficientização:** Os pontos de iluminação pública modernizados em que sejam instaladas soluções que resultem em redução da carga instalada.

Ao longo deste tópico serão apresentadas as premissas e diretrizes utilizadas para a projeção da futura rede de iluminação pública do município com a implementação da PPP. Um dos principais resultados deste item será obtido através do cálculo da meta de eficientização energética da rede de IP, ou seja, **qual será a redução na carga instalada da rede de IP após a substituição das lâmpadas atuais por lâmpadas com uma tecnologia superior**, como o LED. A redução no consumo de energia elétrica em IP do município é a principal premissa que suporta a viabilidade econômico-financeira do projeto.

Deve-se ressaltar que as premissas e demais informações apresentadas neste relatório, sob aspectos de engenharia e outros, devem ser consideradas como referenciais e não vinculantes para desenvolvimento futuro dos projetos de modernização e eficientização da rede de IP pela Concessionária.

2.1. Premissas Gerais da Rede de Iluminação Pública

Nesta seção é apresentada uma visão geral da rede de IP no Município, a qual foi apresentada de forma detalhada no relatório de Situação Técnico-Operacional. As principais fontes de informações para os dados abaixo foram o cadastro de IP disponibilizado pelo Município e o trabalho de campo. As premissas gerais consideradas para as simulações e para o projeto de engenharia são apresentadas ao longo deste item.

Tabela 1 – Premissas Gerais do Parque Atual

Premissa	Valor
Quantidade Total de Pontos de IP	17.510
Quantidade de Pontos de IP em Vias V1/V2/V3	2.846
Quantidade de Pontos de IP em EPL (Equipamento Público Livre)	566
Quantidade de Pontos de IP em Outras Vias (V4 e V5)	14.098
Carga Média Atual por Ponto de IP [W]	138,06 W
Carga Total (MW)	2,371 MW

Fonte: Cadastro de IP e trabalho de vistorias em campo. Elaboração: Omatic (2023)

Com relação à distribuição dos pontos de IP do parque segundo a classe de iluminação para vias de veículos, os resultados apresentaram a seguinte proporção:

Tabela 2 – Distribuição de classes de iluminação para veículos no parque futuro

Classe de Iluminação de Veículos	Quantidade	% do parque de IP
V1	1.423	8,4%
V2	247	1,5%
V3	1.176	6,9%
V4	1.369	8,1%
V5	12.729	75,1%
TOTAL	16.944	100%

Fonte: Cadastro de IP e trabalho de vistorias em campo. Elaboração: Omatic (2023)

Outro resultado do trabalho de campo foi a avaliação da situação atual de iluminação do parque de IP em relação à normatização amplamente utilizada no Brasil, a ABNT NBR 5101:2018. O resultado do trabalho indicou que um percentual muito significativo do parque de IP está defasado quanto ao atendimento da ABNT NBR 5101:2018, de modo que as soluções que serão propostas no cenário futuro

deverão compensar essa questão, uma vez que, mantendo a tecnologia atual, a carga instalada deveria ser superior para que todas as vias estejam aderentes aos parâmetros da Norma.

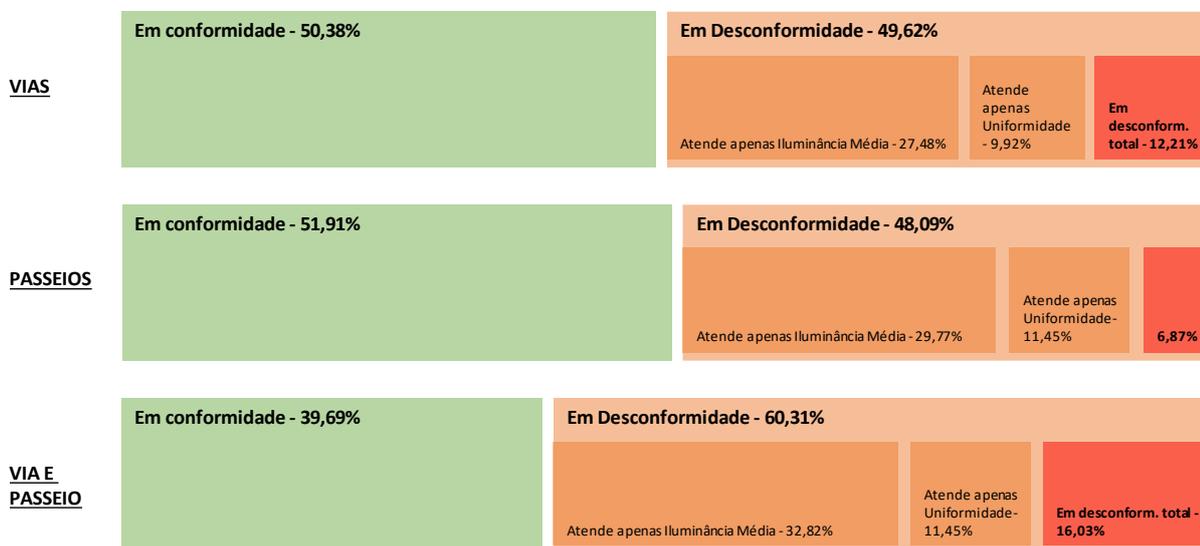
Em relação ao atendimento dos requisitos de iluminância e uniformidade para as classes de iluminação das vias de veículos e das vias de pedestre, tem-se os resultados apresentados na tabela a seguir:

Tabela 3 – Percentuais de atendimento da norma ABNT NBR5101 no município

Premissa	Vias Veículos	Vias Pedestres	Geral (Veículos + Pedestres)
Em conformidade	50,38%	51,91%	39,69%
Em desconformidade	49,62%	48,09%	60,31%
<i>Atende apenas Iluminância Média</i>	<i>27,48%</i>	<i>29,77%</i>	<i>32,82%</i>
<i>Atende apenas Uniformidade</i>	<i>9,92%</i>	<i>11,45%</i>	<i>11,45%</i>
<i>Em desconformidade total</i>	<i>12,21%</i>	<i>6,87%</i>	<i>16,03%</i>

Fonte: Vistoria em campo. Elaboração: Omatic (2023)

Figura 1 – Diagrama da situação de atendimento normativo do município



Fonte: Elaboração Omatic (2023)

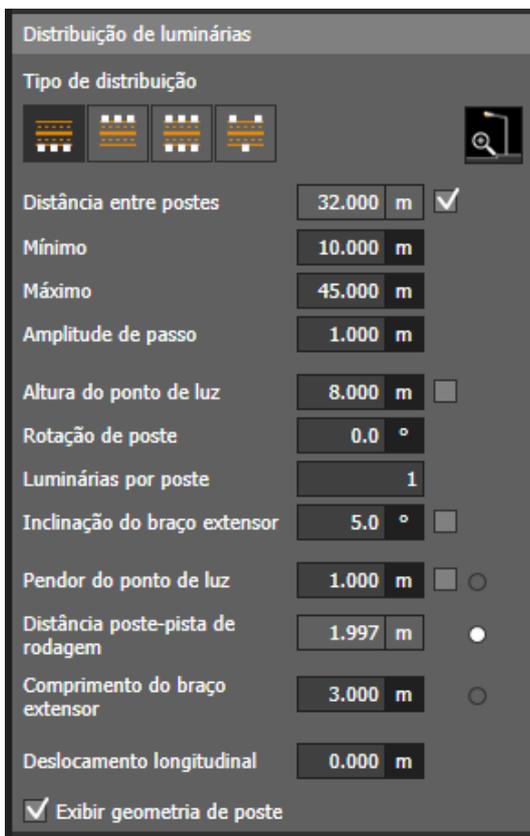
Como esperado, há mais casos de conformidade quando analisados via e passeios separadamente. Quando analisados conjuntamente, algumas vias estudadas foram rebaixadas para uma das desconformidades previstas, inclusive no caso “Atende apenas a Iluminância Média”. Isso acontece no caso em tela, o que explica o aumento dessa desconformidade na análise conjunta do que nos casos analisados separadamente.

2.2. Software para Simulação

Para identificar a melhor solução para modernização e efficientização da rede de IP do município, faz-se necessária a utilização de software de simulação com o objetivo de assegurar o atendimento aos principais índices de iluminação exigidos na Norma ABNT NBR 5101/2018.

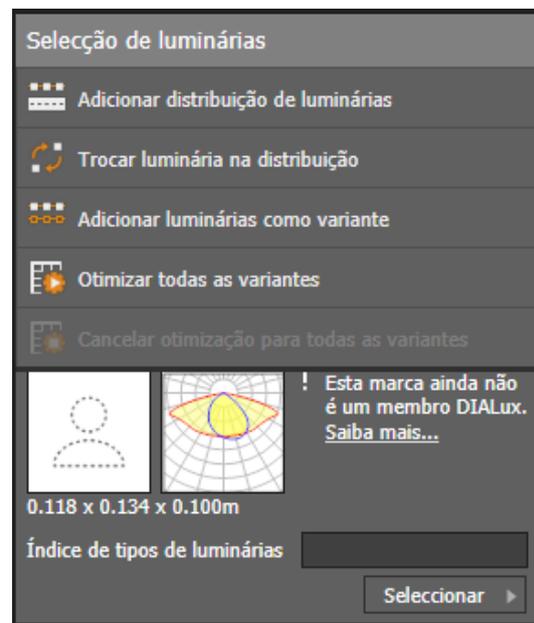
Foi utilizado o software *Dialux* para condução dos estudos e simulações relacionados à modernização e efficientização do parque de IP. O *Dialux* é atualmente padrão da indústria para simulação luminotécnica, disponibilizado em 25 idiomas e possuindo mais de 750.000 usuários¹. No sistema podem ser inseridos possíveis cenários, informando-se as características da via, calçadas e os parâmetros de montagem do ponto de IP (distância entre postes, altura da luminária, projeção horizontal etc.), que em conjunto com as possíveis soluções de tecnologia para as luminárias LED (curvas fotométricas), apresentam como resultado os índices de iluminação para cada cenário, contendo o valor médio de iluminância (E_m) e a uniformidade (U_o).

Figura 2 – Características da montagem e distribuição



Fonte: Dialux. Elaboração: Omatic (2023).

Figura 3 – Seleção de Luminárias



Fonte: Dialux. Elaboração: Omatic (2023).

¹ De acordo com o site oficial do software, disponível em <https://www.dialux.com/en-GB/>

Figura 4 – Características das vias e calçadas

The image shows a software interface for configuring street and sidewalk parameters. It is divided into several sections:

- Ruas**: A list of actions including "Gerar nova rua", "Duplicar geometria de rua", "Duplicar rua com distribuição de luminárias", "Criar um novo campo de avaliação", and "Eliminar campo de avaliação selecionado".
- Rua ativa**: Fields for "Nome" (empty), "Padrão" (EN 13201:2015), and "Avaliação energética segundo o IPEA*/IPEI*" (checkbox).
- Perfil da rua**: A list of profile elements: "Calçada 1 (P2)", "Calha", and "Calçada 2 (P2)".
- Elemento de perfil ativo**: Fields for "Nome" (Calçada 1 (P2)), "Largura" (2.000 m), and "Altura" (0.100 m).
- Campo de avaliação**: Fields for "Nome" (Calçada 1 (P2)), "Classe de iluminação" (C4), "Pontos de trama" (Automático and Quantidade), "Quantidade X" (17), and "Quantidade Y" (1).

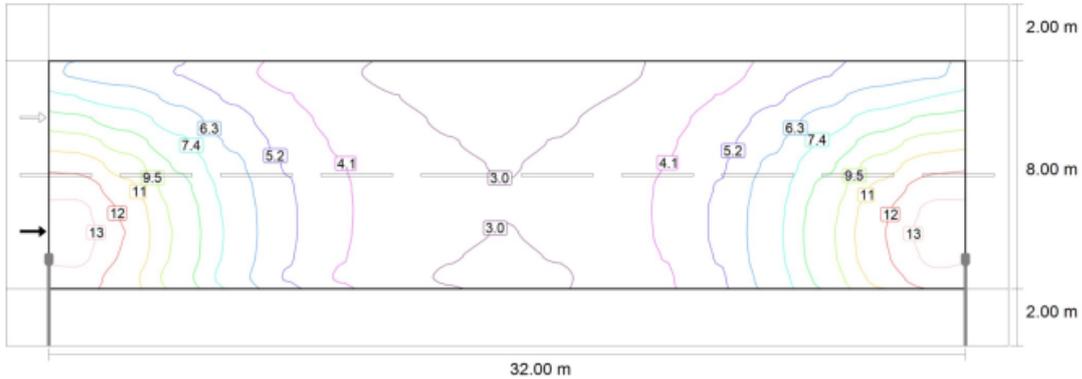
Fonte: Dialux. Elaboração: Omatic (2023).

Figura 5 – Resultados da Simulação

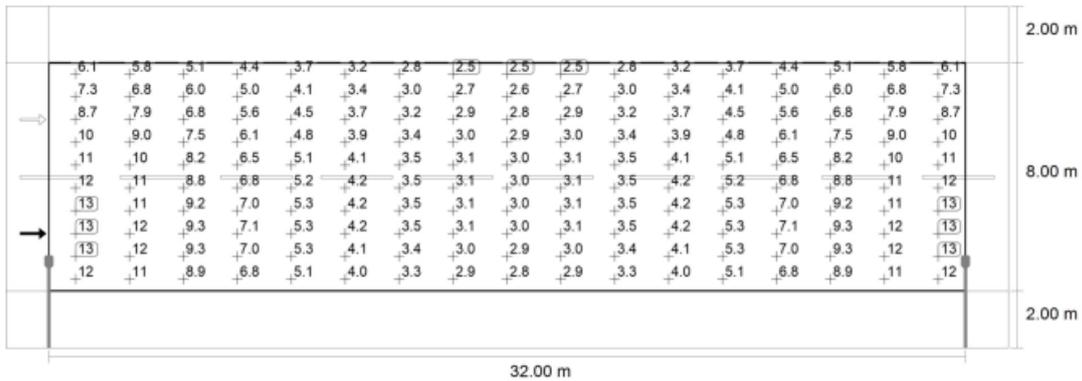
Resultados para o campo de avaliação

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check
Calha (C5)	$E_m^{(2)}$	6.00 lx	≥ 5.00 lx	✓
	$U_0^{(2)}$	0.41	≥ 0.20	✓

(2) Valor nominal alterado pelo planeador, em desvio à norma



Valor de manutenção de iluminância horizontal [lx] (Linhas de isolux)



Fonte: Dialux. Elaboração: Omatic (2023).

2.3. Diretrizes Gerais para Modernização e Eficientização

As lâmpadas de tecnologia LED estão sendo implementadas nos parques de IP de todo o Brasil, tendo em vista que, em comparação com outras tecnologias (vapor de sódio, vapor metálico etc.), a escolha representa inúmeras vantagens. Apesar de o investimento inicial ser superior, a opção garante ao parque lâmpadas com maior vida útil; menor impacto ambiental (lâmpadas 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 a escolha traz maior viabilidade ao projeto e vantagens sob as perspectivas técnico-operacional e econômico-financeira, os Estudos de Engenharia preveem, para o parque de IP do município, a implementação de luminárias LED.

2.3.1. Portaria INMETRO

A Portaria nº 62 do INMETRO (substituindo e revogando a Portaria nº 20) estabelece requisitos técnicos da qualidade e os requisitos de avaliação da conformidade para luminárias para a iluminação pública viária, as quais as Luminárias LED consideradas no Estudo de Engenharia são enquadradas.

Esta Portaria estabelece alguns requisitos mínimos para Luminárias LED:

- Eficiência Energética maior ou igual 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).

A Portaria nº 20, que contempla o conteúdo originário da Portaria nº 62, foi publicada em 17 de fevereiro de 2017, de modo que suas definições não estão integralmente aderentes ao atual mercado de Luminárias LED, que apresentou grandes evoluções nos últimos anos.

As exigências para as Luminárias LED no Contrato da PPP, não estarão apenas limitadas aos níveis mínimos da Portaria do INMETRO, mas também buscam uma atualização conforme as práticas atuais de mercado, sendo assegurada a ampla concorrência e o fornecimento dos melhores produtos disponíveis para o Município. Deste modo, as especificações mínimas consideradas no Estudo de Engenharia, e integralmente atendidas por diversos fornecedores do mercado foram:

- Eficiência Energética maior ou igual a 130 Lúmens/Watt;
- Vida-útil mínima de 60.000 horas.

2.3.2. Selo PROCEL

O Selo PROCEL de Economia de Energia, é um produto elaborado pelo Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL), cujo objetivo é identificar os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética, motivando o mercado consumidor a adquirir equipamentos que sejam mais eficientes.

Nesse contexto, os fornecedores de luminárias LEDs, devem comprovar por meio de relatórios de ensaios elaborados por um dos laboratórios indicados pelo PROCEL e 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.

Além do que, as luminárias LED devem apresentar eficiência energética declarada e medida superior a 110 lm/W, fluxo luminoso inicial superior a 95% do fluxo luminoso nominal declarado pelo fornecedor, potência total medida deve ser de mais ou menos 10%, da que fora declarada, e a temperatura de cor correlata nominal declarada deve estar entre 2700K e 5000K. 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, ou conjunto, de fontes luminosas.

A Portaria nº 62 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 a luz natural. Para tal, é recomendado no item 4.2.7.1 que o IRC seja maior ou igual a 70. Portanto, no Estudo 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 6 – Visualização dos diferentes níveis para o IRC



Fonte: [O que é Índice de Reprodução de Cores \(IRC\)? - Clique Arquitetura.](#)

2.3.3. Temperatura de Cor Correlata (TCC)

A temperatura de cor, temperatura aparente da cor ou temperatura de cor correlata, emitida através de uma fonte luminosa, é uma grandeza luminotécnica que expressa a tonalidade da cor de luz obtida. A unidade de medida é o Kelvin (K) e na prática, quanto maior o grau expresso, a tonalidade da luz será mais branca (fria) e quanto menor, mais amarelada (quente).

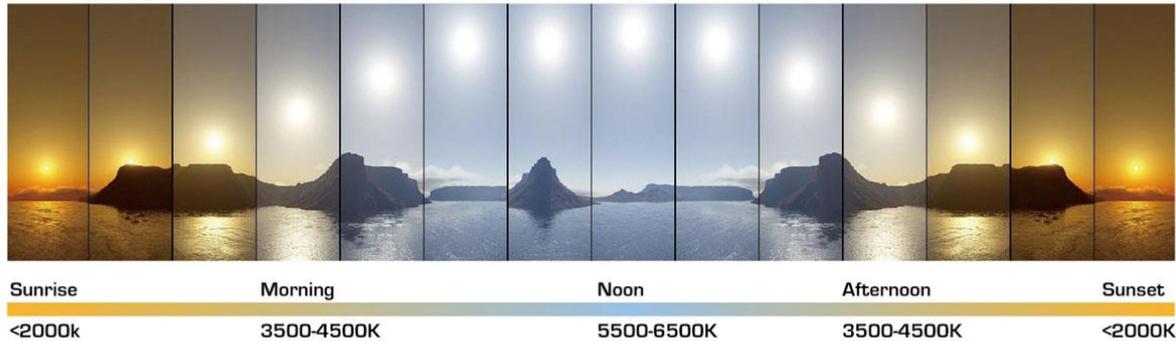
Para o projeto, foram avaliadas luminárias com TCC nas faixas de 3.000K e 4.000K, portanto em tom mais quente que a “luz branca natural”, ou seja, aquela que é emitida pelo sol em céu aberto ao meio-dia, cuja temperatura de cor é de 5.000K ou superior.

Há alguma controvérsia sobre as recomendações de utilização da TCC, esse estudo considera a recomendação de que nas vias de médio e baixo fluxo (Vias Locais, majoritariamente) sejam instalados equipamentos com TCC de 3.000K ou inferior, enquanto nas vias de alto fluxo (Vias Principais: V1, V2, V3) TCC de 4.000K.

Diversas normativos internacionais já trazem como exigência a instalação de equipamentos com TCC de até 3.000K em vias públicas. Os principais motivos quanto a esta proposta são:

- Aos cuidados com a saúde pública da população;
- À promoção de maior sensação de conforto do espaço público promovendo a sua ocupação e, consequentemente, maior segurança.

Figura 7 – Visualização dos diferentes níveis para a TCC



Fonte: : [O que é a temperatura da cor? - Instaarts.](#)

2.3.4. Poluição Luminosa, Classificação Cut-off e BUG Rating

De acordo com a ABNT NBR 5101:2018 a poluição luminosa pode ser entendida como “o desperdício de energia, provocado por luminárias, instalações e projetos ineficientes e mal elaborados”. Devem ser adotadas estratégias que minimizem a poluição luminosa e os possíveis impactos ambientais pela iluminação pública no Município.

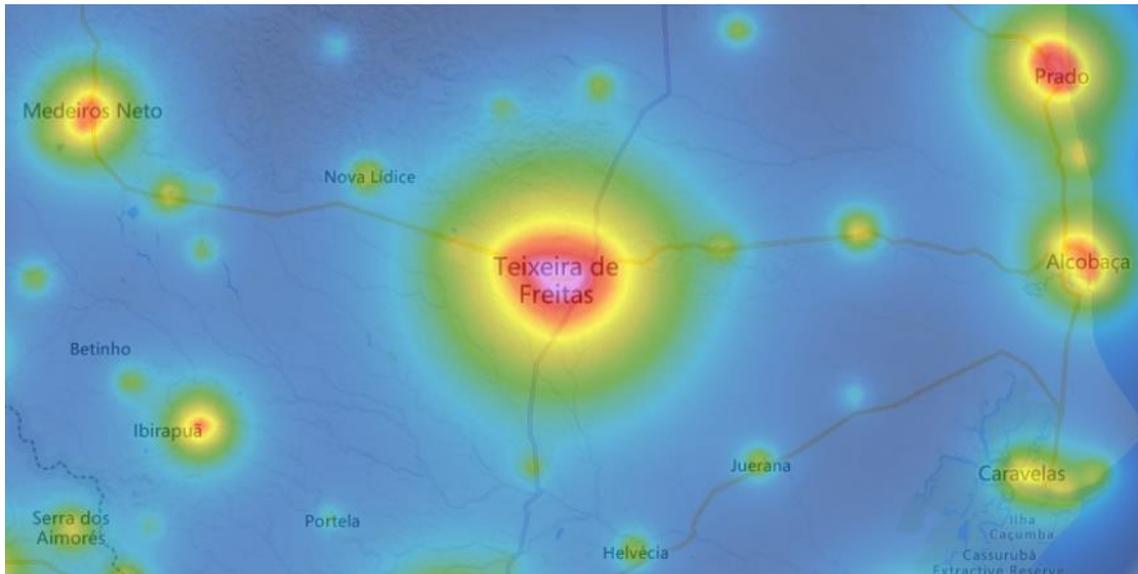
Os efeitos produzidos por projetos superdimensionados ou sem o correto controle de dispersão de luz podem acarretar iluminação inadequada e mal utilizada, com potenciais prejuízos ao conforto dos usuários do espaço público e dos edifícios lindeiros, à capacidade de observação do céu noturno (estudos astronômicos) e à fauna e flora urbana.

