



## Estudo de Viabilidade: Iluminação Pública de Toledo – PR

# Estudos de Engenharia e Afins

### Identificação

---

Identificação	Projeto	Número	Versão	Páginas
Identificação	-	-		149

	Preparado por	Verificado por	Aprovado por
Nome	Paulo Candura / Luiz Colombo / Valter Poester Albuquerque		
Função	Engenheiros		
Data	22.03.2021		

ÍNDICE	2
ÍNDICE DE QUADROS (FIGURAS E TABELAS)	6
1. GLOSSÁRIO	9
2. CONSIDERAÇÕES GERAIS	16
3. RESTRIÇÕES DE ACESSO	17
4. SÍNTESE	18
5. INTRODUÇÃO	20
5.1 Cronograma Geral da Concessão - FASEAMENTO	21
6. CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA REDE	24
6.1 Objetivos Gerais	24
6.2 Caracterização do Parque	24
6.3 Posicionamento dos Postes	27
6.4 Cadastro	27
7. METODOLOGIA DO PROJETO DE ENGENHARIA	28
7.1 Objetivo	28
7.2 Diretrizes da Prefeitura	29
7.3 Nível de Detalhamento	29
7.4 Escopo e Aspectos não Abordados no Projeto	30
7.5 Tecnologias Consideradas	31
7.6 Metodologia de Projeto	31
7.7 Mapeamento de Vias e Pontos de Interesse	32
7.8 Estrutura e Especificação da Solução	33
7.9 Estudos Luminotécnicos	33
7.10 Dimensionamento da Solução	35
7.11 Referências para o Projeto	35
7.12 Classificação de Vias e Valores Luminotécnicos Normativos	36
7.13 Normas Técnicas	37
7.14 Informações Utilizadas	38
7.15 Estimativas de Custos e Investimentos	39
8. MAPEAMENTO DAS VIAS	40
8.1 Classificação das Vias	42
8.2 Centralidades	43
8.3 Visualização das Vias por Classificação Viária	44
8.4 BIOPARK	50
9. ESTRUTURA E ESPECIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO	51
9.1 Estrutura Geral	51

9.2	Remodelação dos Pontos Existentes.....	54
9.3	Instalação de Novas Luminárias .....	54
9.4	Substituição dos Braços de Suporte .....	55
9.5	Materiais de Montagem .....	56
9.6	Configuração do Posteamto.....	56
9.7	Correção de Pontos Escuros .....	56
9.8	Expansões.....	57
9.9	Demanda Reprimida.....	57
9.10	Crescimento Vegetativo.....	58
9.11	Expansão com Investimentos de terceiros.....	60
9.12	Banco de Pontos .....	60
9.13	Gestão do Parque.....	63
9.14	CCO .....	63
9.14.1	Especificação Funcional Video Wall.....	67
9.15	Telegestão.....	68
9.16	Contagem Veicular - Quantificação de equipamentos de monitoramento de tráfego para Iluminação Pública .....	71
9.17	Projeto Elétrico .....	74
10.	ESTUDOS LUMINOTÉCNICOS .....	76
10.1	Vias V1, V2 e V3.....	76
10.2	Vias V4 e V5.....	81
11.	DIMENSIONAMENTO DA SOLUÇÃO .....	83
11.1	Quantificação.....	83
11.2	Dimensionamento de Equipamentos e Materiais .....	83
11.3	Matriz de Instalação.....	85
11.3.1	Modernização e Eficiência do Parque Existente .....	85
11.3.2	Correção de Pontos Escuros.....	87
11.4	Demanda Reprimida.....	88
11.5	Consumo de Energia Elétrica .....	93
11.6	Cronograma de Implantação.....	97
11.7	Priorização.....	97
12.	PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO, DIMENSIONAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO.....	99
12.1	Pontos de Interesse Especial.....	99
12.1.1	Parques, Praças e Quadras Esportivas .....	99
12.1.2	Iluminação de Destaque ou Artística.....	100
13.	ESTIMATIVAS DE CAPEX E OPEX PARA OS CENÁRIOS DE INVESTIMENTO	101