Propõe-se fazer uso de iluminação que gere baixa emissão de luz acima do eixo horizontal, visando respeitar a fotometria indicada e gerar uma iluminação compatível com as restrições ambientais do entorno, priorizando o conforto humano e a visibilidade noturna.

Deve ser destacado que as luminárias utilizadas em lâmpadas de tecnologias convencionais (vapor de sódio e vapor metálico, por exemplo) não trazem o melhor direcionamento possível para o fluxo luminoso, e um projeto luminotécnico com Luminária LED facilita o direcionamento do fluxo luminoso, permitindo que apenas os locais necessários sejam iluminados.

Na Figura a seguir é possível verificar os níveis de poluição luminosa no Município:

Figura 8 – Mapeamento da poluição luminosa no Município

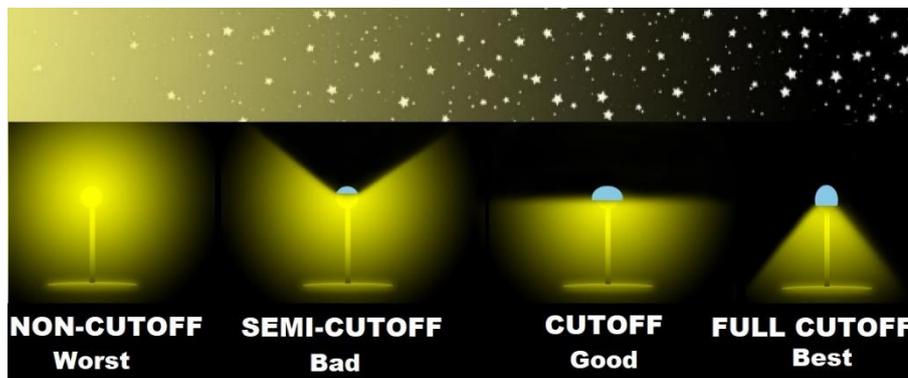


Fonte: www.lightpollutionmap.info

Nas revisões vigentes das normas de iluminação pública nacional, a classificação que indica o escape ascendente de fluxo luminoso e, conseqüentemente, o impacto gerador de poluição luminosa, traz as seguintes características:

- a) **Distribuição totalmente limitada (full cut-off):** quando a intensidade luminosa acima de 90° é nula e a intensidade luminosa acima de 80° não excede 10% dos lúmens nominais da fonte luminosa empregada. Isto se aplica a todos os ângulos verticais em torno da luminária.
- b) **Distribuição limitada (cut-off):** quando a intensidade luminosa acima de 90° não excede 2,5% e a intensidade luminosa acima de 80° não excede 10% dos lúmens nominais da fonte luminosa empregada. Isto se aplica a todos os ângulos verticais em torno da luminária.
- c) **Distribuição semilimitada (semi cut-off):** quando a intensidade luminosa acima de 90° não excede 5% e a intensidade luminosa acima de 80° não excede 20% dos lúmens nominais da fonte luminosa empregada. Isto se aplica a todos os ângulos verticais em torno da luminária.
- d) **Distribuição não limitada (non cut-off):** quando não há limitação de intensidade luminosa na zona acima da máxima intensidade luminosa.

Figura 9 – Distribuição cutoff



Fonte: <https://www.blancocountynightssky.org/guidelines.php>

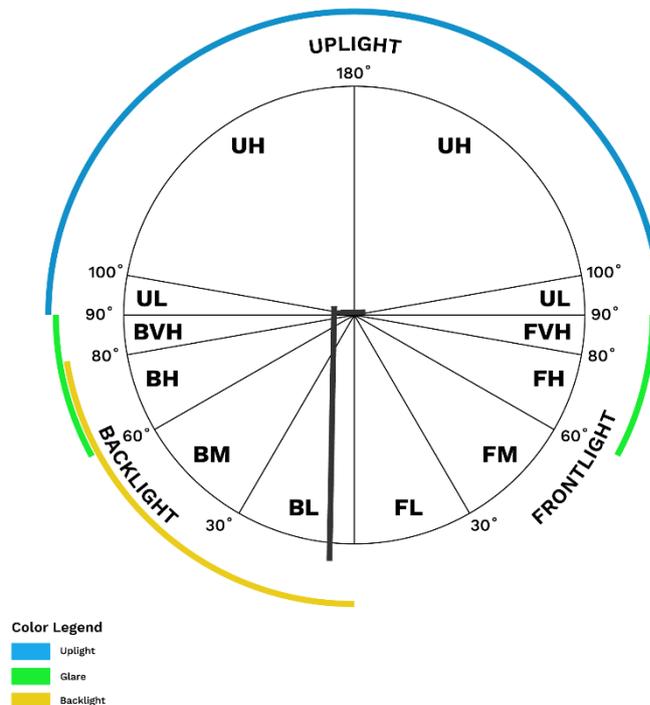
Essa classificação tem experimentado evoluções, sendo que as luminárias modernas têm uma classificação "BUG" que descreve a distribuição de luz em termos de distribuição traseira (*backlight*), distribuição ascendente (*uplight*) e de ofuscamento (*glare*).

Nessa classificação, a distribuição indesejada que representa o desperdício e poluição luminosa, é definido pelo termo *uplight* (ou luz ascendente, em tradução livre), apresentando distribuição entre os ângulos verticais de 90° a 180° e ao redor de toda a luminária. Essa classificação é subdividida em duas classificações secundárias:

- **Uplight Low (UL):** Percentual de lumens entre os ângulos verticais de 90° e 100° graus e ao redor de toda a luminária. Seu principal impacto será na percepção de poluição quando observado de longas distâncias.

- **Uplight High (UH):** Percentual de lumens entre os ângulos verticais de 100° e 180° graus e ao redor de toda a luminária. Seu impacto será na percepção de poluição mesmo quando observado em distâncias curtas.

Figura 10 –BUG Rating



Fonte: <https://www.firstlighttechnologies.com/solar-light-blog/lighting-fundamentals-bug-ratings/>

Como exemplo da aplicação da Classificação BUG, vamos supor uma luminária LED de 80W, com uma eficiência de aproximadamente 170lm/W e a seguinte distribuição de lúmens:

Tabela 4 – Premissas Gerais

Backlight	Lumens
BL	450
BM	980
BH	350
BVH	20
Uplight	
UL	0
UH	0
Glare/Forward Light	
FL	2000
FM	6000
FH	3750
FVH	50

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Aplicando as tabelas de classificação, percebe-se que a luminária de exemplo teria a classificação: **B1 U0 G2**, ou seja, com alguma distribuição traseira (*backlight*), sem distribuição acima dos 90° (*uplight*) e com ofuscamento mediano.

2.3.5. Informações obtidas no trabalho de campo

Os parâmetros da simulação têm como fonte as informações disponíveis no cadastro de IP fornecido pela Prefeitura do município e/ou no Inventário da distribuidora de energia, assim como as informações coletadas por meio do trabalho de vistoria em campo.

Conforme apresentado no Relatório da Situação Técnico-Operacional, o trabalho de campo foi realizado a partir de uma amostra de pontos de IP obtida de forma aleatória, conforme previsto na Norma ABNT NBR 5426 na rede de IP do município, assegurando que os pontos avaliados representassem uma amostra significativa do parque completo e, portanto, os resultados obtidos nessa amostra podem ser projetados para todo o parque.

As informações coletadas por meio do trabalho de vistoria em campo permitiram a obtenção das características das vias do município e dos parâmetros de montagem nos pontos de IP, os quais serão utilizados para desenvolvimento das simulações luminotécnicas no *software Dialux*.

Nesse contexto, são considerados como parâmetros fixos, aqueles que não podem ser alterados ou de elevado custo e complexidade para ajuste:

- Tipo de posteação;
- Distância entre postes;
- Recuo (distância poste-pista);
- Quantidade de Faixas;
- Largura da Via;
- Largura da Calçada;

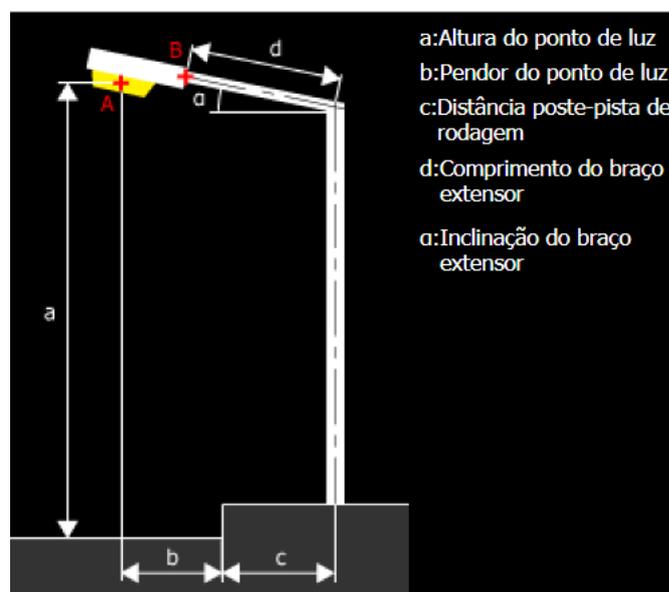
- Classe de Iluminação de Veículos (ABNT NBR 5101:2018);
- Classe de Iluminação de Pedestres (ABNT NBR 5101:2018).

Por sua vez, os parâmetros a seguir são considerados variáveis, tendo em vista a maior flexibilidade e o menor custo:

- Altura de montagem da luminária;
- Projeção Horizontal do braço;
- Ângulo de ataque (Inclinação) da luminária;
- Curvas fotométricas das luminárias de LED.

Os parâmetros coletados em campo foram utilizados para a definição de cada simulação no Dialux, conforme representação a seguir:

Figura 11 – Parâmetros Dialux²



Fonte: Dialux Evo.

2.3.6. Curvas Fotométricas

As curvas fotométricas, por definição, são as curvas de distribuição da intensidade luminosa de uma fonte em diversas direções no espaço. Cada fonte luminosa possui uma curva particular de distribuição de luz. A forma como a luminária projeta essa distribuição de luz de uma determinada fonte, é apresentada por meio dessas curvas fotométricas, a qual impacta diretamente nos resultados dos indicadores luminotécnicos, tendo em vista o fluxo luminoso, sua direção e intensidade.

Como a curva fotométrica é particular de cada luminária no mercado, variando de acordo com o fabricante, potência, modelo e posicionamento das lentes, foram coletados junto aos principais fornecedores de luminárias LEDs do mercado, as curvas fotométricas que foram utilizadas nas simulações do Estudo de Engenharia.

Os resultados de iluminância sobre as curvas fotométricas são impactados pelo fator de manutenção das fontes luminosas. O fator definido representa o desempenho da lâmpada ao final da sua vida útil

² Para simulação no Dialux, o tamanho do braço (*boom length*) é igual à 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*)

sendo informado pelo fabricante da lâmpada e caracterizado pelo percentual a ser aplicado no desempenho das fontes luminosas considerando a sua depreciação ao longo do tempo. Com o objetivo de garantir o atendimento aos níveis de iluminância e uniformidade especificados ao longo de toda a vida útil da fonte luminosa, este fator é considerado na avaliação dos resultados das simulações, tendo como referência o valor indicado pelo próprio fabricante.

Adicionalmente, foi avaliada a ABNT NBR 5101:2018, a qual define no tópico 5.5.2:

“5.2.2 A fim de manter estes valores recomendados de iluminância, devem ser adotados esquemas de manutenção que estejam pelo menos iguais aos assumidos no projeto de instalação da iluminação. A eficiência das lâmpadas na data de substituição pode ser determinada pelos dados publicados pelos fabricantes.”

2.3.7. Norma ABNT NBR 5101

Conforme detalhado no relatório de Situação Técnico-Operacional, a Norma ABNT NBR 5101:2018 (“NBR 5101”) é o documento que regulamenta a iluminação de vias públicas, estabelecendo os requisitos mínimos, de modo a proporcionar segurança ao tráfego de veículos e pedestres. Os principais indicadores são relacionados aos seguintes requisitos:

- **Iluminância Média Mínima [Emed]:** representa a quantidade de luz que atinge uma área da superfície, aferida em lux (lx). O nível de iluminância é calculado a partir da média aritmética das medições em um plano horizontal no vão entre dois postes.
- **Fator de Uniformidade Mínimo [U]:** representa a homogeneidade da luz que atinge uma área da superfície. O nível de uniformidade é calculado a partir da razão entre o valor mínimo e o valor médio dos níveis de iluminância medidos em um plano horizontal no vão entre dois postes.

Para o desenvolvimento dos estudos de engenharia e realização das simulações luminotécnicas, foram considerados os seguintes requisitos, conforme as classes de iluminação da via (V – Veículos e P - Pedestres):

Tabela 5 – Requisitos de Iluminância e Uniformidade

Classe de Iluminação	Iluminância Média Mínima [E _{med,min} (lux)]	Fator de Uniformidade Mínimo [U = E _{mín} / E _{med}]
VIAS		
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0,2
V5	5	0,2
PASSEIOS		
P1	20	0,3
P2	10	0,25
P3	5	0,2
P4	3	0,2

Fonte: ABNT NBR 5101:2018. Elaboração: Omatic (2023)

2.4. Resultados das Simulações Luminotécnicas Viária

Considerando todas as premissas e diretrizes previamente apresentadas, por meio do *software Dialux*, foi realizada a simulação com todos os pontos de IP das vistorias do trabalho de campo, considerando as diferentes curvas fotométricas recebidas dos fornecedores para luminárias LED de diversos modelos e potências.

Como resultado do Estudo de Engenharia, será obtida uma comparação da situação atual frente à projeção futura da rede de IP do município, assegurando o atendimento aos níveis de iluminância e uniformidade definidos para as Classes de Iluminação de Veículos (V) e Pedestres (P) com a menor potência possível. Entretanto, considerando as características existentes no município, a solução final para cada cenário simulado terá um diferente impacto técnico (meta de eficiência energética) e econômico-financeiro (investimentos e custos).

Para o estudo de engenharia, é aplicada a seguinte metodologia:

1ª Opção (Viária): Substituição da luminária:

Se apenas a substituição da luminária for suficiente para atender aos requisitos necessários, o projeto luminotécnico considera apenas essa substituição, a partir da luminária LED de menor potência (W) que atenda a todos os requisitos. Se não for suficiente, avalia-se a próxima opção.

2ª Opção (Viária): Alteração do braço utilizado

Se a substituição do braço de IP, em conjunto com a substituição por luminária mais eficiente, for suficiente para atender aos requisitos necessários, o projeto luminotécnico considera estes ajustes. Se não for suficiente, avalia-se a próxima opção.

3ª Opção (Viária): Ajuste da altura de instalação

Se a elevação ou redução da altura de instalação, associada ao uso de uma nova luminária, for suficiente para o enquadramento normativo, o projeto luminotécnico considera estes ajustes. Se não for suficiente, avalia-se a próxima opção.

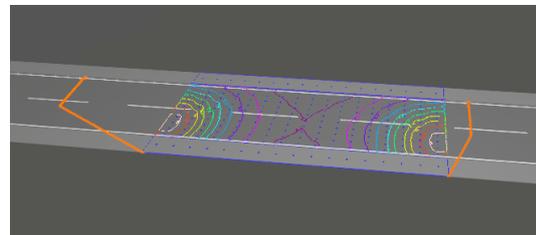
4ª Opção (Viária): Adição de novos pontos de IP:

Neste caso, será previsto: (i) reajuste de vãos entre postes existentes; ou (ii) reorganização da distribuição dos postes. Esta alteração na configuração da rede de IP será dada, como referência, pela instalação de um novo poste exclusivo para IP.

2.4.1. Distribuição de Posteação

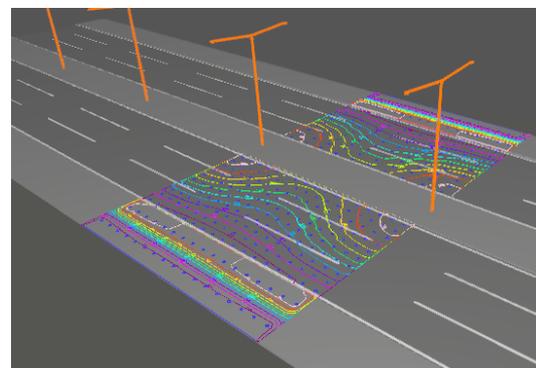
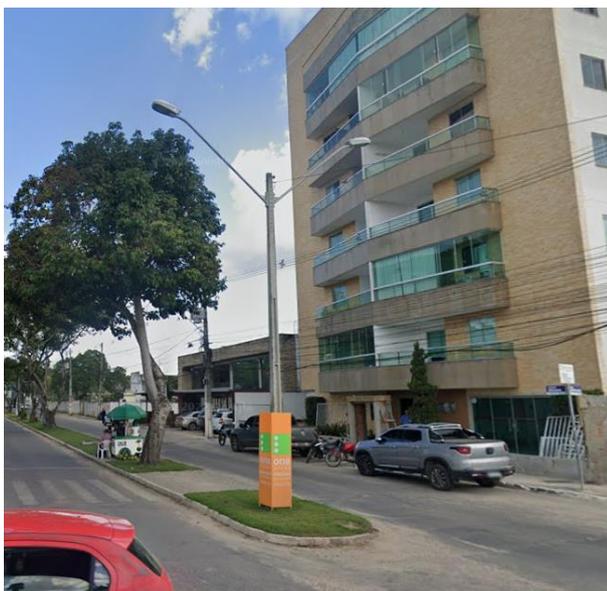
Assim como apresentado acima, as plantas esquemáticas a seguir apresentam os modelos para simulação de acordo com o tipo de posteação:

Figura 12 – Planta Esquemática Posteação Unilateral



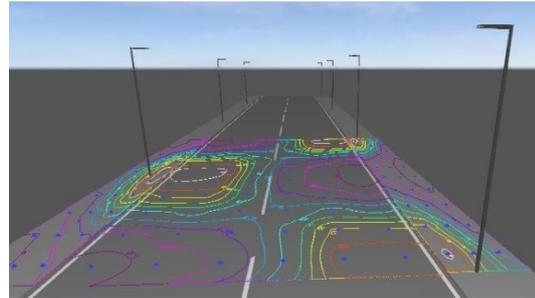
Fonte: Levantamento de campo e Dialux. Elaboração: Omatic (2023)

Figura 13 – Planta Esquemática Posteação Canteiro Central



Fonte: Google Maps e Dialux. Elaboração: Omatic (2023)

Figura 14 – Planta Esquemática Posteação Bilateral Alternado



Fonte: Google Maps e Dialux. Elaboração: Omatic (2023)

Figura 15 – Planta Esquemática Posteação Bilateral Frontal



Fonte: Google Maps e Dialux. Elaboração: Omatic (2023)

2.4.2. *Premissas para Parâmetros de Montagem*

Conforme previamente descrito, as configurações relacionadas à largura da via, largura da calçada, distância entre os postes, tipo de posteamento e distância entre poste e via foram consideradas como fixas devido à significativa complexidade para ajuste (seriam necessárias mudanças na via, fugindo do escopo do concessionário) ou devido à necessidade de maior investimento (adição/modificação de postes, cujo investimento é superior quando comparado às demais soluções). Os parâmetros de altura da luminária e projeção do braço foram considerados variáveis, pois podem ser mais facilmente ajustados de acordo com a necessidade, desde que respeitados os limites descritos a seguir.

As alterações de altura foram restritas de modo a não ocorrer impactos na rede de energia elétrica (parte superior do poste) ou nas redes de telefonia e internet (parte intermediária do poste). Para alterações da altura da luminária e na projeção do braço, foram propostos ajustes de braço segundo a disponibilidade de diferentes comprimentos e formatos de braços no mercado, sendo aplicado o limite de braços com até 3,5 metros, quando necessários para maximização da meta de eficiência e otimização do projeto.

2.4.3. *Adequação em áreas com Pontos Escuros*

Para alguns pontos de IP, mesmo com os possíveis ajustes no ângulo de instalação, na altura de montagem da luminária e/ou no tamanho de braço instalado, não é possível identificar uma solução a partir de uma luminária LED que atenda aos parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018.

Essa situação pode ocorrer por diversos motivos, mas tipicamente acontece por conta de trechos entre postes (vãos) acima da média e/ou altura de instalação incompatível com a largura da calha e passeio.

Esse estudo diferencia o atendimento de pontos escuros do atendimento de demanda reprimida da seguinte forma:

- (a) **Atendimento de pontos escuros:** vias em que ocorrem eventualmente a necessidade de um vão ser estudado (caracterizados por vãos grandes, mas inferiores a 60m), podendo ou não resultar na instalação de 1 (um) ponto intermediário.
- (b) **Demanda Reprimida:** vias que contam com pontos em lugares específicos, sem que necessariamente tenham relação com o ponto anterior ou posterior, caracterizado por vãos superiores a 60m, ou que não sejam atendidas por iluminação pública, mesmo havendo imóveis conectados à rede de energia elétrica.

É observada a majoritariedade das vias de baixo fluxo e locais, ou seja, são muitas vias residenciais entrecortadas por poucas vias de maior hierarquia. Esse tipo de vias cria restrições para a escolha da luminária, uma vez que há uma dificuldade natural em alterar significativamente a altura de instalação e o aumento indiscriminado da potência levará a um problema de uniformidade (“zebramento”).