13.1	Base de Informações Utilizadas.....	101
13.2	Estimativas de Investimentos.....	101
13.3	Base Comum.....	101
13.3.1	Adequação do Parque IP às Normas de Iluminação.....	102
13.3.2	Cadastro Georreferenciado .....	102
13.3.3	Eficácia e Índice de Reprodução de Cor Mínimos .....	103
13.3.4	Potência Instalada Atual x Futura.....	103
13.3.5	Aspectos Ambientais do Projeto.....	103
13.3.6	Iluminação de Artística e de Destaque (IA's e ID's) .....	104
13.3.7	Tratamento Especial das Centralidades.....	106
13.3.8	Instalação de Novos Pontos de Luz .....	106
13.3.9	Substituição dos Braços e Ferragens, Conexões e Relés. ....	106
13.4	Variáveis de Cenário.....	107
13.4.1	Telegestão nas Vias .....	107
13.4.2	Controle de Tráfego.....	108
13.5	Instalação de Novas Luminárias .....	109
13.5.1	Materiais de Montagem .....	111
13.5.2	Equipamentos Auxiliares .....	112
13.5.3	Estrutura, Informática e Softwares .....	112
13.6	Elementos de Investimento e Operação .....	113
13.6.1	Equipes .....	113
13.6.2	Ferramentas.....	116
13.6.3	Veículos .....	118
13.7	Custos e Despesas Operacionais da PPP .....	119
13.7.1	Manutenção dos Pontos de Luz .....	119
13.7.2	Telegestão .....	121
13.7.3	Despesas Administrativas .....	121
13.7.4	Custos e Despesas Pré-Operacionais da PPP .....	121
13.7.5	Despesas Operacionais com Terceiros.....	122
13.7.6	Despesas com a gestão da SPE .....	122
13.7.7	Despesas com pessoal.....	123
13.7.8	Despesas com pessoal – Capacitação.....	123
13.7.9	Outras Despesas Operacionais.....	124
13.7.10	Despesas Operacionais Consolidado – OPEX CONSOLIDADO.....	125
14.	CENÁRIOS DE INVESTIMENTO PROPOSTOS E OPEX CONSOLIDADO .....	126
14.1	Cenário 01 - Mínimo .....	127
14.2	Cenário 02 – Otimizado .....	131
14.3	Cenário 03 – 100% LED e 100% Telegestão.....	136

15. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	142
APÊNDICE I – VIDA ÚTIL DO LED.....	143
APÊNDICE II – MONTAGEM DE LUMINÁRIAS .....	144
APÊNDICE III – INSTALAÇÕES DE POSTES.....	145
ANEXO I – MAPA DOS ELEMENTOS URBANOS .....	146
ANEXO II – MAPEAMENTO DAS VIAS.....	147
ANEXO III – ESTUDOS LUMINOTÉCNICOS .....	148
ANEXO IV – ANEXOS DO CADERNO DE ENCARGOS .....	149

## ÍNDICE DE QUADROS (FIGURAS E TABELAS)

---

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Documentos relacionados com a solução de Engenharia .....	20
Figura 2 – Cronograma das etapas da concessão - FASEAMENTO.....	23
Figura 3 - Localização de Toledo - PR .....	25
Figura 4 - Município de Toledo – PR: Perímetro urbano e distritos .....	25
Figura 5 - Metodologia para o Projeto das Unidades de Iluminação.....	32
Figura 6 - Exemplo de Perfil e Calha Viária.....	34
Figura 7 - Exemplo de Simulação Luminotécnica para uma Via.....	35
Figura 8 - Mapa do Transporte Coletivo.....	42
Figura 9 - Mapa Cicloviário .....	42
Figura 10 - Mapa das Centralidades .....	44
Figura 11 - Mapa das Vias V1 – Distrito Sede.....	45
Figura 12 - Mapa das Vias V2 – Distrito Sede.....	45
Figura 13 - Mapa das Vias V3 – Distrito Sede.....	46
Figura 14 - Mapa Geral das Vias .....	47
Figura 15 – Hierarquia viária nos 13 Distritos – Área Rural Toledo .....	48
Figura 16 - Perspectiva da Implantação do BIOPARK .....	50
Figura 17 - Elementos de uma Luminária.....	55
Figura 18 - Processo Envolvendo a CCO.....	64
Figura 19 - Topologia Centro de Controle Operacional .....	67
Figura 20 – Hierarquia viária .....	72
Figura 21 - Parâmetros da Via, Luminária e Montagem .....	77
Figura 22 - Renderização da Simulação Luminotécnica.....	77
Figura 23 - Resultados Luminotécnicos da Simulação .....	78
Figura 24 - Exemplo de Resultados dos Estudos Luminotécnicos em V1 .....	78
Figura 25 - Esquemático da Base Comum dos Cenários .....	101
Figura 26 - Cenários de Investimentos Propostos.....	126
Figura 27 - Características Técnicas - Cenário 01 .....	127
Figura 28 - Características Técnicas - Cenário 02 .....	132
Figura 29 - Características Técnicas - Cenário 03 .....	137
Figura 30 – Vida Útil .....	143
Figura 31 - Materiais e Montagem – Luminária e Braço Típico .....	144

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Iluminância Média Mínima e Uniformidade.....	36
Tabela 2 - Luminância Média, Uniformidades, TI e SR .....	37
Tabela 3 - Iluminância Média e Uniformidade Mínimo.....	37
Tabela 4 - Exemplo planilha Mapeamento: Vias V1 .....	41
Tabela 5 - Pontos de IP: Distribuídos por Classe de Iluminação .....	49
Tabela 6 - Eficientização e Adequação .....	51
Tabela 7 - Crescimento Populacional do Estado do Paraná .....	59
Tabela 8 - Crescimento Populacional de Toledo - Projeção.....	59
Tabela 9 – Contabilização: Consumo dos créditos do Banco de Pontos 1 .....	61
Tabela 10 – Contabilização: Consumo dos créditos do Banco de Pontos 2.....	62
Tabela 11 – Contabilização: Consumo dos créditos do Banco de Pontos 3.....	62
Tabela 12 - Centro de Controle Operacional.....	66
Tabela 13 - Categorias de Pontos com Telegestão.....	70
Tabela 14 – Extensão vias V1, V2 e V3.....	72
Tabela 15 – Dimensionamento do nº de SATs.....	73
Tabela 16 - Compilação dos Resultados Luminotécnicos – V1 .....	79
Tabela 17 - Compilação dos Resultados Luminotécnicos – V2.....	80
Tabela 18 - Compilação dos Resultados Luminotécnicos – V3.....	80
Tabela 19 – Calhas Padrão para as Vias V4 e V5 .....	81
Tabela 20 - Resultados Luminotécnicos para Calhas Padrão em Vias V4 e V5.....	82
Tabela 21 - Compilação dos Resultados Luminotécnicos – V4.....	82
Tabela 22 - Compilação dos Resultados Luminotécnicos – V5.....	82
Tabela 23 - Quantificação Geral da Solução.....	83
Tabela 24 - Equipamentos e Materiais – Unidades para Instalação.....	84
Tabela 25 - Equipamentos e Materiais – Racional de Dimensionamento das Unidades .....	84
Tabela 26 – Matriz de Instalação – Modernização do Parque Atual.....	86
Tabela 27 - Matriz de Instalação – Correção de Pontos Escuros .....	87
Tabela 28 - Matriz de Instalação – Demanda Reprimida.....	88
Tabela 29 - Relação Total das Luminárias .....	89
Tabela 30 – Matriz de Instalação .....	90
Tabela 31 - Novo Consumo dos Pontos Existentes .....	93
Tabela 32 - Consumo Parque Atual .....	95
Tabela 33 - Consumo Parque Atual x Novo Parque.....	96
Tabela 34 - Cronograma de Adequação, Modernização e Eficientização .....	97
Tabela 35 – Cadastro IP - Georreferenciado.....	103
Tabela 36 – Investimentos estimados: Iluminação Artística e de Destaque .....	105
Tabela 37 – Custos Unitários em reais (R\$) de equipamentos de IP em Geral .....	106
Tabela 38 – Orçamentos de Equipamentos de IP em Geral com base no SINAPI / ORSE.....	107
Tabela 39 – Custo Unitário de Sistema de Telegestão (R\$).....	108
Tabela 40 – Custos unitários Contadores e Tráfego (R\$) .....	109
Tabela 41 - Total de Pontos a serem modernizados e adicionados .....	109
Tabela 42 – Orçamento por Luminárias por tipo de iluminação.....	110
Tabela 43 – Estrutura, informática e Softwares.....	112
Tabela 44 - Quantidade de Profissionais por Equipe por Cenário e Orçamento de Salário.....	114
Tabela 45 - Quantidades de Equipes por Cenário - CAPEX .....	115