Portanto, admite-se que há uma distância limite entre postes que permite o atendimento sem necessariamente a adição de ponto extra. Esse estudo considera a distância de 60m, tendo em vista todos os resultados luminotécnicos obtidos no âmbito desse projeto.

Ter esse limite o mais aderente com a realidade local, permite que os concorrentes possam precificar os custos de atendimento de pontos escuros de forma consciente, reduzindo a precificação de riscos adicionais com o uso de parâmetros mais amplos.



Dessa forma, pode-se entender os pontos escuros como todos aqueles pontos que, apesar de seus vãos (anterior ou posterior) serem inferiores a 60m, não apresentam solução luminotécnica simples para o atendimento normativo.

Em outras palavras, são os pontos em que instalados em região com vãos inferiores a 60m, mas que a troca da luminária, mesmo com o ajuste em ângulo, altura de montagem da luminária e/ou no tamanho de braço instalado, é insuficiente nas simulações que subsidiaram a solução paradigma em nível de anteprojeto.

O valor esperado para esses casos será exposto na análise dos resultados das simulações. É parte das obrigações do futuro concessionário o atendimento integral da adequação de pontos escuros durante o período de modernização, não cabendo pleito para consumo de banco de pontos ou cotas de expansão.

2.4.4. *Áreas de Demanda Reprimida*

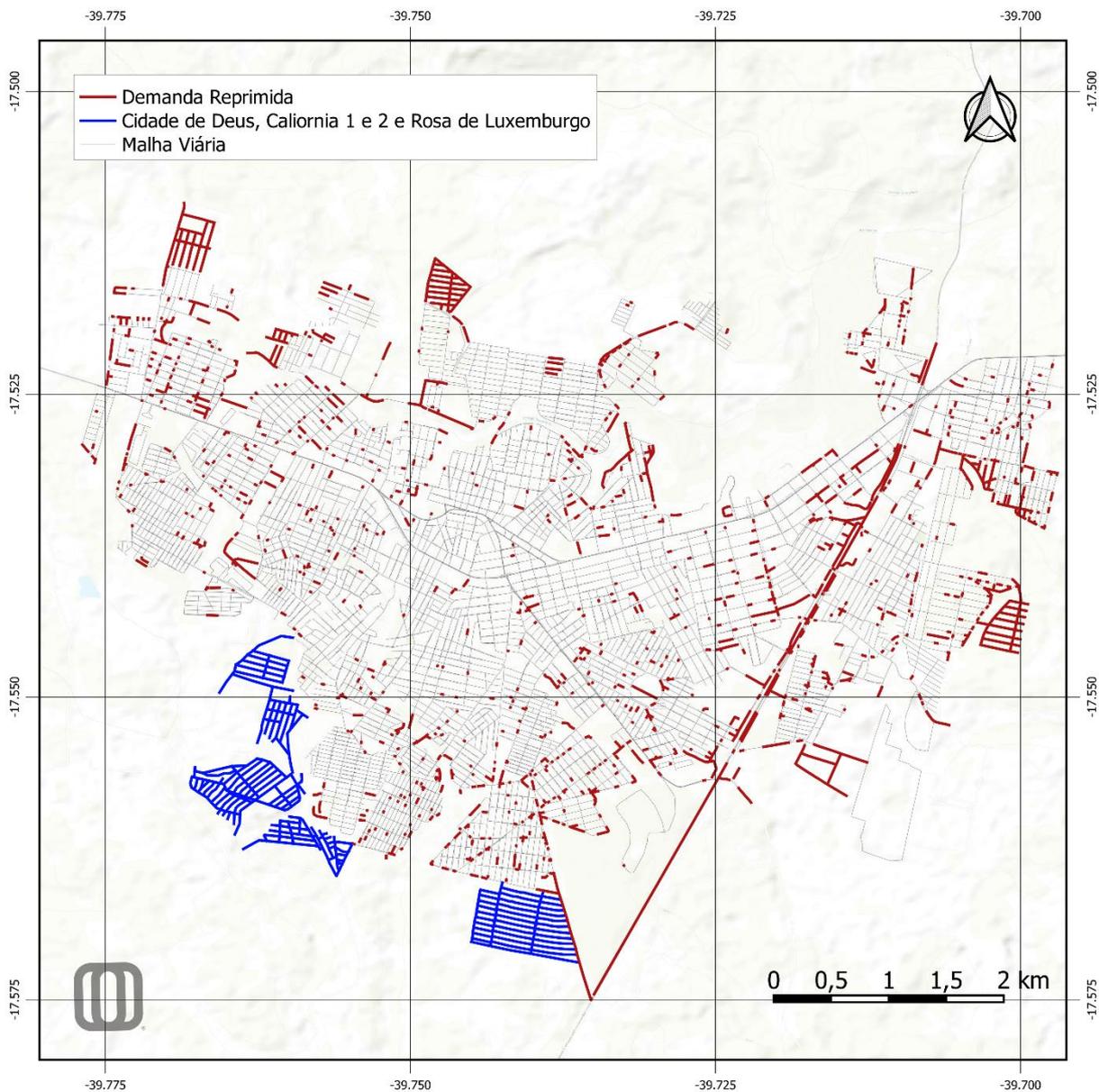
Conforme descrito acima, esse estudo considera demanda reprimida os pontos que apresentam trechos contíguos extensos sem iluminação pública com demanda de usuários. Nesses casos, a solução prevista é a instalação de um novo ponto de IP pela Concessionária de Iluminação Pública, para reduzir a distância entre postes e viabilizar uma solução que atenda aos requisitos normativos.

Em avaliação prévia, considerando a dificuldade em atender **trechos superiores a 60 metros**, atestada pelas simulações luminotécnicas realizadas, identificou-se os trechos com alta probabilidade de necessidade de instalação de pontos extras, não obstante, seja permitido (e incentivado) o estudo pela futura concessionária de soluções alternativas, como a utilização de equipamentos especiais e conjuntos fotométricos diferenciadas.

Foi possível identificar esses trechos a partir da análise de cobertura limite de IP, que consiste na projeção de raios de cobertura individualizados para cada ponto do cadastro e a identificação dos trechos da malha viária que não contam com a cobertura de nenhum ponto cadastrado.

O mapa a seguir apresenta os trechos viários que compõem a demanda reprimida do parque e que comporão parcela da futura expansão sob responsabilidade da concessionária de IP.

Figura 16 – Vias com possível demanda reprimida



Fonte: Elaboração Omatic (2023)

De acordo com o levantamento feito por essa consultoria, são esperados os seguintes adicionais de pontos para atendimento dos trechos de possível demanda reprimida:

Tabela 6 – Pontos com grande distância entre pontos de IP

Classe IP	Trechos	Extensão (m)	Pontos Estimados
V1	2	5.375	308
V2	1	113	3
V3	28	3.772	108
V4	36	4.397	126
V5	649	30.773	879
TOTAL	716	44.430	1.424

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

As vias com maior impacto de demanda reprimida (Tabela 7), deverão ser atendidas durante a fase de modernização e são listadas a seguir:

Tabela 7 – Demanda Reprimida

Logradouro	Classe IP	Extensão com Dem. Rep.	Pontos Estimados
BR101	V1	5.350	306
Av. Mal. Hermes da Fonseca (bilateralidade ou canteiro central)	V3	1.645	45
Av. Sesc	V3	759	22
Av. Amor Perfeito	V3	694	20
R. Joao Trinta	V3	396	11
Av. Galaxia	V3	325	9
R. Pedro Alvares dos Santos	V3	269	8
R. Nova Venecia	V4	1512	43
R. Coreia do Sul	V4	602	17
Av. Uirapuru	V4	552	16
R. Eng. Roberto P. de Almeida	V4	295	8
Av. das Nações	V4	259	7
Total		12.658	512

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Os demais pontos constantes na **Tabela 6** e não tratados na **Tabela 7** serão considerados como expansão do parque de IP e Os pontos indicados nesse capítulo deverão ser atendidos de acordo com a definição da prefeitura ao longo do contrato, devendo ser emitida Ordem de Serviço para aqueles selecionados no momento que for mais conveniente à prefeitura. Seu atendimento consumirá o banco de pontos ou cotas de expansão.

Os pontos relacionados na **Tabela 7 – Demanda Reprimida**, entretanto, deverão ser atendidos ao longo da Fase de Modernização do parque, nos meses iniciais da concessão.

2.4.5. Tipificação dos Cenários de Simulação

Conforme sustentação anterior, certas características são de difícil implantação de mudanças, como as características das vias (largura), dos passeios/calçadas (largura) e da implantação do poste (distância entre poste e via, distância entre poste, topologia). Outras são de alteração de complexidade média (altura de instalação, projeção horizontal do braço), bem como existe aquelas de fácil implementação (ajuste de ângulo, potência e curva fotométrica – traduzida pela substituição das luminárias e utilização de adaptadores de ângulos integrados ou não).

Do ponto de vista das simulações, entretanto, podemos classificar as características como de esperada grande variabilidade (distância entre postes), de desejada uniformidade (projeção horizontal dos braços e altura de instalação) e de baixa variabilidade (largura da calha, largura do passeio, distância entre poste e via, classe IP da Via, classe IP do Passeio, topologia).

Dessa forma, essa consultoria utiliza a estratégia de tipificação de simulações, ou seja, cria-se para todos os pontos a ser simulado um código (SIM.CODE) com a formação conforme exemplos a seguir:

V1_UL_6.0(L)_0.0(CC)_0.0(E) -- P2_3.0(L) -- 8.0(H)_1.5(PH)_0.5(R)

Nesse caso significa: Via de classe V1, topologia (ou posteação) Unilateral, 6.0m de calha (distância entre os meios-fios), sem canteiro central, sem estacionamentos, passeio classe P2 com 3.0m de largura, Altura de Instalação de 8.0m, projeção horizontal do braço de 1.5m e 0.5m de Recuo (Distância entre poste e via).

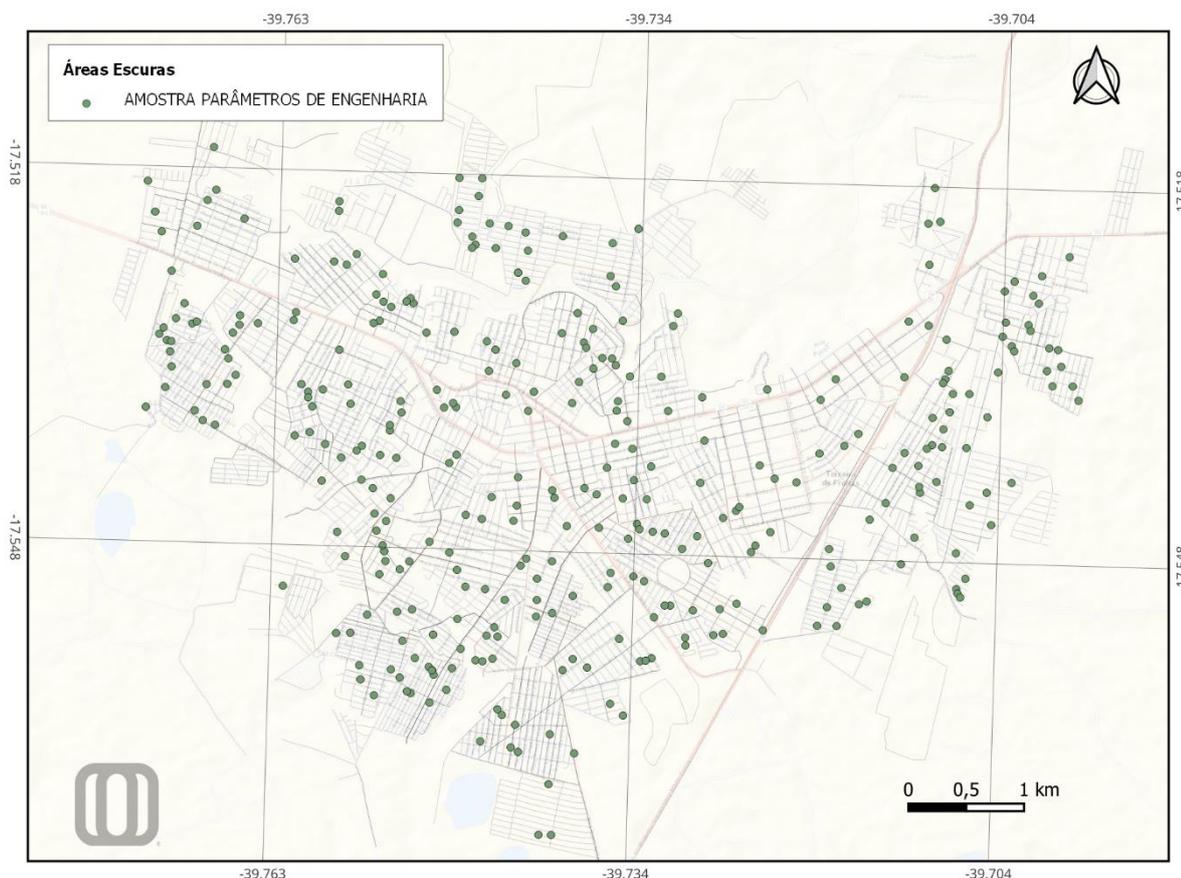
V4_UL_8.0(L)_0.0(CC)_0.0(E) – P4_2.0(L) -- 7.0(H)_2.5(PH)_1.0(R)

Nesse caso significa: Via de classe V4, topologia (ou posteação) Unilateral, 8.0m de calha (distância entre os meios-fios), sem canteiro central, sem estacionamentos, passeio classe P4 com 2.0m de largura, Altura de Instalação de 7.0m, projeção horizontal do braço de 2.5m e 1.0m de Recuo (Distância entre poste e via).

Observar que o parâmetro de grande variabilidade, que é a distância entre postes, não entra na equação, pois será exatamente a variável testada com apoio do Dialux e software próprio da Omatic Consultoria.

O projeto de Teixeira de Freitas teve os seguintes pontos levantados:

Figura 17 – Amostras levantadas



Fonte: Elaboração Omatic (2023)

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

2.4.6. Resultados das Simulações Luminotécnicas Viária

Com o objetivo de otimizar o nível de eficiência para o parque futuro de IP, considerou-se na análise de engenharia a modificação de parâmetros de montagem variáveis (altura da luminária e tamanho do braço), proporcionada pela substituição do braço limitado a até 3,5 metros de projeção horizontal e aumento ou redução da altura da luminária em no máximo 1,0 metro, para os pontos em que esta alteração resultou em redução da potência projetada para a luminária LED, em comparação com a situação sem ajustes destes parâmetros de montagem variáveis.

Os resultados para a variação dos parâmetros de montagem considerados no estudo de engenharia são apresentados nas tabelas a seguir.

Importante frisar que o ajuste de ângulo de instalação é considerado em todas as hipóteses, visto que pode ser obtido tanto pelo uso de adaptadores quanto já vir integrado nas luminárias de diferentes fabricantes.

Além da eventual alteração do ângulo, a primeira hipótese de otimização testada é a substituição do braço, em especial aqueles cuja projeção horizontal é de 1 (um) metro ou menos. Essa escolha se deveu pois, apesar de poder se reaproveitar o braço e atender o padrão normativo, a mudança de altura de instalação pode provocar uma série de inconvenientes relacionados com a rede de baixa tensão e com o roteamento de cabos de fibra óptica verificada no município.

Portanto, caso a substituição do braço não seja o suficiente, a hipótese testada na sequência é a alteração apenas da altura de instalação. Caso essa alteração também não seja suficiente, é testada a hipótese de combinar a substituição de braço com a alteração da altura.

Os resultados podem ser observados na tabela a seguir:

Tabela 8 – Resultado de engenharia da Rede de IP conforme intervenção necessária

INTERVENÇÃO	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Média
Somente ajuste de ângulo	58,95%	55,86%	51,23%	55,35%
Somente substituição do braço	5,25%	5,86%	5,25%	5,45%
Somente alteração de altura	24,38%	27,78%	16,67%	22,94%
Substituição do braço e alteração de altura	11,42%	10,49%	26,85%	16,26%
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Destaca-se que, portanto, espera-se, em média, **a substituição de braços em 21,71% dos casos**, que é a soma das hipóteses “Somente substituição do braço” e “Substituição do braço e alteração de altura”. Da mesma forma, é esperado que, em média, **39,20% dos casos necessitem algum ajuste de altura**.

Pontos em Áreas Escuras

Além dos ajustes de parâmetros detalhados acima, o estudo de engenharia também apresenta cenários em que, mesmo com vãos inferiores aos 60 metros, não apresentaram solução possível de atendimento à ABNT NBR 5101:2018 sem que haja acréscimo de ponto intermediário com as simulações deste estudo em nível de anteprojeto.

Nesses locais, poderão ser instalados previstos novos pontos de IP a serem instalados pela Concessionária de Iluminação Pública, durante a modernização do parque de IP, incluindo como exemplo a instalação de postes exclusivos, ou outras soluções como a substituição de braços simples por duplos.

É importante frisar que a implantação de novos pontos com esta finalidade não está relacionada à expansão da rede de IP, mas sim à atividade de modernização e efficientização, portanto, não consomem banco de crédito ou cota de expansão.

A partir das simulações de engenharia, foi possível estimar a demanda por novos pontos que devem tenderem ser instalados para eliminar os pontos escuros nas soluções paradigma adotadas nas simulações.

Tabela 9 – Previsão de novos pontos para atendimento à pontos escuros

Novos Pontos em Áreas Escuras	% Novos Pontos em “Áreas Escuras”
Fornecedor A	3,09%
Fornecedor B	4,32%
Fornecedor C	4,94%
Média Fornecedores	4,12%

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Todos estes novos pontos devem seguir as diretrizes definidas para a modernização da rede existente, contemplando a instalação das luminárias LED e garantindo o atendimento dos níveis previstos na ABNT NBR 5101:2018 para a via.

Nível de Eficiência

A tabela a seguir apresenta o percentual de efficientização, a potência média futura e a efficientização projetada, para a rede de IP do município conforme amostra analisada:

Tabela 10 – Resultado de engenharia

Resultado	Carga Média por ponto (W)	Meta de Efficientização³(%)
Amostra (Trabalho de Campo)	119,0 W	-
Média Fornecedores	64,6 W	45,69%
<i>Fornecedor A</i>	62,7 W	47,27%
<i>Fornecedor B</i>	65,3 W	45,11%
<i>Fornecedor C</i>	65,8 W	44,70%

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Ressalta-se que os pontos de IP para expansão (crescimento vegetativo e demanda reprimida) não são considerados no percentual de efficientização, pois consistem em demandas variáveis que não serão, obrigatoriamente, executadas periodicamente conforme o quantitativo previsto. Além disso, a

³Efficientização calculada utilizando as informações da amostra, e já considerando os pontos a serem implantados para corrigir “áreas escuras”.



potência média das lâmpadas instaladas pode variar de acordo com os parâmetros e a classificação das vias em que forem instaladas.

Para garantir, no entanto, que as luminárias adicionadas possuam grau de eficiência compatível com o restante da rede de IP modernizada, será exigida eficiência mínima de 150 lúmens / watt para as novas luminárias. Será necessário também que as luminárias atendam aos parâmetros de desempenho luminotécnico de uniformidade e de iluminância conforme as classes de iluminação (veículos e pedestres) para a via em que os equipamentos serão instalados.

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 11 – Quantidade de lâmpadas por faixa de potência

Faixa de Potência (W)	Forn. A	Forn. B	Forn. C	Média
Até 30W	22,22%	20,37%	18,83%	20,47%
31W – 50W	13,27%	14,81%	16,36%	14,81%
51W – 70W	53,70%	44,75%	44,44%	47,63%
71W – 90W	2,16%	11,73%	12,65%	8,85%
91W – 110W	7,72%	6,17%	5,56%	6,48%
111W – 130W	0,31%	1,54%	0,31%	0,72%
131W – 150W	0,31%	0,00%	1,23%	0,51%
151W – 180W	0,31%	0,62%	0,62%	0,51%
181W – 210W	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
+210W	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

2.4.7. Aspectos Econômico-financeiros

Os resultados apresentados são referentes a todo o parque de IP, mas para que seja possível o desenvolvimento de análises na modelagem econômico-financeira quanto à distribuição dos pontos de IP por classes de iluminação, faseamento da etapa de modernização, entre outros aspectos, na tabela a seguir são apresentados os resultados acima de forma segregada entre os principais grupos.

Tabela 12 – Resultado de engenharia por grupo

Parâmetro	Todas as Vias	Vias Principais (V1, V2, V3)	Outras Vias (V4 e V5)
Carga Média por Ponto de IP	119,0 W	221,8 W	113,7 W
Meta de Eficientização	45,69%	61,0%	44,0%
Substituição do Braço	21,71%	0,00%	22,84%
Regulagem de Altura	39,20%	6,25%	40,91%
Novos Pontos em “Áreas Escuras”	4,12%	10,42%	3,79%

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

A mesma divisão descrita na tabela anterior foi calculada para a distribuição das Luminárias LED por faixa de potência, conforme apresentado a seguir:

Tabela 13 – Quantidade de lâmpadas por faixa de potência

Faixa de Potência (W)	Todas as Vias	Vias Principais (V1, V2, V3) e EPL	Outras Vias (V4 e V5)
Até 35W	20,47%	4,17%	21,32%
50W	14,81%	8,33%	15,15%
70W	47,63%	37,50%	48,16%
90W	8,44%	18,75%	7,90%
110W	6,89%	25,00%	5,95%
130W	0,72%	0,00%	0,76%
150W	0,51%	0,00%	0,54%
180W	0,51%	6,25%	0,22%
210W	0,00%	0,00%	0,00%
+210W	0,00%	0,00%	0,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Como serão muitas atividades durante o prazo de modernização, é importante deixar claro como se dará e se contabilizará cada uma delas:

Tabela 14 – Atividades durante a modernização

Atividade	Quantidade	Cota de Expansão
Substituição de luminárias com finalidade viária, com ou sem ajustes diversos	16.607	Não entra
Substituição de luminárias de EPLs, com ou sem ajustes diversos	566	Não entra
Áreas Escuras (vãos <60m) - Estimada	831	Não entra
Demanda Reprimida - Viária	512	Não entra
Demanda Reprimida – Faixa de Pedestre	343	Não entra
Demanda Reprimida – Ciclovia	500	Não entra
Demanda Reprimida – Iluminação Especial	356	Não entra
Tamanho do Parque ao fim da Modernização	18.368	-
Potencial de Expansão	1.218	Entra
Crescimento Vegetativo - Estimada	1,50% a.a.	Entra
Tamanho do Parque ao fim do Contrato - Estimado	27.228	-

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

2.4.8. Redução das Emissões de CO₂

Um fator de suma importância que deve ser destacado, que incorpora um relevante benefício com a implementação da PPP de IP no Município é a redução na emissão de gases de efeito estufa, especificamente o CO₂.

Por meio das atividades de modernização e efficientização da rede de IP estima-se expressiva redução no consumo de energia elétrica no Município, conforme detalhado nesse documento. Esta redução na necessidade de geração de energia elétrica resulta em direta correlação com a menor emissão de gases de efeito estufa.

Para estimativa do potencial de redução na emissão de CO₂ com a implementação da PPP, foram avaliados dados históricos dos últimos 29 meses, já divulgados, que correlacionam a emissão de CO₂ ao consumo de energia:

Tabela 15 – Histórico Consumo Energia Elétrica e Emissão CO₂

Período	Fator Médio Mensal (tCO ₂ /MWh)		
	2021	2022	2023
Janeiro	0,1164	0,0732	0,0292
Fevereiro	0,0820	0,0503	0,0238
Março	0,0673	0,0406	0,0296
Abril	0,0764	0,0216	0,0340
Mai	0,0883	0,0280	0,0295
Junho	0,1491	0,0441	-
Julho	0,1634	0,0419	-
Agosto	0,1743	0,0457	-
Setembro	0,1699	0,0491	-
Outubro	0,1786	0,0471	-
Novembro	0,1484	0,0402	-
Dezembro	0,1029	0,0294	-

Fonte: Dados divulgados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. [Clima \(mctic.gov.br\)](https://clima.mctic.gov.br). Acesso em 20/07/2023.

Considerando os valores detalhados na tabela acima 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:

Tabela 16 – Redução Emissão CO₂ pela PPP

Parâmetro	Valor
Consumo Mensal Energia Elétrica do PIP atual sem modernização [MWh]	711,7
Consumo Mensal Energia Elétrica do PIP atual modernizado [MWh]	324,7
Redução Mensal no Consumo do Parque de IP [MWh]	387,0
Fator Médio – últimos 30 meses [tCO ₂ /MWh]	0,0750
Redução Mensal da Emissão de CO ₂ [tCO ₂]	29,02
Redução Anual da Emissão de CO₂ [tCO₂]	348,2

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

2.5. Faixas de Pedestres

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, de modo a promover maior segurança das pessoas e motoristas quando da circulação nas vias públicas em horário noturno.

2.5.1. Requisitos de Iluminação para Faixa de Pedestres

Para iluminação das Faixas de Pedestres, seguindo as melhores práticas de normas nacionais e internacionais, será exigido o atendimento ao índice de iluminância vertical, a qual representa a quantidade de luz que atinge no sentido longitudinal a área da faixa de pedestre, aferida em lux (lx). O nível de iluminância vertical é calculado a partir da média aritmética das medições, a 1,5 metros do piso, em um plano longitudinal ao longo do comprimento da faixa de pedestre.

Os níveis exigidos para a iluminação média mínima vertical variam conforme a classe de iluminação de veículos da via:

Tabela 17 – Requisitos para Faixas de Pedestres

Classe de Iluminação	Iluminância Média Mínima Vertical
V1	22,50
V2	20,00
V3	20,00
V4	20,00
V5	20,00

Fonte: Elaboração Omatic, com base em normas de iluminação pública (2023).

Em relação ao indicador da Temperatura de Cor Correlata (TCC), com o objetivo de despertar a atenção dos motoristas para a faixa de pedestres, é recomendado que a TCC da iluminação das travessias seja oposta à da via. Deste modo, para as Vias Principais a TCC das Faixas de Pedestres seria de 3.000 K e nas Vias Locais de 4.000 K.

2.5.2. Estudo Referencial para Faixas de Pedestres

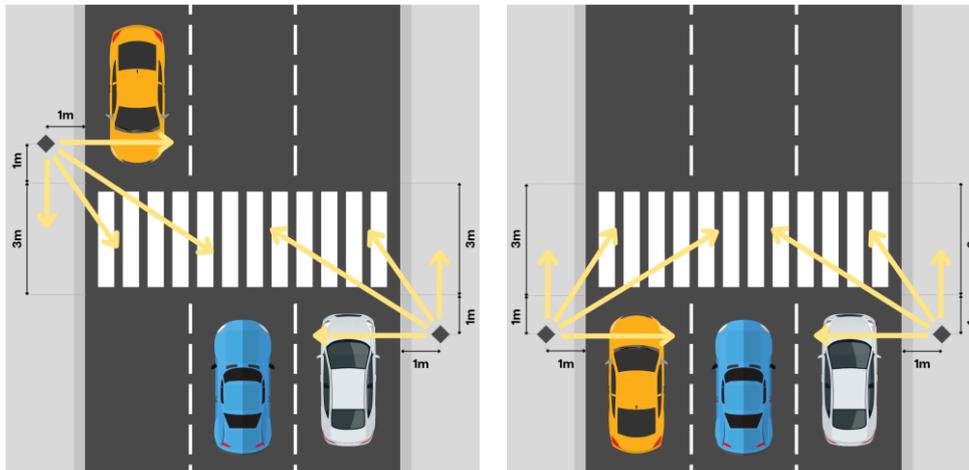
A referência adotada para iluminação de faixas de pedestres é a instalação de luminárias específicas para iluminação das travessias em postes exclusivos de IP, posicionadas de forma a aumentar significativamente a iluminância vertical sem, entretanto, gerar ofuscamento aos condutores de veículos.

É altamente recomendado que as travessias possam contar com estratégias de destaque na presença de pedestre, por exemplo, que as faixas de pedestre que contem com semáforos para esse propósito sejam dimerizadas de forma que, quando o sinal de pedestre esteja verde, a iluminação seja mais ostensiva, alertando os condutores.

Além semáforos de pedestre, o sistema deve estar preparado a partir de sinais que venham de outros sensores, como câmeras com sistemas de análise e assemelhados, dessa forma, todas as luminárias que atendam faixas de pedestre deverão ser equipadas com sistema de telegestão.

Será previsto a instalação de dois conjuntos, incluindo postes, luminárias e demais componentes, para cada faixa de pedestre, conforme ilustrado abaixo:

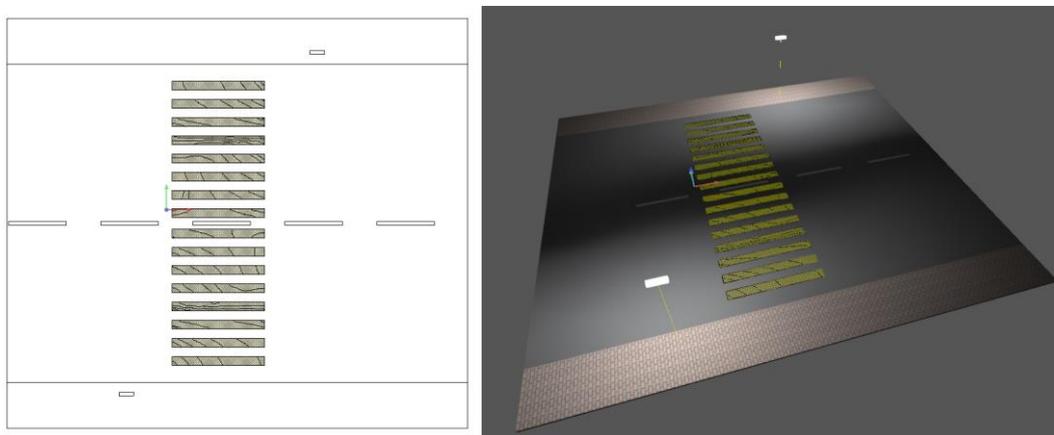
Figura 18 – Ilustração para iluminação de Faixas de Pedestres



Fonte: Elaboração Omatic (2023).

Através do *Dialux* foi avaliado como parte do estudo de engenharia os resultados luminotécnicos para as faixas de pedestres em atendimento aos requisitos de iluminação previamente indicados. A imagem a seguir ilustra o estudo desenvolvido:

Figura 19 – Estudo de Engenharia para Faixas de Pedestres



Fonte: Elaboração Omatic (2023).

A partir dos estudos elaborados foi possível identificar a potência das Luminárias LED a serem instaladas para assegurar o atendimento aos requisitos de iluminação previstos. O resultado apresentado a seguir considera o cenário para atendimento ao índice de iluminância vertical mínimo de 20,00, para diferentes cenários de largura da via:



Tabela 18 – Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres

Resultado	Largura Via 7,0m	Largura Via 10,5m	Largura Via 14,0m	Média
Fornecedor A	30 W	70 W	110 W	70 W
Fornecedor B	30 W	70 W	130 W	77 W
Fornecedor C	50 W	90 W	150 W	97 W
Média Fornecedores	37 W	77 W	130 W	81 W

Fonte: Elaboração Omatic (2023).

Como forma de dimensionamento da quantidade de Faixas de Pedestres para implantação de uma iluminação exclusiva, buscou-se novamente a resposta no mapa de malha viária, além dos dados de estabelecimentos de saúde e educação na cidade, que indica a seguinte condição para iluminação de faixas de pedestre:

Tabela 19 – Estimativa quantidade de Faixas de Pedestres

Premissa	Valor
Extensão das vias Principais	100,28 km
Distância média entre Faixas de Pedestres	500 m
Quantidade de Faixas de Pedestres	201
Estabelecimentos de Saúde SUS [2009]	53
Número de estabelecimentos de ensino fundamental [2021]	75
Número de estabelecimentos de ensino médio [2021]	14
Total	343

Fonte: Elaboração Omatic (2023).

2.6. Ciclovias e Ciclofaixas

A modernização e eficiência detalhada ao longo deste relatório apresenta um direcionamento para a iluminação viária, sob a ótica de veículos e pedestres, mas também contemplado a iluminação de praças, parques e faixas de pedestres. Deste modo, entende-se como relevante a análise quanto à iluminação específica das áreas voltadas para os ciclistas.

Primeiramente devem estar claras as definições e diferenciação entre ciclovias e ciclofaixas, pois os requisitos de iluminação para estas áreas são específicos:

- **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.
- **Ciclofaixas:** parte da faixa de rolamento ou calçada destinado 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.

2.6.1. Requisitos de Iluminação para Ciclovias e Ciclofaixas

Para iluminação das ciclovias e ciclofaixas, seguindo as melhores práticas de normas nacionais e internacionais, será exigido o atendimento aos índices de iluminância média mínima e fator de uniformidade mínimo, cujos conceitos já foram previamente detalhados no **item 2.4.7**.

Considerando as diferenciações entre ciclovias e ciclofaixas, e a convivência dos ciclos nesta última de forma mais próxima aos veículos, e conseqüentemente, um maior risco à segurança de todos utilizando as vias, faz-se necessária a exigência de requisitos luminotécnicos distintos.

Os níveis exigidos para a iluminação média mínima e fator de uniformidade mínimo variam conforme a classe de iluminação e a aplicação do sistema:

Tabela 20 – Requisitos para Ciclovias e Ciclofaixas

Aplicação	CLASSE DE ILUMINAÇÃO Ciclovias	Iluminância Média Mínima [E _{med} ,min (lux)]	Fator de Uniformidade Mínimo [U = E _{mín} / E _{med}]
Ciclofaixas	C1	15	0,2
Ciclovias	C2	10	0,2

Fonte: Elaboração Omatic (2023).

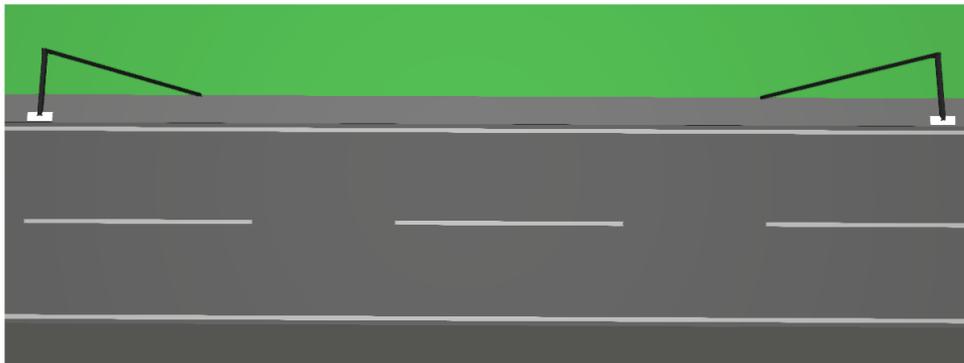
Em relação ao indicador da Temperatura de Cor Correlata (TCC), com o objetivo de manter uma padronização na iluminação ao longo da via, é recomendado que a TCC da iluminação das ciclovias e ciclofaixas seja a mesma prevista para a via. Deste modo, para as vias principais a TCC das Ciclovias/Ciclofaixas seria de 4.000 K e nas Vias Locais de 3.000 K.

2.6.2. Estudo Referencial para Ciclovias

A referência adotada para iluminação de ciclovias é semelhante à iluminação das vias de veículos, mas neste caso será previsto a instalação postes exclusivos para a iluminação das ciclovias ao longo de sua extensão. Em relação à iluminação das ciclofaixas, estas são consideradas no estudo de engenharia como parte integrante da via de veículos, sendo conduzida uma simulação unificada nestes casos.

Para as ciclovias portanto, é proposto que sejam instaladas estruturas para iluminação ao longo de todo o trecho da ciclovia, conforme ilustrado abaixo:

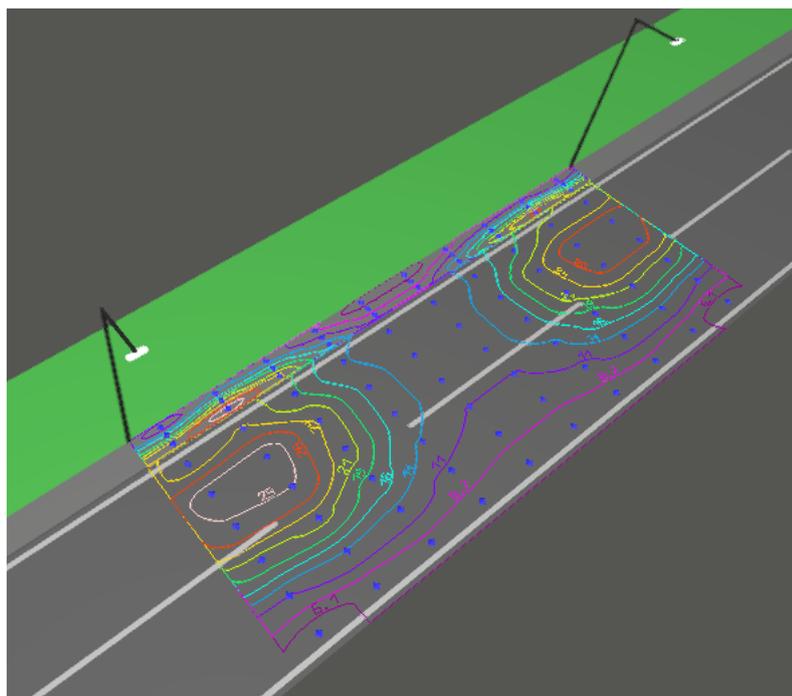
Figura 20 – Ilustração para iluminação de Ciclovias



Fonte: Elaboração Omatic (2023).

Através do *Dialux* foi avaliado como parte do estudo de engenharia os resultados luminotécnicos para as ciclovias em atendimento aos requisitos de iluminação previamente indicados. A imagem a seguir ilustra o estudo desenvolvido:

Figura 21 – Estudo de Engenharia para Ciclovias



Fonte: Elaboração Omatic (2023).

A partir dos estudos elaborados foi possível identificar a configuração recomendada para a instalação da iluminação através de postes com distanciamento de 20,0 metros entre eles e altura de montagem das luminárias de 6,0 metros. Para a potência das Luminárias LED, os resultados foram os seguintes, considerando o atendimento aos requisitos de iluminação para a Classe de Iluminação C2:

Tabela 21 – Resultado de engenharia para Ciclovias

Resultado	Potência Luminária LED
Fornecedor A	30 W
Fornecedor B	30 W
Fornecedor C	50 W
Média Fornecedores	37 W

Fonte: Elaboração Omatic (2023).

Como forma de dimensionamento da quantidade de pontos de IP a serem instalados em ciclovias, foi realizado um mapeamento em conjunto com a equipe da Prefeitura, sobre as ciclovias instaladas no Município e análises qualitativas quanto à necessidade de instalação de iluminação exclusiva. A partir do trabalho conduzido, chegou-se à seguinte lista de ciclovias para implantação da iluminação:

Tabela 22 – Dimensionamento Ciclovias para Instalação de IP

Ciclovias	Localização	Extensão (km)	Total Pontos de IP⁴
Ciclovias A	Av. Getúlio Vargas	2,10 km	105
Ciclovias B	PROVISIONAMENTO FUTURO - Av. das Nações, Av. Mal. Castelo Branco, Av. Padre José Anchieta, Av. São Paulo, Av. Antônio Carlos Magalhães, Av. Brasil, Av. Kaikan	7,90 km	395
Total	-	10,00 km	500

Fonte: Elaboração Omatic (2023).

⁴ Considerando a instalação de 1 ponto de IP a cada 20 metros da ciclovia.

3. Iluminação Especial

Este item possui o objetivo de propor diretrizes mínimas para os projetos de Iluminação Especial (IE) voltados para bens culturais do município e encontram-se dispostos ao longo deste documento. Serão apresentados os requisitos mínimos a serem atendidos quando da elaboração e execução dos projetos luminotécnicos.

As informações apresentadas neste documento não substituem a necessidade de realização de medições técnicas, elaboração de projetos luminotécnicos, simulações em *software* e alocação de quaisquer recursos, ferramentas e profissionais necessários para definição dos quantitativos e especificações exatas das luminárias e demais equipamentos, bem como a submissão de projetos à validação por órgão(s) específico(s) responsável(is) pelos patrimônios culturais edificados e paisagem urbana da cidade.

Para a definição do escopo e das diretrizes que servirão como guia para a elaboração dos estudos para a PPP de IP, foram considerados como principais critérios:

- Valorização dos espaços de convivência;
- Preocupação com identidade cultural;
- Ordenação do espaço público;
- Hierarquização e legibilidade dos monumentos e edificações;
- Adequação a novos usos; e,
- Sensação de segurança.

Nos estudos de engenharia, foi considerada a solução técnica mais adequada para cada ponto de Iluminação especial indicado pelo município. Além disso, foi feita a estimativa dos custos para sua implantação, tanto de material, quanto de mão de obra. A Concessionária deverá considerar que cada local escolhido possui características próprias de natureza arquitetônica, artística e cultural que devem ser destacadas no projeto executivo de Iluminação Especial correspondente. Os projetos elaborados pela Concessionária devem ser aprovados previamente pela Prefeitura do município antes de sua implantação.

A determinação dos locais que receberão Iluminação Especial foi realizada por meio de levantamento dos bens de relevância histórica, cultural, turística e/ou comunitária, em observação aos critérios destacados acima e de acordo com indicações do Grupo de Trabalho da Prefeitura. Foram definidos os bens apresentados a seguir:

Tabela 23 – Bens para implementação de Iluminação Especial

#	Local
1	Catedral de São Pedro
2	Igreja Matriz de São Pedro
3	Aeroporto 09 de Maio
4	Mercado Municipal de Teixeira de Freitas
5	Acesso ao Shopping Pátio Mix
6	Rotatória da Melancia
7	Árvore Centenária (em frente a Churrascaria Los Pampas)
8	Palmeiras Imperiais na Av. Getúlio Vargas

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Como o município não dispõe de normativas ou planos de desenvolvimento específicos relacionados à IE, projetos referenciais foram elaborados com base em referências da literatura e boas práticas aplicáveis no contexto da Iluminação Pública, com destaque para as recomendações da *Commission Internationale de L'Eclairage* (CIE)⁵. A fim de garantir a integração do patrimônio dentro da paisagem em que está inserido, cabe destacar a relevância do entendimento das premissas estabelecidas pela Norma 5101, que baliza a implementação da Iluminação Pública e estabelece conceitos e termos relacionados ao tema, mesmo que essas não regulamentem de forma específica a implementação dos equipamentos destinados à IE.

3.1. Diretrizes Gerais

A seguir são apresentadas as diretrizes gerais relacionadas à IE para o contexto do município, as quais são consideradas como complementares às diretrizes previamente descritas no **item 2.4**.

Proporcionar a legibilidade do bem e do sítio onde está inserido

A iluminação de uma paisagem, edificação ou monumento, deve ser implantada de modo a comunicar de maneira legível ao usuário o contexto histórico, a originalidade e as singularidades do bem a ser destacado. Os elementos de iluminação, nesse contexto, funcionam como instrumentos que facilitam o entendimento e reconhecimento das paisagens urbanas, bem como dos volumes, do cromatismo e das texturas dos materiais das fachadas e monumentos. A legibilidade no contexto contemporâneo também está relacionada à maneira que o bem é observado: a velocidade nos deslocamentos do espectador influencia o fluxo das trocas simbólicas entre observador e objeto e, portanto, faz-se necessário analisar o contexto em que o monumento está inserido para que a Iluminação especial transmita com clareza as intenções desejadas.

Valorizar, ordenar e hierarquizar o bem

O ato de iluminar os elementos de uma paisagem urbana constitui uma representação de valorização e preservação do monumento histórico. No contexto de valorização do patrimônio, os artifícios da IE assumem protagonismo, uma vez que possibilitam manipular o olhar do observador e, conseqüentemente, garantem aos bens destacados diferentes graus de importância na paisagem urbana. Portanto, devem ser utilizados recursos como a temperatura da cor, quantidade de luz direcionada, tecnologia e design dos equipamentos disponíveis no mercado para ordenar o cenário noturno e hierarquizar os monumentos nele inseridos.

Respeitar as especificidades dos bens e das paisagens a serem destacados

A paisagem é um recorte visual emoldurado no imaginário do observador, que constrói a partir dali suas referências no ambiente urbano. A iluminação funciona como o meio maleável que sensibiliza os sentidos e reforça a identidade da cidade. Deve, portanto, ser capaz de comunicar ao espectador a história e as tradições desses cenários tendo como princípio o respeito às tipologias e intenções das edificações e monumentos presentes nele, os usos para que são destinados, a relevância no âmbito municipal e regional e o contexto histórico em que foram construídos, sem interferir na leitura do observado como um falso artístico ou falso histórico.

Evitar que os elementos de iluminação chamem para si atenção indevida e causem danos à estrutura física da construção e ao usuário do espaço público

⁵ Comissão Internacional de Iluminação, organização internacional de iluminação.

Os elementos de iluminação devem compor a paisagem urbana de forma coadjuvante, salvo os casos em que eles representam algum simbolismo no cenário urbano, ou aqueles instalados provisoriamente para atender a uma necessidade esporádica. A fixação de elementos nos monumentos e nas fachadas das edificações deve ser realizada de maneira a garantir a integridade física das construções, com eventual necessidade de aprovação prévia por órgãos competentes. Os elementos de iluminação instalados soltos à estrutura física dos bens não devem comportar-se como obstáculos físicos, prejudiciais à circulação do espaço público, ou visuais, lesivos à leitura da paisagem urbana.

Mitigar potenciais ações de vandalismo

A escolha dos elementos de IE deve priorizar a aplicação de elementos fora do alcance dos pedestres. Para os equipamentos de maior acessibilidade aos usuários do espaço público, deve ser observada a aplicabilidade de acessórios de proteção como gradis, caixas de concreto, dentre outros, de acordo com o uso do espaço.

Criar iluminação cênica compatível com as variações climáticas

As variações climáticas interferem de forma decisiva na paisagem. Isso pode ser observado nas mudanças da vegetação: árvores caducifólias perdem as folhas em determinado período do ano, assim como as flores desabrocham e as arbustivas ficam mais exuberantes em determinados meses. A proposta de iluminação deve levar em consideração essas alterações físicas da vegetação para estipular aspectos como qualidade, temperatura e posicionamento de luminárias. Outro aspecto em que as variações climáticas são determinantes está relacionado aos períodos de incidência de luz solar: durante o inverno, por exemplo, os dias podem ser mais “curtos”, com aumento da demanda e percepção da iluminação urbana.

3.2. Descritivo dos Equipamentos para IE

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

EMPIE07 – Luminária viária: Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de vias públicas, estacionamentos, parques e praças. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, certificada na Portaria nº 62 do INMETRO, temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, que permitam controle e automação, índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 70 e índice de proteção mínima equivalente a IP65 e IK08.

EMPIE08 – Poste Balizador: Equipamento de uso externo utilizado para delimitar caminhos e orientar o observador, usualmente dispostos ao longo de trajetos pedonais e jardins. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: estruturas compostas por aço ou alumínio de altura até 1000mm com luminária acoplada e suporte em piso. Ademais, indica-se equipamentos com temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 70 e índice de proteção mínima equivalente a IP65.

EMPIE09 – 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 3000K, 4000K e RGBW, 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.

EMPIE11 – 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 3000K, 4000K e RGBW, com fluxo luminoso a partir de 2500lm, 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.

EMPIE12 – 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.

EMPIE18 – Grade antifurto: Acessório de uso externo utilizado como proteção contra ações de vandalismo. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: uso de gradis mimetizados na paisagem e que não comprometam os fachos luminosos dos equipamentos de IE.

EMPIE19 – Poste: Acessório de uso externo utilizado como suporte para luminárias e projetores. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: postes retilíneos 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.

OMT01 - Eletricista e Auxiliar para Instalação: Mão de obra necessária para instalação, cabeamento, desmobilização e afins.

OMT04 - Fita de LED IP65: Equipamento de uso externo utilizado com o intuito de valorizar equipamentos urbanos, letreiros e fachadas que exijam flexibilidade na rota de iluminação. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 70 e índice de proteção mínima equivalente a IP65 e IK10;

3.3. Diretrizes Específicas

Os itens apresentados a seguir contemplam as diretrizes específicas elaboradas para cada localidade objeto de análise como Iluminação Especial, respeitando suas singularidades e o contexto urbano onde estão inseridos. Para cada local são apresentados, além das diretrizes, os quantitativos mínimos e especificações dos equipamentos de iluminação considerados.

Os equipamentos apresentados se baseiam em referências de pesquisas realizadas junto a fabricantes do setor e de tecnologias usualmente empregadas.

No que diz respeito aos equipamentos de iluminação, são propostas faixas de valores para o fluxo luminoso, considerando que a definição de potências não seria adequada pela variação na eficiência luminosa entre os equipamentos de diferentes fornecedores e sua evolução ao longo dos anos. Em relação às faixas, entende-se como uma solução mais recomendável para definição de diretrizes mínimas para os futuros projetos de Iluminação Especial em cada bem público, pois traz uma

flexibilidade para a Prefeitura quando da análise e validação do projeto apresentado pela Concessionária.

3.3.1. Catedral de São Pedro

Figura 22 – Registro fotográfico - Catedral de São Pedro



Fonte: Elaboração Omatic (2023).

Para a Catedral de São Pedro serão propostos equipamentos de iluminação voltados para o embelezamento da arquitetura, além da iluminação no entorno, deverá cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Valorizar o patrimônio arquitetônico;
- Valorizar o monumento no topo da torre;
- Interagir com a população através da mudança de cores das colunas;

Tabela 24 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Catedral de São Pedro

Elemento para iluminação	Equipamento	Código	Qtde.
Torre	Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	10
Vegetação	Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	08
Vegetação	Grade antifurto	EMPIE18	08
Arquitetura em geral	Projektor linear para uso exterior IP65	EMPIE12	20
Monumento no topo da Torre	Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	04

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Figura 23 – Potencial recebimento de IE - Catedral de São Pedro



Fonte: Elaboração Omatic (2023).

3.3.2. Rua Gourmet

Figura 24 – Registro fotográfico – Rua Gourmet



Fonte: Câmara Municipal de Teixeira de Freitas(2024).

Importante construção na Praça da Bíblia, a Rua Gourmet, recém-inaugurada, integra-se ao cenário. A sua iluminação de destaque se propõe:

- Aumentar a visibilidade de sua fachada;
- Integrar a iluminação com a da praça.

Tabela 25 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE – Rua Gourmet

Elemento para iluminação	Equipamento	Código	Qtde.
Entorno	Luminária Viária	EMPIE07	06
Entorno	Poste Metálico	EMPIE19	06
Fachada e lateral	Projeto linear para uso exterior IP65	EMPIE12	05
Integração com Praça	Projeto de baixa intensidade	EMPIE09	20

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

3.3.3. Mercado Municipal de Teixeira de Freitas

Figura 25 – Registro fotográfico - Mercado Municipal



Fonte: Elaboração Omatic (2023).

O Mercado Caravelas foi o primeiro mercado da cidade e até hoje gera movimento. Há pouco tempo, a prefeitura investiu em melhores condições de trabalho para os comerciantes que atendem no local. Uma nova iluminação trará atenção noturna ao equipamento:

- Valorizar a vegetação muito presente nos arredores;
- Iluminar a Área Externa;
- Modernizar a iluminação atual;
- Aplicar fita LED como componente de valorização arquitetônica;

Tabela 26 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Mercado Municipal

Elemento para iluminação	Equipamento	Código	Qtde.
Vegetação	Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	20
Substituição dos Projetores	Projektor de alta intensidade	EMPIE11	12
Estrutura Metálica	Fita de LED IP65	OMT04	200m
Boxes na área externa	Luminária viária	EMPIE07	20
Boxes na área externa	Poste metálico de 9m	EMPIE19	20

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

3.3.4. Rotatória da Melancia

Figura 26 – Registro fotográfico - Rotatória da Melancia



Fonte: Elaboração Omatic (2023).

A rotatória da melancia celebra a pujante cultura do fruto no município. A rotatória fica está em um cruzamento de alto fluxo, onde passam a Av. das Nações e a Av. Getúlio Vargas. O projeto prevê a substituição do poste por postes de menor porte que não dividam a atenção com o monumento, bem como iluminação adicional para a vegetação e o monumento em si.

- Substituir poste atual por postes mais discretos;
- Valorizar o monumento;
- Valorizar a vegetação

Tabela 27 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE –Rotatória da Melancia

Elemento para iluminação	Equipamento	Código	Qtde.
Vegetação	Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	08
Monumento	Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	09
Iluminação arredores	Poste metálico de 9m	EMPIE07	04
Iluminação arredores	Luminária viária	EMPIE19	04

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

3.3.5. Aeroporto 09 de Maio

Figura 27 – Registro fotográfico - Aeroporto 09 de Maio



Fonte: Elaboração Omatic (2023).

Desde o final de 2022, o aeroporto de Teixeira de Freitas retomou os voos regulares para Salvador. Entretanto, a iluminação do aeroporto ainda pode ser melhorada, não obstante não opere voos noturnos.

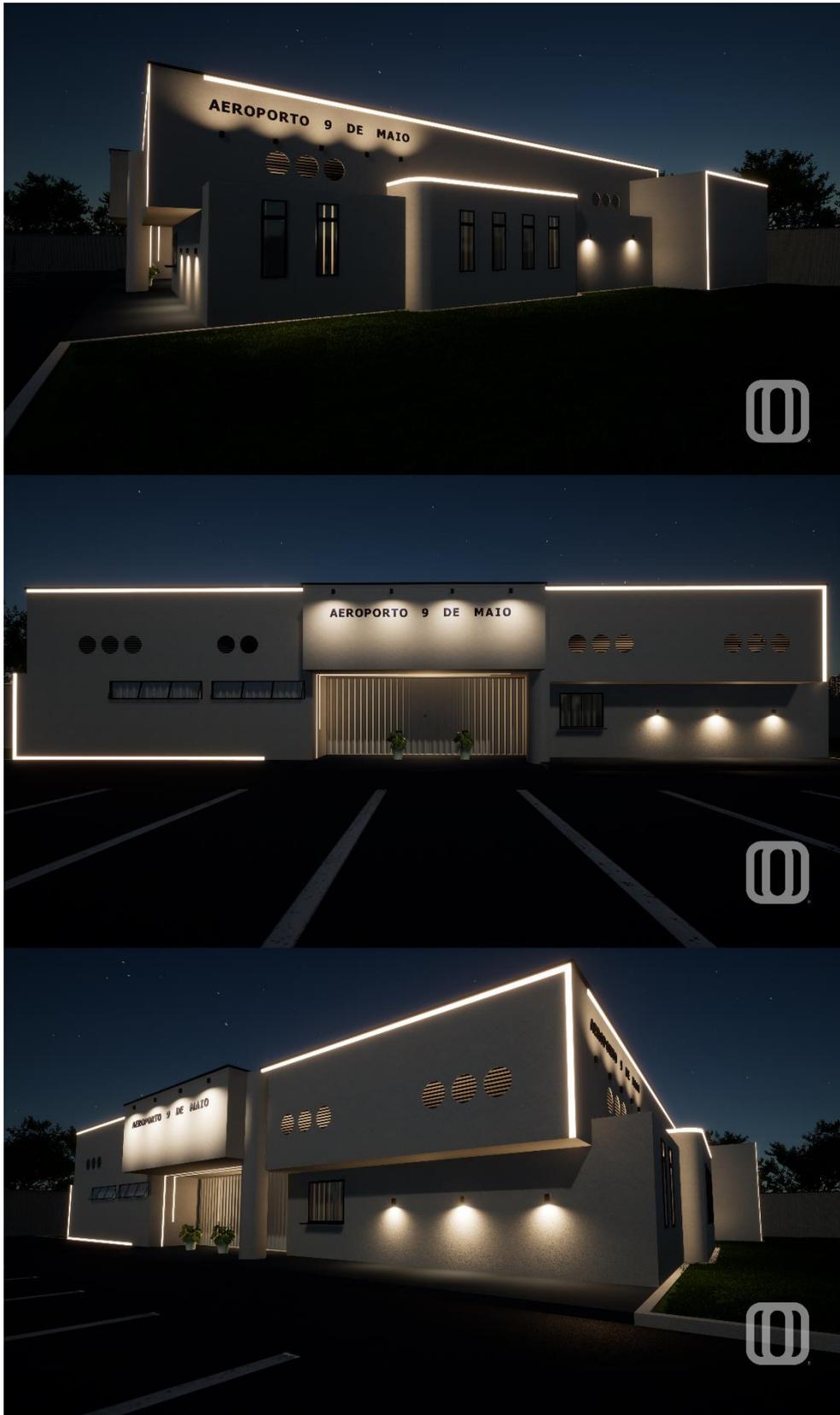
- Destaque do letreiro com o nome “Aeroporto 9 de Maio”;
- Iluminação da entrada principal;

Tabela 28 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Aeroporto 09 de Maio

Elemento para iluminação	Equipamento	Código	Qtde.
Fachada	Projetor de baixa intensidade	EMPIE09	20
Letreiros	Fita de LED IP65	OMT04	40m

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Figura 28 – Potencial recebimento de IE - Aeroporto 09 de Maio



Fonte: Elaboração Omatic (2023).

3.3.6. *Árvore Centenária (em frente a Churrascaria Los Pampas)*

Figura 29 – Registro fotográfico - Árvore Centenária



Fonte: Elaboração Omatic (2023).

Localizada na rotatória em frente à churrascaria Los Pampas, essa árvore centenária está nos planos para valorização a partir da iluminação pública.

- Tornar seus arredores mais atrativo;
- Valorizar a beleza da árvore centenária;

Tabela 29 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Árvore Centenária

Elemento para iluminação	Equipamento	Código	Qtde.
Arredores	Poste balizador de 70cm com luminária integrada	EMPIE08	08
Vegetação	Projetor de baixa intensidade	EMPIE09	09
Vegetação	Grade antifurto	EMPIE18	09

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

3.3.7. Palmeiras Imperiais na Av. Getúlio Vargas

Figura 30 – Registro fotográfico - Palmeiras Imperiais na Av. Getúlio Vargas



Fonte: Elaboração Omatic (2023).

Conjunto de árvores que chama a atenção de todos que passam pela cidade, as palmeiras imperiais plantadas no canteiro central da Av. Getúlio Vargas é um símbolo da cidade. A iluminação de destaque deverá realçar os indivíduos arbóreos individualmente.

- realçar os indivíduos arbóreos individualmente.

Tabela 30 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Palmeiras Imperiais

Elemento para iluminação	Equipamento	Código	Qtde.
Vegetação	Projetor de baixa intensidade	EMPIE09	30
Vegetação	Grade antifurto	EMPIE18	30

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

3.3.8. Acesso Fazenda da Cascata

Figura 31 – Registro fotográfico - Acesso Fazenda da Cascata



Fonte: Câmara Municipal de Teixeira de Freitas (2024).

Acesso a importante patrimônio histórico presente no município. A iluminação de destaque deverá realçar os indivíduos arbóreos individualmente, bem como a placa indicativa.

- realçar a placa indicando o patrimônio.
- realçar os indivíduos arbóreos individualmente.

Tabela 31 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Palmeiras Imperiais

Elemento para iluminação	Equipamento	Código	Qtde.
Entorno	Luminária Viária	EMPIE07	06
Entorno	Poste Metálico	EMPIE19	06
Placa e Indivíduos Arbóreos	Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	10
Placa e Indivíduos Arbóreos	Grade antifurto	EMPIE18	10

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

3.3.9. Letreiro ‘Teixeira de Freitas’

Figura 32 – Registro fotográfico - Letreiro ‘Teixeira de Freitas’



Fonte: Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB) (2024).

Letreiro comemorativo com o nome da cidade.

- realçar o letreiro e seu entorno.

Tabela 32 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE - Palmeiras Imperiais

Elemento para iluminação	Equipamento	Código	Qtde.
Entorno	Luminária Viária	EMPIE07	06
Entorno	Poste Metálico	EMPIE19	06
Letreiro	Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	17
Letreiro	Grade antifurto	EMPIE18	17

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

4. Modelo de Operação

Ao longo deste item serão apresentados os principais aspectos do projeto, suas respectivas fases, o modelo de operação da PPP e os principais serviços a serem executados pela Concessionária.

As informações e diretrizes apresentadas aqui serão a base para o detalhamento dos Modelos de Investimentos e de Custos e Despesas apresentados adiante.

4.1. Modelo de Governança da PPP de IP

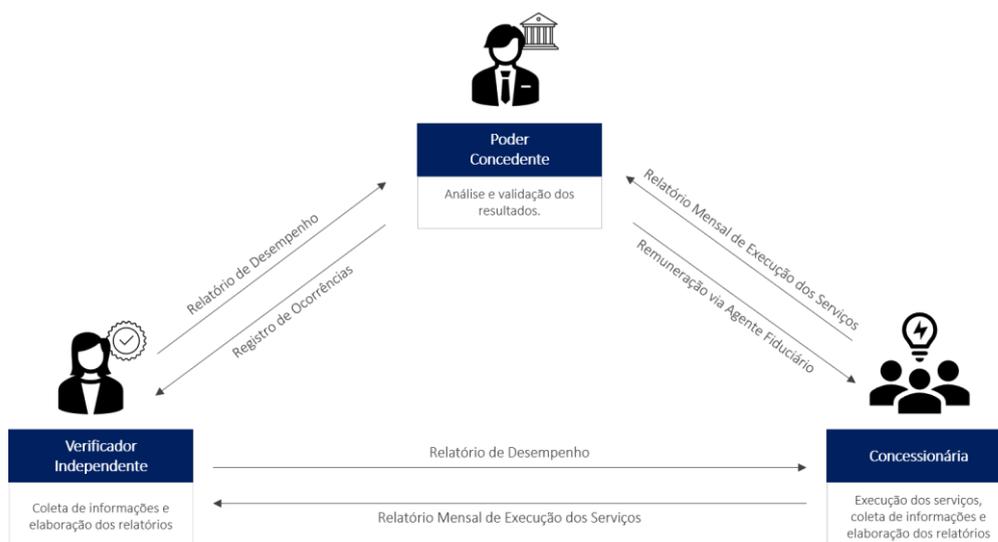
O Setor de Iluminação Pública no cenário de uma PPP, contempla um modelo governança com destaque às seguintes atribuições principais de cada ente:

- **ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica):** Regulamenta as principais diretrizes do setor de IP e distribuição elétrica;
- **Distribuidora de Energia:** Mantém cadastro do parque de IP, fornece energia elétrica para a rede e calcula o faturamento mensal;
- **Município:** Detém os ativos e a responsabilidade constitucional do serviço de IP;
- **Concessionária IP:** No cenário da PPP, a Concessionária passa a ser responsável pelos ativos e pela modernização, expansão, operação e manutenção, do parque de IP durante o período de vigência da concessão.

Um papel complementar que existe no cenário da PPP é do **Verificador Independente**, ente responsável por suportar tecnicamente a Prefeitura na gestão da PPP, contribuindo para o sucesso na implantação do projeto zelando pelos direitos do Poder Concedente perante os compromissos da Concessionária.

A imagem a seguir detalha a governança durante todo o período de execução da PPP, apresentando as principais diretrizes relacionadas ao Poder Concedente, Verificador Independente e Concessionária:

Figura 33 – Modelo de governança durante a execução da PPP



Fonte: Elaboração Omatic (2023)

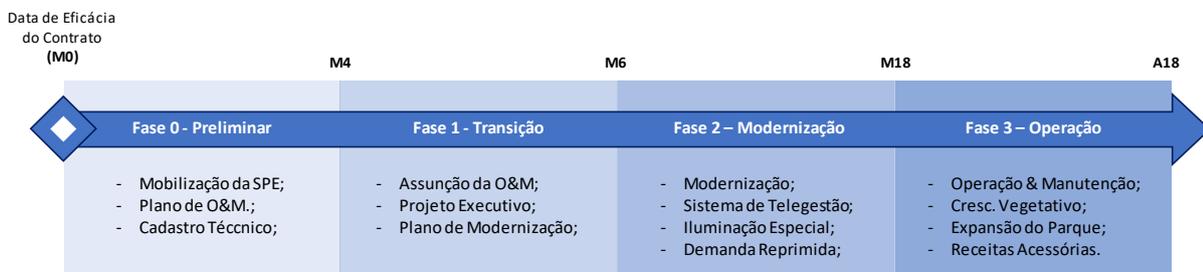
Em relação à remuneração mensal da Concessionária, a mesma somente será realizada após a validação do desempenho apurado pelo Verificador Independente. O pagamento não é realizado diretamente pela Prefeitura, sendo criada uma Conta Vinculada (*Escrow account*) à PPP seguindo as melhores práticas de modelagem de PPP e concessões, trazendo uma maior segurança para o processo e, conseqüentemente, maior atratividade do mercado.

A conta vinculada (*Escrow account*) se trata de uma conta corrente de titularidade do Poder Concedente, aberta junto à Instituição Financeira Depositária, com movimentação exclusiva pela Instituição Financeira Depositária, destinada a receber a receita proveniente da arrecadação da CIP/COSIP e destinar os pagamentos dos serviços relacionados à atividade.

4.2. 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.

Figura 34 – Macro cronograma do contrato da PPP



Fonte: Elaboração Omatic (2023)

A data de eficácia é condição para início da contagem do prazo da PPP e a partir daí inicia-se a primeira Fase. E as fases subsequentes conforme as durações mencionadas abaixo:

Tabela 33 – Premissas do Projeto – Prazos

Fases	Prazos
Prazo da Concessão	18 anos
Fase 0 – Preliminar	4 meses
Fase 1 – Transição	2 meses
Fase 2 – Modernização	12 meses
Fase 3 – Operação	Até o encerramento do prazo da PPP

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

4.2.1. Fase 0 – Preliminar

A Fase 0 (Preliminar) está relacionada ao (Concessionária) para o início das atividades, focando na definição de processos, treinamentos de equipes e alinhamentos iniciais junto ao Poder Concedente, contemplando a elaboração do Plano de Operação e Manutenção, implantação dos Canais de Atendimento para a população e a elaboração de um novo Cadastro Georreferenciado.

4.2.2. Fase 1 – Transição

A fase de Transição é definida pela assunção do Parque de IP pela Concessionária, com o início das atividades de operação e manutenção e elaboração do Plano de Modernização.

4.2.3. Fase 2 – Modernização

Esta fase se inicia ao término da Fase 1 e está vinculada ao período de implantação dos projetos de modernização e eficiência definidos nos Estudos de Engenharia. Dentre as atividades previstas também estão a implantação do Sistema de Telegestão e projetos de Iluminação Especial, e o atendimento da Demanda Reprimida, se houver.

4.2.4. 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 e é caracterizada pela execução dos serviços de operação e manutenção do Parque de IP, incluindo a instalação de novos pontos (Expansão).

Importante destacar que ao término do Contrato ocorre a reversão dos ativos à Prefeitura, com a devolução da Concessionária de todos os equipamentos e componentes da Rede de IP, como luminárias, braços, postes, entre outros. A Concessionária também irá elaborar um Plano de Desmobilização Operacional com antecedência ao fim da concessão.

4.3. Modelo Operacional

A fim de estruturar o modelo operacional mais vantajoso à PPP estudada, além dos serviços previstos no contrato de manutenção da rede de iluminação pública do município, foram levantadas as principais características dos modelos adotados em outras PPPs de IP. Como resultado do levantamento dos modelos de operação, foram listadas as potenciais categorias de serviços que poderiam ser incorporadas ao modelo operacional.

Visando elevar os níveis de qualidade e desempenho do serviço de operação e manutenção da rede de IP do município, foram definidos os principais objetivos almejados, sendo eles:

- Elaboração de cadastro e atualização permanente durante a PPP;
- Elaboração dos seguintes planos: Plano de Operação e Manutenção (POM), Plano de Modernização (PM), Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólido (PGRDS) e Plano de Desmobilização Operacional (PDO);
- Modernização e eficiência dos pontos de IP, incluindo instalação de IP específica para Faixas de Pedestres e Ciclovias;
- Implantação do sistema de telegestão;
- Implantação de Iluminação Especial nos bens definidos;
- Implantação e Operacionalização do Centro de Controle Operacional (CCO);
- Execução de serviços de manutenção da rede municipal de IP;
- Execução do serviço de Poda de Árvore nos casos de interferência na rede municipal de IP;
- Implantação e operação da estrutura operacional e organizacional;
- Execução de expansão da rede municipal de IP;

- Capacitação periódica da equipe do Poder Concedente por meio de cursos e seminários (*workshops*) sobre temas relativos à concessão.

4.3.1. Cadastro

O Cadastro da rede de IP do município será elaborado pela Concessionária a partir da realização de inventário físico, incluindo coleta, registro, manutenção, correção e atualização dos dados referentes à identificação, características, quantificação e posicionamento geográfico individualizado de todos os pontos de IP e demais componentes da rede de IP.

Além disso, o Cadastro deve ser conservado e atualizado durante toda a vigência da concessão, estando o seu acesso disponível em tempo real e integral para o Poder Concedente e para o Verificador Independente (VI), devendo estar integrado aos sistemas do CCO.

4.3.2. Planos Operacionais (POM, PM, PGRS e PDO)

Entre os planos que a Concessionária deverá apresentar, constam:

- **Plano de Operação e Manutenção:** apresenta a descrição, o procedimento operacional e o planejamento de todas as atividades relacionadas ao planejamento e à estruturação necessárias para a operação e manutenção dos pontos de IP durante todo o prazo da Concessão;
- **Plano de Modernização:** apresenta a descrição, o procedimento operacional e o planejamento de todas as atividades relacionadas à modernização e à eficiência, bem como à implantação do sistema de telegestão e Iluminação Especial a ser realizado durante a Fase 2;
- **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólido:** planejamento do descarte de inservíveis e contaminantes, bem como plano de destinação de recicláveis. Deve apresentar o procedimento e a documentação a ser disponibilizada para a comprovação de descarte adequado desses itens.
- **Plano de Desmobilização Operacional:** detalhamento do procedimento de reversão dos bens reversíveis e da transição operacional no advento do prazo contratual.

4.3.3. Modernização e Eficientização

Por modernização e eficiência entende-se a adequação da rede de IP atual do município conforme os parâmetros luminotécnicos mínimos exigidos na Norma 5101 e adoção de soluções que promovam eficiência energética. O detalhamento dos serviços de modernização e eficiência foi realizado no **item** Erro! Fonte de referência não encontrada. deste documento.

Adicionalmente à modernização da rede de IP existente, também serão instalados novos pontos de IP para iluminação exclusiva de faixas de pedestres e ciclovias, conforme detalhado nos **item** Erro! Fonte de referência não encontrada. e **item 2.7**, respectivamente.

4.3.4. Implantação de Telegestão

A telegestão é um conjunto de hardware e software que funciona acoplado à luminária do poste de IP, em substituição ao relé, e serve, entre outras coisas, para controlar de forma remota as lâmpadas, realizar medições como tensão, potência e consumo de energia.

A Concessionária deverá implantar sistema de telegestão com funcionalidades como plataforma para gestão, controle e conectividade nos pontos de IP do município, permitindo armazenamento de dados,

atualizações de maneira remota, identificação de falhas nos equipamentos de IP, medição de consumo de energia e outros aspectos. A plataforma em questão deverá estar integrada aos serviços operacionais que compuserem o CCO.

Uma importante funcionalidade do sistema de telegestão é a dimerização, que permite a regulação de forma gradual do nível de luminosidade através de equipamentos programados anteriormente ou gerenciamento remoto. Este efeito proporciona uma redução no consumo de energia elétrica para IP no Município.

Para a PPP de IP no Município é previsto a instalação do sistema de telegestão em todos os pontos de IP localizados em vias com classe de iluminação V1, V2 e V3, em todos os parques, praças e canchas esportivas, bem como naqueles pontos que apresentam medição de energia por conta da distribuição através de circuitos dedicados.

O sistema de telegestão também poderá servir para a agregação de outros serviços pela concessionária, relacionados a cidades inteligentes, inclusive com Receitas Acessórias.

4.3.5. Iluminação de Equipamentos Públicos Livres e de Destaque

Considera-se Equipamento Públicos Livres (EPL) todo aquele equipamento que atende ao público em geral e, tendo especificada a iluminação artificial, devem propiciar a utilização desses espaços em períodos noturnos. Por exemplo, mas não se resumindo: parques, praças, academias ao ar livre, canchas esportivas, estacionamentos públicos.

A iluminação de destaque, por sua vez, consiste na iluminação de monumentos, pontes, fachadas, edifícios e obras de arte de valor histórico visando a valorização e o embelezamento desses monumentos e espaços, conforme detalhado no **capítulo 3 – Iluminação Especial**.

4.3.6. Centro de Controle Operacional (CCO)

O CCO abrangerá a operação, monitoramento e controle pleno do parque de iluminação pública do município. Para isto, deverão ser implantados pela Concessionária os *softwares* necessários à execução de diversos processos.

Para a instalação do CCO, caberá à Concessionária a disponibilização de infraestrutura, tecnologias, pessoas, funções e processos que possibilitem coletar e processar informações e fazer com que ocorra a integração de todos os sistemas e a convergência desses dados e informações em um único banco de dados.

Serão realizados no CCO processos como gestão de chamados, gestão e monitoramento remoto das unidades de IP com telegestão, gestão da operação (manutenções preditivas, preventivas e corretivas), gestão de ativos de iluminação, gestão de desempenho e gestão de frota.

4.3.7. Serviços de Manutenção

Os serviços de manutenção corretiva serão executados sempre que constatados quaisquer problemas nas unidades de IP, inclusive nos pontos dos projetos de iluminação especial e no sistema de telegestão, devido a falhas, acidentes, furtos, vandalismos e desempenho deficiente.

Os serviços de pronto-atendimento deverão ser executados de forma imediata pela Concessionária quando sejam identificadas situações que possam colocar em risco a integridade física dos cidadãos ou patrimônios do município e que envolvam os ativos de IP, como abaloamentos; fenômenos atmosféricos; incêndios; curto-circuito; braços e luminárias em risco de queda; luminárias abertas e/ou

compartimento para equipamento aberto; presença de vários pontos contínuos apagados em uma via, por exemplo.

A manutenção também engloba ações preditivas e preventivas, consistindo na execução de procedimentos periódicos com o propósito de detectar antecipadamente falhas no sistema, evitar o desgaste nos equipamentos, aumentar a eficiência da operação do parque, melhorar as condições físicas das unidades de IP, incluindo as unidades de iluminação especial e dispositivos de telegestão, antecipando assim os chamados dos cidadãos.

4.3.8. Serviços de Poda

No escopo da PPP, a poda de indivíduos arbóreos abrangerá somente a identificação e mapeamento contínuo de indivíduos que estejam obstruindo o fluxo luminoso dos pontos de IP, ou seja, que apresente impacto na qualidade ou eficiência dos serviços de IP.

Assim como os demais indivíduos arbóreos, a poda será de responsabilidade da Prefeitura.

4.3.9. Estrutura operacional e organizacional

A Concessionária será responsável pela disponibilização de toda a estrutura necessária para prestação dos serviços no escopo da PPP, incluindo, mas não se limitando a:

- **Unidade Operacional:** instalações necessárias ao cumprimento de serviços de operação, tais como almoxarifado, depósitos, oficinas, estoques, entre outros.
- **Estrutura Organizacional:** estrutura suficiente para a prestação dos serviços, contemplando aspectos executivos, administrativos, financeiros, operacionais e logísticos, bem como ser responsável pelos processos de prestação de serviços.
- **Equipes:** dimensionar o quadro de profissionais necessário para atender aos requisitos de qualidade e prazos exigidos, que deverão possuir as qualificações, capacitações e habilitações técnicas necessárias para a prática de suas atividades profissionais. As equipes deverão ter à disposição todos os equipamentos e ferramentas necessários para prestação de serviços de maneira eficiente, correta e segura, atendendo às normas de segurança pertinentes seguindo princípios éticos e morais.
- **Frotas:** garantir que haja veículos à disposição de suas equipes de operação para execução de serviços demandados na rede de IP.
- **Materiais:** disponibilizar todos os componentes necessários para operação, manutenção, modernização e expansão da rede de IP incluindo Luminárias LED, braços, postes, cabos, relés, e componentes de telegestão.

4.3.10. Expansão da rede municipal de IP

Os serviços de expansão da rede consistem na instalação de novos pontos de IP em que a Concessionária será responsável pelo fornecimento de todos os componentes de IP e serviços de mão de obra para implantação dos novos pontos de IP que serão posteriormente operados e mantidos pela Concessionária durante o prazo da PPP.

Considerando que o tipo da demanda para expansão pode apresentar variações, principalmente devido à configuração e classificação da via, será previsto um mecanismo flexível no Contrato da PPP, possibilitando que o Poder Concedente solicite a instalação de novos pontos de IP conforme necessidade, entre as seguintes variações:

- Expansão em poste e rede compartilhada;
- Expansão em poste compartilhado e rede exclusiva;
- Expansão em poste e rede exclusiva;
- Expansão em Equipamentos Públicos Livres.

O escopo de expansão também contempla a demanda reprimida, que representa uma necessidade mais imediata de ampliação do parque de IP para atender solicitações já existentes quando do início da execução dos serviços pela Concessionária. Esta demanda irá seguir as mesmas diretrizes na expansão anual, com exceção de que seu escopo será parcialmente (Demanda Reprimida Prioritária) atendido durante a **Fase 2 – Modernização**.

4.3.11. *Divulgação de Informações e Documentos da PPP*

A Concessionária deverá disponibilizar, gerenciar e manter ativo, durante todo o prazo da Concessão, um portal online para compartilhamento de informações, notícias e documentos diretamente relacionados à Concessão para o público em geral. Esta iniciativa visa trazer uma maior transparência para a população quanto à gestão e execução do Contrato. Neste portal online, a Concessionária deverá divulgar minimamente os seguintes documentos:

- Plano de Operação e Manutenção;
- Plano de Modernização;
- Visualização gráfica (*dashboard*) com evolução da Fase de Modernização;
- Imagens e vídeos (antes/depois, reporte dos municípios etc.) com apresentação dos resultados e benefícios pela implantação da PPP;
- Relatório Mensal de Execução de Serviços;
- Relatório Trimestral de Desempenho;
- Termos de Aceite emitidos;
- Contrato da Concessão;
- Termos Aditivos ao Contrato da Concessão;
- Contratos de Atividades Relacionadas;
- Demonstrações Financeiras/Contábeis da Concessionária.

4.4. Parque de IP

Considerando as obrigações da Concessionária descritas neste relatório, o parque de IP do Município passará por melhorias tendo em vista as atividades de modernização e expansão, as quais irão impactar diretamente no quantitativo de pontos de IP ao longo de todo o prazo da PPP.

Considerando o cadastro de IP inicial do Município como referência, a tabela a seguir apresenta a evolução do número de pontos de IP no Município:

Tabela 34 – Quantitativo de Pontos de IP ao longo da PPP

Ano	Quantidade Início	Quantidade Fim
1	17.173	19.567
2	19.567	19.971
3	19.971	20.380
4	20.380	20.796
5	20.796	21.218
6	21.218	21.646
7	21.646	22.081
8	22.081	22.522
9	22.522	22.970
10	22.970	23.424
11	23.424	23.886
12	23.886	24.354
13	24.354	24.829
14	24.829	25.312
15	25.312	25.801
16	25.801	26.298
17	26.298	26.803
18	26.803	27.315

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

5. Modelo de Investimentos

Nos próximos itens serão abordados os valores monetários e as premissas relacionados à implantação das tecnologias e das atividades citadas nos itens anteriores que permitam a operacionalização da PPP. Para cada item serão detalhados o valor unitário do investimento inicial, o percentual de reinvestimento e a periodicidade de reinvestimento, quando aplicável.

Seguindo o faseamento descrito no item **4.2 Fases do Projeto**, temos os seguintes investimentos associados:

5.1. Fase 0 – Preliminar (Despesas Pré-Operacionais)

Para 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 no parque de IP:

- **Setup da Concessionária:** etapa referente à estruturação, planejamento e mobilização da SPE, que incluem abertura da SPE, subscrição e integralização do capital social, mobilização de pessoal e todos os custos associados;
- **Reembolsos, Remunerações e Ressarcimentos:** Referente ao reembolso dos estudos relacionados ao objeto da Concessão conforme contrato celebrado entre Caixa Econômica Federal e o Município, bem como as remunerações da B3 e FEP.
- **Elaboração de Planos Operacionais:** execução das atividades relativas à elaboração ou adaptação dos planos de operação e manutenção (POM) e de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).
- **Cadastro georreferenciado:** Elaboração de novo cadastro de IP georreferenciado;
- **Implantação dos Programas de Gestão Socioambiental (PGS):** execução das atividades iniciais para atendimento às diretrizes ambientais mínimas do projeto;

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

Tabela 35 – Valores previstos de investimentos pré-operacionais

Item	Valor Total (R\$)
Reembolso	R\$ 1.914.494,78
Remuneração B3	R\$ 166.837,29
Setup - Custos de Abertura da SPE e Mobilização de Pessoal	R\$ 250.000,00
Elaboração de Planos Operacionais POM e PGRS	R\$ 35.065,11
Cadastro Técnico	R\$ 7,57/ponto
Implantação de Programas de Gestão Socioambiental	R\$ 15.905,48
TOTAL	R\$ 2.514.853,36

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Os valores relacionados ao Reembolso, Remuneração B3, Remuneração FEP e Manutenção FEP foram atribuídos conforme arredondamento dos valores praticados nos últimos leilões.

Os custos relacionados ao setup são próprios de cada licitante, compostos especialmente por horas de consultoria legal, contábil e de recursos humanos, além dos custos de abertura de empresa, notariais, bancários e de conselhos. Dessa forma, os valores indicados foram os mesmos de outros projetos semelhantes e devem ser considerados como estimativos.

Os valores relacionados à elaboração de custos operacionais e de PGRS são calculados a partir da tabela SINAPI de junho de 2023, considerando a utilização plena por um mês de engenheiro eletricista (R\$ 19.675,59) e de engenheiro sanitarista (R\$ 15.969,42).

A referência utilizada para o Cadastro Técnico foi a média das cotações recebidas por empresas do mercado, conforme anexos aos estudos.

Por fim, para a implantação do Programas de Gestão Socioambiental foi utilizado como referência a tabela SINAPI de junho de 2023, considerando a utilização plena por um mês de engenheiro sanitarista (R\$ 15.969,42).

5.2. Fase 1 – Transição (Investimentos em Infraestrutura)

A Fase 1 é marcada pela criação de bases sólidas para assunção dos serviços de iluminação pública e modernização do parque. Como principais marcos, estão a entrega do Centro de Controle Operacional, do almoxarifado e demais edificações que se fizerem necessárias, além da elaboração do projeto executivo e implantação dos sistemas de gestão necessários.

Para simplificar as justificativas, a tabela a seguir apresenta as referências para cada linha de custos que será apresentada ao final do tópico.

Tabela 36 – Investimento para reforma do(s) Imóvel(is)

Item	Ref.	Qtde	Valor Unit (R\$)	Valor Total (R\$)
Arquiteto (horista)	SINAPI ⁶	80 h	155,12	12.409,60
Engenheiro Civil (horista)	SINAPI ⁶	40 h	175,29	7.011,60
Parede com placas de gesso acartonado (Drywall)	SINAPI ⁶	100 m ²	111,03	11.103,00
Piso elevado com estrutura em aço	SINAPI ⁶	100 m ²	433,11	43.311,00
Ponto elétrico de tomada de uso geral	SINAPI ⁶	25 un	136,50	3.412,50
Ponto elétrico de iluminação, com interruptor paralelo	SINAPI ⁶	15 un	293,39	4.400,85
Tomada de rede RJ45	SINAPI ⁶	15 un	38,49	577,35
Cabo eletrônico Categoria 6A	SINAPI ⁶	500 m	15,85	7.925,00
Cabo de cobre flexível isolado, 2,5 mm ²	SINAPI ⁶	500 m	4,04	2.020,00
Quadro De Distribuição De Energia	SINAPI ⁶	2 un	596,32	1.192,64
Ar condicionado split inverter 36000 BTU/h	SINAPI ⁶	2 un	11.614,18	23.228,36

⁶ Tabela SINAPI relativa ao estado do Paraná, não desonerada, de junho de 2023.



Item	Ref.	Qtde	Valor Unit (R\$)	Valor Total (R\$)
Kit 10 Câmeras de Segurança HD Completo c/ DVR Multi HD 16 Canais	Cotação ⁷	2 cj	3.324,91	6.649,82
Conjunto de pontos hidráulicos de água fria para banheiro	SINAPI ⁶	4 un	1.192,18	4.768,72
Conjunto de pontos de coleta de esgoto para banheiro	SINAPI ⁶	4 un	324,70	1.298,80
Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada	SINAPI ⁶	2 un	324,70	649,40
Lavatório louça branca com coluna	SINAPI ⁶	2 un	318,03	636,06
Pintura látex acrílica standard	SINAPI ⁶	1.000 m ²	12,94	12.940,00
Variados (15%)		15%	143.534,70	21.530,21
TOTAL				R\$ 165.064,91

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Importante destacar que essa estimativa leva em consideração a locação de espaço existente que necessite apenas pequenas adaptações para o recebimento das operações, basicamente divididas em 2 grupos: área administrativa-gerencial e área de almoxarife/estacionamento.

Tabela 37 – Mobiliário, Computadores e periféricos

Item	Ref.	Qtde	Valor Unit (R\$)	Valor Total (R\$)
Estação de Trabalho com mesa e cadeira	Cotação ⁸	5	3.805,00	19.025,00
Computador tipo Desktop	Cotação ⁹	5	4.105,00	20.525,00
Impressora Multifuncional	Cotação ¹⁰	2	2.249,10	4.498,20
Videowall com 4 telas de 40" ou mais, controlador e suporte	Cotação ¹¹	1	24.775,60	24.775,60
Nobreak de 50kVA	Cotação ¹²	1	9.241,00	9.241,00
Rack fechado para servidor	SINAPI ⁶	1	3.147,11	3.147,11
Patch panel 24 portas	SINAPI ⁶	1	1.348,53	1.348,53
Switch Gerenciável 24P	Cotação ¹³	1	2.549,15	2.549,15
TOTAL				R\$ 81.211,91

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Tabela 38 – Sistemas e Projetos

⁷ Realizada pelo sítio online: www.upperseg.com.br, em 04/08/2023;

⁸ Realizada pelo sítio online: www.flexform.com.br, em 04/08/2023;

⁹ Realizada pelo sítio online: <https://www.dell.com>, em 04/08/2023;

¹⁰ Realizada pelo sítio online: <https://www.hp.com>, em 04/08/2023;

¹¹ Realizada pelo sítio online: www.fourserv.com.br e www.leroymerlin.com.br, em 04/08/2023;

¹² Realizada pelo sítio online: <https://www.dell.com>, em 04/08/2023;

¹³ Realizada pelo sítio online: www.fourserv.com.br, em 04/08/2023;



Item	Ref.	Qtde	Valor Unit (R\$)	Valor Total (R\$)
Projeto de Iluminação Viária e de EPL	Cotação	16.273	17,40	283.150,20
Projeto de Iluminação de Destaque	Cotação	8	15.000,00	120.000,00
Projeto de Cobertura da Telegestão	Cotação	4068	4,50	18.306,00
Implantação de Sistema de Gestão de IP	Cotação	1	30.000,00	30.000,00
TOTAL				R\$ 451.456,20

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Compilando os valores apresentados, a tabela a seguir apresenta os valores considerados na estimativa realizada:

Tabela 39 – Infraestrutura Civil / Mobiliário / Tecnologia da Informação / Operacional

Item	Valor do Investimento Inicial	% de Reinvestimento	Periodicidade de Reinvestimento
Reforma do(s) Imóvel(is)	R\$ 165.064,91	25%	9 anos
Mobiliário, Computadores e periféricos	R\$ 81.211,91	50%	5 anos
Sistemas e Projetos	R\$ 451.456,20	-	-
TOTAL	R\$ 697.733,02		

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Para atividades de Data Center (ou NOC), implantação de sistemas georreferenciado de gestão de IP e *call centers*, são consideradas contratações dos serviços com desembolsos mensais, entretanto sem investimento inicial.

5.3. Fase 2 - Modernização e Eficientização

A modernização e efficientização dos pontos de IP do município foi considerada de forma linear para o cumprimento de cada Marco da Concessão. Na estimativa realizada foram considerados os valores relacionados a:

- **Luminária LED:** valor médio por ponto, sendo diferente conforme potência, conjunto óptico e demais características do equipamento;
- **Braços:** O projeto prevê a uniformização dos braços nas vias, ou seja, exceto para condições específicas (presença de Transformador, presença de indivíduos arbóreos, distâncias entre o poste e a via maior que o dobro da média verificada, questões estéticas e/ou de segurança pré-aprovadas pela prefeitura). Dessa forma, é esperada uma troca considerável de braços.
- **Conectores:** Troca total dos conectores de Iluminação Pública no município, por conectores perfurantes (CDP) na conexão da rede de distribuição e conector de torção na conexão do cabo da luminária;
- **Cabo PP:** Troca total e uniformização dos cabos de alimentação das luminárias;

- **Relé Fotoelétrico Eletrônico e End Point de Telegestão** – Cada luminária será equipada de dispositivo de controle, pelo dispositivo de telegestão para os pontos indicados ou pelo tradicional relé fotoelétrico para todos os demais;
- **Descarte:** Referente ao valor de transporte, destinação final e emissão de certificado;

A seguir, serão apresentadas as premissas para a formação dos diversos valores envolvidos.

5.3.1. Custo médio da Luminária LED

O custo médio por Luminária LED foi calculado a partir de uma ponderação entre os custos (SINAPI e pesquisa de mercado) e a distribuição dos equipamentos pelas faixas de potência de acordo com o estudo de engenharia, listados na tabela abaixo.

Importante ressaltar que os valores SINAPI tratam de fornecimento com instalação. Esse estudo aproveita o levantamento dos custos de veículos (caminhão munk) e mão de obra, **entretanto, reconhece que a diferença de custos entre as luminárias especificadas nesse estudo e as utilizadas como referência para a tabela SINAPI.**

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

Tabela 40 – Faixa de Potência e seus respectivos custos para o Parque Modernizado.

Faixa de Potência	SINAPI ⁶	Cotação ¹⁴	Representatividade dentro da amostra
Até 35W	256,84	554,21	20,47%
50W	256,84	571,14	14,81%
70W	444,93	621,93	47,63%
90W	444,93	674,15	8,44%
110W	520,76	712,22	6,89%
130W	520,76	768,23	0,72%
150W	676,70	811,45	0,51%
180W	676,70	832,15	0,51%
Média	386,71	614,28	100%
Guindauto hidráulico	63,71		
Fita isolante adesiva antichama	0,05		
Auxiliar de eletricista com encargos complementares	5,33		
Eletricista com encargos complementares	7,37		
Total	386,40	600,78	100%

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

¹⁴ Para maiores detalhes, consultar o ANEXO II – Composição de Custos.

Importante destacar a diferença significativa entre a tabela SINAPI⁶ e o orçado com diferentes empresas. Essa diferença deve-se tanto a especificação mais exigente desse projeto, mas pode ser um sinal de alerta sobre a utilização da referência para a Iluminação Pública, o que se nota em editais diversos que utilizam um valor de referência superior ao da base de dados.

Apesar de ser possível imaginar uma redução futura nos valores praticados, esse estudo não leva em consideração essa redução por alguns motivos:

- i. É projetada toda a modernização no ano inicial da concessão, sem novos ciclos de modernização, portanto, essa redução só seria aplicada em materiais destinados à manutenção e expansão do parque;
- ii. Conforme levantado na etapa de diagnóstico de atratividade, os entrevistados apresentaram suas preocupações a respeito da saturação da curva de redução de preços das luminárias LED, bem como sobre a imprevisibilidade da evolução cambial do longo prazo.

5.3.2. Custo médio da troca dos Braços

Assim como as luminárias LED a tabela SINAPI apresenta os custos estimados para a troca de braço extensor de iluminação pública, contemplando material e mão de obra, entretanto, apresenta valores para apenas um tipo de braço.

Como forma de dirimir essa restrição, foram coletadas cotações para os braços de alcances mais longos, o que resultou no seguinte custo médio de troca.

Tabela 41 – Composição do custo da instalação de braço de IP.

Item	Ref.	Represent.	Valor Unit (R\$)
Braço para IP com Projeção Horizontal de 1,5m	SINAPI	65%	37,71
Braço para IP com Projeção Horizontal de 2,5m	Cotação	25%	130,71
Braço para IP com Projeção Horizontal de 3,5m	Cotação	10%	182,71
Guindauto hidráulico	SINAPI ⁶	100%	63,71
Auxiliar de eletricista com encargos complementares	SINAPI ⁶	100%	15,07
Eletricista com encargos complementares	SINAPI ⁶	100%	20,83
Outros (Cintas, parafusos, ferragens em geral)	estimativa	100%	41,07
Média			R\$ 216,14

Fonte: Tabela SINAPI e Cotações. Elaboração Omatic (2023)

Importante destacar que nem todos os braços serão trocados. A partir das simulações realizadas, foi observado que aproximadamente **22% do parque** deverá sofrer esse tipo de intervenção.

5.3.3. Custo médio da troca dos Cabos e Conectores

Esse projeto prevê a troca integral dos conectores e cabos que interligam a luminária a rede BT, como forma de mitigar mau-contatos, riscos associados ao envelhecimento de cabos e afins. Foram considerados conectores perfurantes para a conexão à rede BT e conectores de torção para a extensão do cabo fornecidos junto às luminárias, que podem ser eliminados em caso de aquisição de luminárias que venham de fábrica com cabo o suficiente para alcançar a rede de BT.

Tabela 42 – Composição do custo da instalação de Cabos e Conectores.

Item	Ref.	Quantidade.	Valor Unit (R\$)
Conector de Torção	Cotação	3	1,08
Conector Perfurante CDP	Cotação ¹⁴	3	10,06
Cabo de Cobre Flexível, 1.5mm ² , Isolação em PVC/A	SINAPI ⁶	9	1,70
Média			R\$ 48,72

Fonte: Tabela SINAPI e Cotações. Elaboração Omatic (2023)

5.3.4. Custo médio da troca dos itens de acionamento e controle

Esse projeto prevê duas formas distintas de acionamento das luminárias: por relé fotoeletrônico ou pelo sistema de telegestão, para as vias selecionadas para essa finalidade. A seguir é apresentado o cálculo do valor médio para acionamento e controle.

Tabela 43 – Composição do custo da instalação de acionamentos.

Item	Ref.	Represent.	Valor Unit (R\$)
Relé Fotoelétrico Eletrônico	SINAPI ⁶	80%	34,29
End Point de Telegestão	Cotação ¹⁴	20%	391,31
Média			R\$ 105,69

Fonte: Tabela SINAPI e Cotações. Elaboração Omatic (2023)

5.3.5. Custo médio total da modernização

Na tabela a seguir foram discriminados os valores aplicados por ponto para cada um dos materiais a serem substituídos e/ou incluídos na modernização:

Tabela 44 – Valores unitários médios previstos de investimento para modernização

Item	Valor Médio por ponto	Percentual do Parque
Luminária LED – Material e Mão de Obra	R\$ 600,78	100%
Cabos e Conectores – Material	R\$ 48,72	100%
Acionamento e Controle – Material	R\$ 105,69	100%
Descarte - Transporte e Destinação Final	R\$ 1,50	100%
Média sem Braço		R\$ 756,69
Braço – Material e Mão de Obra	R\$ 216,14	22%
Média com Braço		R\$ 972,83

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Para as Luminárias LED, foram considerados equipamentos com vida útil superior a 90.000 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 3 anos.

O cálculo do valor médio, considerando que aproximadamente 22% do parque necessitará troca de braço, é apresentado em tópico a seguir.

Figura 35 – Participação dos grupos na composição do CAPEX



Fonte: Elaboração Omatic (2023)

5.4. Adequação em áreas com Pontos Escuros

Conforme apresentado no item **2.6.3 Adequação em áreas com Pontos Escuros** é importante distinguir o que é considerado pontos escuros do que é demanda reprimida.

Resumidamente, pode-se entender os pontos escuros como todos aqueles pontos que, apesar de não ter vãos (anterior ou posterior) superiores a 60m, não apresentam solução luminotécnica simples para o atendimento normativo.

No âmbito desse estudo, estima-se que **4,12%** dos pontos necessitem a instalação de ponto extra, mesmo estando a menos de 60m de distância de outros postes, conforme pode ser observado no item **2.6.7 Aspectos Econômico-financeiros**. Desses casos, admite-se que 75% dos casos necessitem apenas a instalação de novo ponto e braço em poste existente, e 25% devem prever a instalação de novo poste. Essa premissa deve ser confirmada na oportunidade do Projeto Executivo da Concessão.

No que diz respeito aos custos associados, admite-se o mesmo custo médio apresentado no item **5.3. Modernização e Eficientização**, acrescido do custo para a implantação de um novo poste (25%), conforme cálculo a seguir:

Tabela 45 – Valor unitário de investimento para pontos escuros

Item	Ref.	Repres.	Valor Unit (R\$)
Custo Médio por ponto (com braço)	Item 5.3	100%	972,83
Assentamento de Poste de 11m/300DAN	SINAPI	25%	661,91
Poste de 11m/300DAN	Cotação ¹⁴	25%	2.185,58
Média por ponto escuro			R\$ 3.820,32

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

5.5. Faixas de Pedestres

Em conjunto com a Fase de Modernização, serão instalados novos pontos de IP para implantação de iluminação pública específica para faixas de pedestres. Para estimativa deste investimento foram considerados alguns cenários de implantação pela Concessionária, conforme largura da via, e utilizado o preço médio para precificação.

No que diz respeito aos custos associados, admite-se o mesmo custo médio apresentado no item **5.3. Modernização e Eficientização**, descontado da participação do braço na composição, acrescido do custo para a implantação de um novo poste metálico, conforme cálculo a seguir:

Tabela 46 – Valor unitário de investimento para Faixa de Pedestres

Item	Ref.	Repres.	Valor Unit (R\$)
Custo Médio por ponto (sem braço)	Item 5.3	1	756,69
Poste Metálico de 9m e braço simples	SINAPI	1	3.654,20
Média por semáforo			R\$ 4.410,89

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

5.6. Ciclovias

Em conjunto com a Fase de Modernização, serão instalados novos pontos de IP para implantação de iluminação pública específica para ciclovias. Para estimativa deste investimento foram consideradas as premissas resultantes do estudo de engenharia que indicaram a instalação de um ponto de IP exclusivo, incluindo instalação do poste, a cada 20 metros nos trechos das ciclovias.

No que diz respeito aos custos associados, admite-se o mesmo custo médio apresentado no item **5.3. Modernização e Eficientização**, descontado da participação do braço na composição, acrescido do custo para a implantação de um novo poste metálico, conforme cálculo a seguir:

Tabela 47 – Valor unitário de investimento para Ciclovias

Item	Ref.	Repres.	Valor Unit (R\$)
Custo Médio por ponto (sem braço)	Item 5.3	1	756,69
Poste Metálico de 9m e braço simples	SINAPI	1	3.654,20
Média por semáforo			R\$ 4.410,89

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

5.7. 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.

Os bens públicos selecionados para os projetos de IE foram detalhados no **capítulo 3 – Iluminação Especial** deste relatório, e a tabela a seguir traz o valor de investimento estimado para os materiais listados:

Tabela 48 – Resumo valores dos investimentos por projeto de Iluminação Especial

Item	Código	Quantidade	Valor Unit ¹⁵ (R\$)	Valor Total (R\$)
3.1 - Catedral de São Pedro	-	-	-	54.752,00
Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	22	142,00	3.124,00
Grade antifurto	EMPIE18	8	60,00	480,00
Perfil linear exterior IP65	EMPIE12	20	2.343,96	46.879,20
Eletricista e Aux. para Instalação	OMT01	80	53,36	4.268,80
3.2 - Rua Gourmet	-	-	-	43.483,84
Luminária Viária (sem braço)	EMPIE07	6	810,74	4.864,44
Poste metálico de 9m	EMPIE19	6	3.654,20	21.925,20
Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	20	142,00	2.840,00
Perfil linear exterior IP65	EMPIE12	5	2.343,96	11.719,80
Eletricista e Aux. para Instalação	OMT01	40	53,36	2.134,40
3.3 - Mercado Municipal	-	-	-	115.694,04
Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	20	142,00	2.840,00
Projektor de alta intensidade	EMPIE11	12	1.197,87	14.374,44
Fita de LED IP65	OMT04	200	24,56	4.912,00
Luminária Viária (sem braço)	EMPIE07	20	810,74	16.214,80
Poste metálico de 9m	EMPIE19	20	3.654,20	73.084,00
Eletricista e Aux. para Instalação	OMT01	80	53,36	4.268,80
3.4 - Rotatória da Melancia	-	-	-	21.340,96
Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	17	142,00	2.414,00
Luminária Viária (sem braço)	EMPIE07	4	810,74	3.242,96
Poste metálico de 9m	EMPIE19	4	3.654,20	14.616,80
Eletricista e Aux. para Instalação	OMT01	20	53,36	1.067,20
3.5 - Aeroporto 09 de Maio	-	-	-	4.889,60
Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	20	142,00	2.840,00
Fita de LED IP65	OMT04	40	24,56	982,40
Eletricista e Aux. para Instalação	OMT01	20	53,36	1.067,20

¹⁵ Inclui obras civis necessárias para a instalação de postes e implantação do projeto e miscelâneas como conectores, cabos e acessórios. Projeto para iluminação de destaque está cotado no **item 5.2 – Fase de Transição**.



Item	Código	Quantidade	Valor Unit ¹⁵ (R\$)	Valor Total (R\$)
3.6 - Árvore Centenária	-	-	-	4.978,56
Poste balizador de 70cm com luminária integrada	EMPIE08	8	286,92	2.295,36
Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	9	142,00	1.136,00
Grade antifurto	EMPIE18	9	60,00	480,00
Eletricista e Aux. para Instalação	OMT01	20	53,36	1.067,20
3.7 - Palmeiras Imperiais	-	-	-	8.194,40
Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	30	142,00	4.260,00
Grade antifurto	EMPIE18	30	60,00	1.800,00
Eletricista e Aux. para Instalação	OMT01	40	53,36	2.134,40
3.8 - Acesso Faz. da Cascata	-	-	-	30.944,04
Projektor de baixa intensidade	EMPIE07	6	810,74	4.864,44
Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	10	142,00	1.420,00
Grade antifurto	EMPIE18	10	60,00	600,00
Poste metálico de 9m	EMPIE19	6	3.654,20	21.925,20
Eletricista e Aux. para Instalação	OMT01	40	53,36	2.134,40
3.9 - Letreiro 'Teixeira de Freitas'	-	-	-	30.944,04
Projektor de baixa intensidade	EMPIE07	6	810,74	4.864,44
Projektor de baixa intensidade	EMPIE09	10	142,00	1.420,00
Grade antifurto	EMPIE18	10	60,00	600,00
Poste metálico de 9m	EMPIE19	6	3.654,20	21.925,20
Eletricista e Aux. para Instalação	OMT01	40	53,36	2.134,40
Total para Iluminação de Destaque				R\$ 315.221,48

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

5.8. Novos pontos de IP

Para os serviços de expansão da Rede de IP, a Concessionária será responsável pelo fornecimento de todos os componentes de IP e serviços de mão de obra para implantação dos novos pontos de IP.

Os valores foram estimados de forma unitária para cada tipo de intervenção. A seguir é tratada a demanda reprimida ou de expansão em áreas com distribuição elétrica, mas em que os postes não estão equipados com iluminação pública, ou seja, serão instalados luminárias e braços em postes compartilhados.

Tabela 49 – Investimento para Expansão em poste e rede compartilhada

Item	Ref.	Quantidade	Valor Unit (R\$)	Valor Total (R\$)
Custo Médio por ponto (com braço)	Item 5.3	1	972,83	972,83
Total por ponto				R\$ 972,83

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

A segunda hipótese de intervenção é semelhante à primeira, ou seja, instalação de braço e luminária em postes compartilhados, com a diferença de que, para esses pontos, considera-se a alimentação elétrica exclusiva (35m).

Tabela 50 – Investimento para Expansão em poste compartilhado e rede exclusiva

Item	Ref.	Quantidade	Valor Unit (R\$)	Valor Total (R\$)
Custo Médio por ponto (com braço)	Item 5.3	1	972,83	972,83
Cabo de Cobre 35mm ²	SINAPI ⁶	35m	31,64	1107,40
Total por ponto				R\$ 2.080,23

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

A terceira hipótese de expansão intervenção é para vias em que a iluminação conta com postes exclusivos e rede exclusiva. Para esses pontos, serão necessários além da luminária, o poste e todo encaminhamento elétrico, conforme tabela a seguir:

Tabela 51 – Investimento para Expansão em poste e rede exclusivos

Item	Ref.	Quantidade	Valor Unit (R\$)	Valor Total (R\$)
Custo Médio por ponto (com braço)	Item 5.3	1	972,83	972,83
Cabo de Cobre 35mm ²	SINAPI ⁶	35m	31,64	1.107,40
Poste metálico de 9m ou mais	SINAPI ⁶	1	3.654,20	3.654,20
Total por ponto				R\$ 5.734,43

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Por fim, apresenta-se o valor esperado para a expansão de pontos em praças e parques (EPL), com o uso de postes de menor altura.

Tabela 52 – Investimento para Expansão em EPL

Item	Ref.	Quantidade	Valor Unit (R\$)	Valor Total (R\$)
Custo Médio por ponto (sem braço)	Item 5.3	1	970,06	756,69
Cabo de Cobre 35mm ²	SINAPI ⁶	35m	31,64	1.107,40
Poste decorativo para Jardim com 2,5m	SINAPI ⁶	1	600,78	600,78
Total por ponto				R\$ 2.464,87

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Por fim, espera-se que o crescimento vegetativo de 1,5% aa do parque seja concentrado nos casos de expansão com compartilhamento e poste. De forma resumida, tem-se o seguinte quadro de custos:

Tabela 53 – Resumo dos custos de Expansão

Item	Ref.	Valor Unit (R\$)	Expansão do Parque	Crescimento Vegetativo
Poste e rede compartilhada	Tabela 49	R\$ 1.026,88	1.600	215
Poste compartilhado e rede exclusiva	Tabela 50	R\$ 2.134,28	50	15
Poste e rede exclusivos	Tabela 51	R\$ 5.788,48	224	25
Parques e praças	Tabela 52	R\$ 2.464,87	0	10
Faixa de Pedestre	Tabela 46	R\$ 4.464,94	343	5
Ciclovias	Tabela 47	R\$ 4.464,94	500	10

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

5.9. Resumo CAPEX

Nas tabelas a seguir são apresentadas visões resumidas com as principais linhas de CAPEX apresentadas neste relatório e seus valores estimados ao longo do prazo da PPP:

Tabela 54 – Valores de investimentos (CAPEX)

Linha de Investimento	Valor de CAPEX	%
Fase 0 - Despesas Pré-operacionais	R\$ 3.418.614,04	10,2%
Fase 1 - Investimento para reforma do(s) Imóvel(is)	R\$ 165.064,91	0,5%
Fase 1 - Mobiliário, Computadores e periféricos	R\$ 81.211,91	0,2%
Fase 1 - Sistemas e Projetos	R\$ 451.456,20	1,3%
Fase 2 - Modernização	R\$ 13.800.434,40	41,2%
Fase 2 - Iluminação Especial	R\$ 391.995,96	1,2%
Fase 2 - Expansão da Rede de IP <i>Incluindo Faixa de Pedestre e Ciclovias</i>	R\$ 15.205.080,29	45,4%
Total	R\$ 33.513.857,71	100,0%

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

6. Modelo de Custos e Despesas

Nos próximos itens serão abordados os valores monetários e as premissas relacionados à operação e manutenção da rede de IP e os serviços associados à PPP sob responsabilidade da Concessionária.

6.1. Estrutura Operacional

6.1.1. Introdução

A estrutura operacional está intimamente ligada à quantidade de chamados abertos por mês para os serviços. A quantidade de chamado, por sua vez, está ligada à taxa de falha mensal observada, que é um produto da vida útil dos equipamentos envolvidos.

Ou seja, a utilização de produtos com vida útil alongada é uma estratégia para que menos falhas sejam percebidas pela população.

Esse projeto utiliza como premissa que não haverá troca de pontos convencionais (VS/VM/MVM) por outros pontos convencionais. Ou seja, durante o período de modernização (fase 2), toda falha ensejará na troca do ponto por aquele definitivo. No período de transição (fase 1), caso o projeto da via ainda não esteja disponível, o concessionário deverá realizar a troca por equivalência de fluxo luminoso e, no período da modernização, realizar a troca se necessário.

6.1.2. Taxa de Falha Mensal dos equipamentos

O dimensionamento do volume de chamados para manutenção em campo levou em consideração as taxas de falha de cada componente do parque de IP, conforme apresentado na tabela abaixo:

Tabela 55 – Taxa de Falha Mensal dos equipamentos

Componente de IP	Taxa de Falha Mensal
Lâmpada Convencional (VS, VM, MVM)	3,00%
Reator	0,50%
Braço para IP	0,01%
Poste de IP	0,01%
Relé (Pré-Modernização)	2,00%
Relé (Parque Modernizado)	1,00%
Luminária LED	0,03%
Telegestão	0,03%
Vandalismo	0,03%

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Por outro lado, há um perfil de manutenção típico para equipamentos eletrônicos, infelizmente não há produção acadêmica em abundância sobre o tema específico em Iluminação pública, mas a lógica basicamente é de que há 3 fases tipos de falhas características para todos os equipamentos:

Figura 36 – Curva da Banheira



Fonte: <https://manutencaoemfoco.com.br/>

A primeira parte da curva é relacionada com as falhas de projeto, problemas de fabricação ou na montagem do equipamento. A segunda parte é estável e acompanha grande parte da vida útil do equipamento, tendo falhas aleatórias e de pequena proporção. A última parte, alcançada perto do fim da vida útil, é crescente e acontecem em virtude da deterioração do equipamento.

Dessa forma, esse estudo considerou uma taxa de falha igual ao dobro da mencionada na tabela inicial para o primeiro ano após substituição e para o ano anterior ao fim da vida útil declarada pelo fabricante.

6.1.3. Custo Médio por Chamado de Manutenção

Admitindo-se que os chamados que tratam a de luminárias convencionais já serão tratados como troca de modernização, e seus custos já foram estimados no CAPEX, resta precificar o custo da troca de pontos já modernizados que porventura apresentarem alguma falha, dessa foram, as probabilidades podem ser calculadas da seguinte forma:

Tabela 56 – Custo médio para atendimento de chamado

Componente de IP	Taxa de Falha Mensal	Probabilidade dentro de uma ocorrência
Braço para IP	0,01%	0,91%
Poste de IP	0,01%	0,91%
Relé (Parque Modernizado)	1,00%	90,91%
Luminária LED	0,03%	2,73%
Telegestão	0,03%	2,73%
Vandalismo	0,02%	1,82%

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Considerando os custos apurados em outros itens desse documento, e admitindo-se que toda falha deverá provocar o deslocamento de profissionais e caminhão, temos a seguinte composição de custos para os chamados:

Tabela 57 – Custo Médio por atendimento de Chamado (Material e Serviço)

Item	Ref.	Repres.	Valor Unit (R\$)
Custo Médio de Braço ¹⁶	Tabela 41	0,91%	116,53
Poste Exclusivo de IP	SINAPI	0,91%	3.554,59
Relé Fotoelétrico Eletrônico	SINAPI	90,91%	34,29
Luminária LED ¹⁶	Tabela 40	2,73%	514,67
Telegestão	Cotação	2,73%	485
Vandalismo	Estimativa	1,82%	1.940,50
Guindauto hidráulico	SINAPI	100%	63,71
Auxiliar de eletricista com encargos complementares	SINAPI	100%	15,07
Eletricista com encargos complementares	SINAPI	100%	20,83
Miscelânea (Cabos, parafusos, cintas, suportes etc.)	10% do total	100%	26,8149
Média por chamado			R\$ 249,37

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

6.1.4. Equipe de Verificação Ativa (rondas)

Os serviços de verificação ativa, por sua vez, tiveram seu efetivo determinado visando a identificação de defeitos e falhas nos pontos de IP para acionamento das equipes de manutenção. Nesta seção será apresentada uma estimativa de custos de verificação ativa (ronda) por ponto de IP.

Os custos associados à mão de obra e veículos foram calculados considerando-se o valor do aluguel das motocicletas, as despesas com combustível, os salários (já abrangendo encargos, benefícios e todos os custos indiretos envolvidos, por ter sido considerado o modelo de subcontratação), equipamentos e ferramentais necessários.

Na tabela a seguir são apresentados os custos mensais de um “rondeiro”:

Tabela 58 – Custos Mensais por Equipe de Ronda

Item	Ref.	Quantidade	Valor Unit (R\$)	Valor Total (R\$)
Locação Mensal da Motocicleta	Cotação	1	1.200,00	1.200,00
Eletricista com encargos complementares	SINAPI	1	3.936,87	3.936,87
Combustível	Estimado	70	6,00	420,00
Total por ponto				R\$ 5.556,87

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

Admitindo-se que a ronda percorrerá todos os, aproximadamente, 670km de malha viária municipal a cada 2 semanas, seria necessário uma média de velocidade de aproximadamente 11,17 km/h, bastante razoável para esse serviço. Tendo como premissa que o serviço pode ser executado até a velocidade de 20 km/h, estima-se que o valor da equipe de ronda se manterá estável por toda a concessão,

¹⁶ Valor Descontado dos custos de guindauto e mão de obra, que serão acrescidos no final da tabela

devendo ser avaliado caso, em algum momento o parque ultrapasse os 28.500 pontos, situação que não é prevista por esse estudo.

Admitindo-se que a motocicleta, a essa velocidade, apresenta rendimento próximo aos 20km/litro, estima-se o consumo aproximado de 70 litros de combustível.

Para o cálculo do custo de ronda por ponto de IP foram utilizados os valores previamente detalhados, sobre o custo mensal da equipe e a produtividade de cada equipe:

6.2. Poda de Árvore

Em relação à execução de poda de árvores, será previsto como escopo da Concessionária a realização da poda em todos os indivíduos arbóreos que esteja apresentando interferência no fluxo luminoso do ponto de iluminação pública. Complementarmente, a Concessionária também será responsável pelo descarte adequado dos resíduos provenientes das atividades de poda realizadas.

Através dos dados do trabalho de campo, foi possível identificar o nível de interferência da arborização na rede de IP do Município, de aproximadamente 1,84%, ou uma demanda mensal de 150 serviços de poda de árvores para desobstrução da Iluminação Pública (IP).

Tabela 59 – Custos Mensais com serviços de Poda de Árvores e coleta dos resíduos

Item	Ref.	Quantidade	Valor Unit (R\$)	Valor Total (R\$)
Custo por serviço de poda, coleta de resíduos de poda e destinação	Toledo ¹⁷	150	160,71	24.106,50
Total mensal			24.106,50	

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

6.3. Sistema de Telegestão, de Gestão Integrada e Call Center

Para o sistema de telegestão, foram consideradas as despesas mensais relacionadas à manutenção do *software* e seu suporte operacional, bem como à rede de dados para os concentradores instalados no parque. Este formato de precificação para telegestão é uma prática de mercado das empresas, em que o custo mensal é calculado para cada ponto de IP com sistema de telegestão instalado, e não de forma segregada entre concentradores, controladores e sistemas.

O sistema de gestão integrada permite que, a partir do cadastro georreferenciado, todos os dados dos ativos do sistema de IP possam ser geridos, inclusive com a gestão de manutenção, gestão de podas e geração de indicadores.

¹⁷ Edital do Pregão Eletrônico PE-083/2020, cujo objeto é Serviço de Poda de Árvores individuais, valor utilizado do item “Serviço de poda individual de árvore de pequeno e médio porte, que não oferece risco. Exclusivo para poda de árvores que estejam prejudicando a iluminação pública., que inclui coleta e destinação.

Tabela 60 – Custos Mensais com Sistema de Telegestão, de Gestão Integrada e Call Center

Item	Ref.	Quantidade	Valor Unit (R\$)	Valor Total (R\$)
Sistema de telegestão	Orçamento	3.075	1,02	3.136,50
Sistema de Gestão Integrada de IP	Estimativa	16.273	0,15	2.440,95
Call Center	Estimativa	16.273	0,35	5.695,55
Total mensal				R\$ 11.273,00

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

6.4. Estrutura Administrativa

Os custos de operação da Sede considerados como Despesas da Concessionária são os custos relativos a salários da Equipe Administrativa (Não Operacional) e Despesas Gerais e Administrativas.

6.4.1. Equipe Administrativa

De forma complementar à equipe operacional previamente apresentada neste relatório, a Concessionária deverá dispor de uma equipe administrativa para gestão dos serviços, supervisão das equipes de campo e realização de outras atividades relacionadas à gestão da PPP.

A tabela a seguir apresenta a estimativa referencial da quantidade de profissionais por cargo, além dos respectivos custos mensais para cada cargo:

Tabela 61 – Despesa Mensal com Salário da Equipe Não-Operacional

Cargo	CBO	Qtde	Salário Bruto	Custo Total ¹⁸
Gerente de Contratos	1413-05	1	R\$ 6.667,79	R\$ 12.278,07
Engenheiro Eletricista (Resp. Técnico)	2143-15	1	R\$ 9.034,96	R\$ 16.636,98
Supervisor de Operação e Manutenção	9501-10	1	R\$ 4.496,54	R\$ 8.279,93
Técnico Ambiental	3212-10	1	R\$ 2.543,59	R\$ 4.683,77
Técnico Segurança no Trabalho	3516-05	1	R\$ 3.218,31	R\$ 5.926,20
Assistente Administrativo/Financeiro/RH	4110-10	1	R\$ 2.052,82	R\$ 3.780,06
Almoxarife	4141-05	1	R\$ 2.972,11	R\$ 5.472,84
Auxiliar Almoxarife	4141-05	1	R\$ 1.767,74	R\$ 3.255,12
TOTAL	-	-		R\$ 60.312,97

Fonte: Omatic, Salarios.com.br e CAGED. Elaboração Omatic (2023)

¹⁸ Os salários indicados consideram 84,14% de encargos trabalhistas e sociais.

6.4.2. Instalações e Utilidades

Para o funcionamento da estrutura organizacional da Concessionária são estimados custos associados à unidade operacional, como aluguel e despesas gerais e administrativas.

Nesta seção também são indicados custos voltados à tecnologia da informação para manutenção e licenças dos softwares utilizados pela Concessionária. Para a Central de Atendimento (*Call Center*) foi considerada como premissa na modelagem a subcontratação deste serviço pela Concessionária junto a empresa especializada.

Na tabela a seguir são apresentados os custos mensais e unitários para estes itens:

Tabela 62 – Despesas Gerais e Administrativas (R\$)

Item	Valor Mensal Pré-Modernização	Valor Mensal Pós-Modernização
Despesas Administrativas (Energia, Água/Esgoto, Telefonia, Cópias, Internet, Serviços Bancários, Limpeza, Honorários advocatícios, serviços contábeis, Comunicação, Medicina do Trabalho)	R\$ 6.000	R\$ 4.000
Despesas com Aluguel	R\$ 10.000	R\$ 5.000

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

6.5. Seguros e Garantias

A contratação de seguros e garantias deverá ser executada pela Concessionária como forma de garantir a plena operação e responsabilidades do contrato. Sendo assim, caberá à Concessionária contratar minimamente:

Tabela 63 – Lista de Seguros e Garantias

Seguro/Garantia	Objetivo
Garantia de Execução do Contrato	Assegurar o desenvolvimento do projeto dentro do escopo, prazo e qualidade, previstos 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 fim 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	Amparar os prejuízos por danos materiais causados ao parque de Iluminação Pública, decorrentes 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: Elaboração Omatic (2023)

Para a modelagem econômico-financeira, foram consideradas as seguintes premissas referenciais para estimativa dos custos relacionados aos seguros e garantias:

Tabela 64 – Premissas de Custos dos Seguros e Garantias

Seguro/Garantia	Base de cálculo	Taxa
Garantia de Execução do Contrato	5% do Valor do contrato	0,6% a.a.
Seguro Responsabilidade Civil – Modernização	Valor do Contrato para o período de modernização	3,0% a.a.
Seguro Responsabilidade Civil – Operação	Valor do Contrato para o período de operação pós-modernização	0,75% a.a.
Riscos Operacionais	Valor de Contrato proporcional a 1 ano.	0,30% a.a.
Riscos de Engenharia	CAPEX do período de modernização	0,20% a.a.

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

6.6. Verificador Independente

Para apoiar o Poder Concedente na fiscalização do Contrato da PPP, está prevista a contratação pela Concessionária de uma empresa especializada (Verificador Independente – VI) conforme critérios de seleção e regulamentação descrita no anexo do Contrato de Concessão.

Entre as principais atribuições do VI, pode ser citado:

- Elaborar o relatório de desempenho (incluindo aferição em campo dos indicadores), conforme o Sistema de Mensuração de Desempenho descrito no anexo do Contrato;
- Calcular os pagamentos relacionados à Concessão, incluindo contraprestação mensal, índice de reajuste anual, bônus sobre a conta de energia, compartilhamento de receitas acessórias;
- Acompanhar e emitir Termos de Aceite quanto aos principais marcos da Concessão, incluindo Planos, implantação do CCO, Cadastro de IP, Marcos de Modernização, entre outros;
- Suportar o Poder Concedente em eventuais pleitos de reequilíbrio econômico-financeiro;
- Capacitação do Poder Concedente com base em conteúdos programáticos relacionados ao tema de PPP/Concessões e o setor de iluminação pública;
- Atestar periodicamente o cumprimento pela Concessionária dos requisitos socioambientais da *International Finance Corporation - IFC*, especificamente as provisões dos Padrões de Desempenho sobre Sustentabilidade Socioambiental;
- Avaliar os Programas de Gestão Socioambiental implementados pela Concessionária;
- Entre outras atribuições previstas no Contrato de Concessão.

Considerando as premissas descritas acima para o escopo de atuação do Verificador Independente, foram estimados valores mensais para remuneração do VI para cada Fase da PPP:

Tabela 65 – Despesa Mensal com Verificador Independente

Fase	Valor Mensal
Setup ¹⁹	R\$ 120.000
Modernização ²⁰	R\$ 100.000
Operação ²¹	R\$ 35.000
Capacitação ²²	R\$ 3.333

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

6.7. Resumo OPEX

Na imagem a seguir é apresentada uma visão resumida com as principais linhas de OPEX apresentadas neste relatório, e seus valores estimados ao longo do prazo da PPP:

Tabela 66 – Valores de custos e despesas (OPEX)

Linha de Custos e Despesas	Valor de OPEX	%
Atendimento de Chamado (Material e MO)	46.505,39	23%
Equipe de Ronda	5.556,87	3%
Poda de Árvore	24.106,50	12%
Telegestão, Gestão Integrada e Call Center	11.273,00	6%
Equipe Não-Operacional	60.312,97	30%
Despesas Gerais e Administrativas	9.888,89	5%
Seguros e Garantias	4.674,70	2%
Verificador Independente	41.095,65	20%
Total Médio Mensal	203.413,97	100%

Fonte: Elaboração Omatic (2023)

¹⁹ Na Fase de Setup não ocorre a medição conforme Sistema de Mensuração de Desempenho, mas o VI detalha os procedimentos e formas de medição a serem executados e realiza o alinhamento deste processo junto ao Poder Concedente e Concessionária.

²⁰ Na Fase de Modernização é iniciado o processo de medição de desempenho, e adicionalmente também são emitidos alguns Termos de Aceite, como referente aos marcos da modernização.

²¹ A Fase de Operação estará mais focada no acompanhamento do desempenho da Concessionária, mas também incluindo termos de aceite quanto às atividades de expansão e apoio em pleitos de reequilíbrio econômico-financeiro.

²² Carga horária de 40 horas a cada 12 meses, com o primeiro treinamento sendo realizado ainda na fase de *setup*.

7. Custos e Despesas do Poder Concedente

Para a modelagem econômico-financeira foram avaliados e considerados os custos sob responsabilidade da Prefeitura (Poder Concedente) durante o prazo da PPP, incluindo, além dos pagamentos previstos à Concessionária (Contraprestação Mensal e Aporte Público):

- Custo com Energia Elétrica para IP;
- Taxa paga à Distribuidora de Energia pelo serviço de arrecadação da CIP;
- Remuneração da Instituição Financeira Depositária.

Nos tópicos a seguir são descritas as premissas consideradas para cada um dos itens citados acima.

7.1. Custos com Energia Elétrica

Para o cálculo dos custos com energia elétrica aplicou-se a seguinte fórmula:

$$Custo_{EE} = [Carga_{IP} \times Horas \times Dias] \times Tarifa$$

Em que:

$Custo_{EE}$ (R\$) = Custo mensal da Prefeitura com conta de energia elétrica para IP;

$Carga_{IP}$ (kW) = Somatório da carga (potência), em kilowatts (kW), de todos os componentes da rede de IP, incluindo lâmpadas e perdas de equipamentos auxiliares, como reator e relé;

$Horas$ (h) = Horas de funcionamento diário do ponto de IP para fins de apuração do consumo de energia;

$Dias$ = Dias de funcionamento no mês, equivalente à quantidade de dias no mês;

$Tarifa$ (R\$ / kWh) = Tarifa de energia elétrica utilizada pela Distribuidora de Energia para fins de apuração da fatura de energia, incluindo impostos e bandeiras tarifárias.

Para o parâmetro da Carga de Iluminação Pública, utiliza-se como base o cadastro de IP inicial do Município, o qual contempla o quantitativo de pontos de IP e respectivas potências; e equipamentos auxiliares. Sobre este cadastro de IP aplica-se a meta de eficiência, conforme item **2.5.6 – Resultados das Simulações Luminotécnicas**, de forma progressiva de acordo com a evolução da Fase de Modernização.

Para o consumo de energia, multiplica-se a Carga pelo tempo de funcionamento da rede de IP em cada período, através dos dias do respectivo mês e as horas diárias de funcionamento conforme as diretrizes apresentadas na resolução 2590/2019 da ANEEL, em que o tempo teórico é de 11 horas e 27 minutos, equivalente a **11,45 horas**.

Em relação ao parâmetro da tarifa de energia, conforme detalhado no relatório de Situação Técnico-Operacional, os custos relacionados são calculados a partir de tarifa de energia específica para a classe de consumidor – iluminação pública:

- **Tarifa b4a:** R\$ 444,14/ MWh (Sem impostos)²³

²³ Fonte: Site www.neoenergiaoelba.com.br, consultado em 07/08/2023

- **Impostos** ²³:
 - ICMS: 27%
 - PIS: 3,54%
 - COFINS: 0,77%

Adicionalmente à tarifa branca de energia elétrica (b4a) citada acima, o valor pago está sujeito à incidência de bandeiras tarifárias conforme regramentos definidos pela ANEEL. A bandeira tarifária pode ter alteração mensal, sendo os respectivos valores apresentados a seguir:

Tabela 67 – Adicional Bandeira Tarifária (sem impostos)

Adicional	R\$/MWh
Verde	0
Amarela	29,89
Vermelha P1	65,00
Vermelha P2	97,95

Fonte: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20223051ti.pdf>. Elaboração: Omatic (2023)

Para fins de projeção na modelagem econômico-financeira, do efeito das bandeiras tarifárias no custo de energia, foi mapeado o histórico de incidência de bandeiras entre 2019 e 2021:

Tabela 68 – Histórico Bandeira Tarifária

Mês	2019	2020	2021
Janeiro	Verde	Amarela	Amarela
Fevereiro	Verde	Verde	Amarela
Março	Verde	Verde	Amarela
Abril	Verde	Verde	Amarela
Maió	Amarela	Verde	Vermelha P1
Junho	Verde	Verde	Vermelha P2
Julho	Amarela	Verde	Vermelha P2
Agosto	Vermelha P1	Verde	Vermelha P2
Setembro	Vermelha P1	Verde	Escassez Hídrica
Outubro	Amarela	Verde	Escassez Hídrica
Novembro	Vermelha P1	Verde	Escassez Hídrica
Dezembro	Amarela	Vermelha P2	Escassez Hídrica

Fonte: ANEEL. Elaboração: Omatic (2023)

Aplicada as tarifas de hoje para as bandeiras tarifárias do histórico, considerando a extinta bandeira de “Escassez Hídrica” como “Vermelha P2”, teríamos um **adicional médio mensal de R\$ 36,46 por MWh**.

Portanto, o valor médio do MWh atual, incluindo o adicional tarifário é dado por:

$$\text{Custo MWh} = \frac{B4a + \text{Bandeira}}{1 - (\text{PIS} + \text{COFINS} + \text{ICMS})} = \text{R\$ } 699,67$$



Por fim, é importante lembrar a carga média do parque atual (não modernizado) e a carga média do parque atual (modernizado), ambos calculados no item **2.5.6 – Resultados das Simulações Luminotécnicas**, a saber:

Carga Média (não modernizado): 138,1 W por ponto

Carga Média (modernizado): 75,0 W por ponto

A partir de todas as premissas previamente detalhadas nesta seção, é possível estimar o custo da conta de energia elétrica para IP, a ser paga pela Prefeitura durante o prazo da PPP. A tabela abaixo apresenta a projeção do consumo de energia elétrica (kWh) e os respectivos valores financeiros a serem pagos:

Tabela 69 – Custo Anual de Energia Elétrica com IP

Ano	Pontos	Consumo de Energia Elétrica Anual (MWh)	Custo Anual (R\$ x 1000)
1	17.510	10.106	7.071
2	18.214	5.709	3.995
3	20.537	6.437	4.504
4	20.922	6.558	4.588
5	21.307	6.679	4.673
6	21.697	6.801	4.758
7	22.096	6.926	4.846
8	22.493	7.050	4.933
9	22.898	7.177	5.022
10	23.307	7.306	5.112
11	23.719	7.435	5.202
12	24.139	7.566	5.294
13	24.561	7.699	5.387
14	24.993	7.834	5.481
15	25.441	7.975	5.580
16	25.888	8.115	5.678
17	26.344	8.258	5.778
18	26.803	8.401	5.878

Fonte: Elaboração Omatic (2023)



7.2. Taxa de serviço arrecadação da CIP/COSIP

Conforme apresentado no relatório de Situação Técnico-Operacional, a distribuidora ainda cobra um valor referente aos serviços de arrecadação da CIP/COSIP. Este valor foi tratado na Resolução 1.000 da ANEEL, mas tendo em vista a possibilidade de eventuais questionamentos judiciais, preferiu-se manter a premissa da cobrança por parte das Distribuidoras. **Para o Município o valor atual pago à Distribuidora de Energia corresponde a 3,38% do montante de COSIP arrecadado.**

7.3. Instituição Financeira Depositária

Para gestão das contas financeiras (Conta Vinculada, Conta Reserva e outras relacionadas à PPP), é necessário a contratação uma instituição financeira independente. O custo deste serviço será de responsabilidade da Prefeitura, e considerando projetos similares, **foi estimado o custo mensal de R\$ 10.000,00.**



Anexo I – Informações do Trabalho de Campo



Anexo II – Composição de Custos



8. Encerramento

Número do Documento: **RL-2210-000-OMT-009**
Revisão: **PUBLICAÇÃO EDITAL**
Parecer Técnico Anterior: **ATUALIZAÇÃO FEP/B3**
Data da Revisão Atual: **03/04/2023**
Número de Folhas **95**

Elaboração:

Arq. Bruno Amaral (CAU: A42024-7)

Eng. Michel Silva (CREA/RJ: 2011110011)

Coordenação:

Felipe Andrade Lucci

CREA: PR-93329/D