Tabela 46 - Quantidades de Equipes por Cenário - OPEX.....	115
Tabela 47 - Custos relacionados à SPE.....	116
Tabela 48 - Ferramentas e Orçamentos Recebidos (R\$) – Vida Útil 5 anos .....	117
Tabela 49 - Ferramentas e Orçamentos Recebidos (R\$) – Vida Útil 6 meses.....	118
Tabela 50 - Quantidade de Caminhões e Veículos por Cenário.....	118
Tabela 51 - Orçamentos de Caminhões e Veículos (R\$) .....	119
Tabela 52 - Taxa de falha geral do sistema de IP .....	120
Tabela 53– Custo Operação e Manutenção.....	120
Tabela 54- Premissas-Base para Despesas Administrativas e com CCO.....	121
Tabela 55- Custos relacionados à SPE.....	122
Tabela 56– Despesas Operacionais com terceiros .....	122
Tabela 57 - Despesas com a gestão da SPE .....	122
Tabela 58 – Despesas com Pessoal.....	123
Tabela 59 – Despesas com Pessoal Capacitação .....	123
Tabela 60 - Coeficientes de consumo de veículos .....	124
Tabela 61 - Orçamentos de itens para manutenção dos veículos (R\$) .....	124
Tabela 62– Outras Despesas Operacionais.....	125
Tabela 63 – Investimentos – Cenário 01 .....	128
Tabela 64 - Detalhamento CAPEX.....	130
Tabela 65 – OPEX Consolidado – Cenário 1 .....	131
Tabela 66 – Investimentos – Cenário 02.....	132
Tabela 67 - Detalhamento Equipe CAPEX.....	135
Tabela 68 – OPEX Consolidado –Cenário 2 .....	136
Tabela 69 – Investimentos – Cenário 03.....	137
Tabela 70 - Detalhamento Equipe CAPEX.....	140
Tabela 71 – OPEX Consolidado – Cenário 3 .....	141
Tabela 72 - Pontos de Melhoria .....	142

## 1. GLOSSÁRIO

---

**ANEEL:** Agência Nacional de Energia Elétrica, autarquia em regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia – MME, criada em dezembro de 1996. A Agência regula e fiscaliza as atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia. Também media conflitos entre consumidores e agentes do mercado e entre os próprios agentes; concede, permite e autoriza instalações e serviços de energia; homologa reajustes tarifários; assegura a universalização e a qualidade adequada dos serviços prestados, e estimula investimentos e a competição entre os agentes do setor.

**Bulbo da lâmpada:** Envoltório de vidro que protege o seu filamento e dá forma à lâmpada.

**Candela:** (do latim vela) é a unidade de medida básica do Sistema Internacional de Unidades para a intensidade luminosa. Ela é definida a partir da potência irradiada por uma fonte luminosa em uma particular direção. Seu símbolo é cd.

**Consumidor de Baixa Renda:** Consumidor residencial atendido por circuito monofásico que, nos últimos 12 meses, tenha tido consumo mensal médio inferior a 80 kWh/mês. Os consumidores que gastam entre 80 e 220 kWh/mês também serão considerados de baixa renda, mas os critérios ainda serão definidos pela Aneel. A definição consta da Lei 10.438 (2002).

**Consumidor do subgrupo B4:** Unidade consumidora caracterizada como iluminação pública.

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

**Dimmer:** Dispositivo que possibilita variar o fluxo luminoso das lâmpadas numa instalação, a fim de ajustar a iluminância.

**Eficácia Luminosa:** A eficácia luminosa é a relação entre o fluxo luminoso emitido pela potência elétrica absorvida, sendo a unidade de medida o lúmen por Watt (lm/W). Este conceito é utilizado para comparar a diferentes fontes luminosas.

**Eletrobrás:** Criada em 1961, a Centrais Elétricas Brasileiras S/A é uma empresa pública, vinculada ao MME. Holding das concessionárias federais de geração e transmissão de energia elétrica, a Eletrobras tem como subsidiárias a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (Chesf), Eletronorte, Eletrosul, Furnas e Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE). Possui metade do capital de Itaipu Binacional. Congrega, ainda, o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) e opera os programas do governo na área de energia como o Procel, Luz no Campo e Reluz.

**Fator de potência:** Razão entre a potência ativa [W] e a potência aparente [VA]. De forma semelhante, o fator de potência pode ser obtido pela razão entre a energia ativa [Wh] e a energia aparente [VAh].

**Fator de uniformidade (Uo):** O fator de uniformidade é uma relação entre a iluminância mínima e a média de uma determinada área. Resulta em um valor adimensional variando entre zero e a unidade, que indica como está a distribuição da luminosidade na superfície aferida.

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


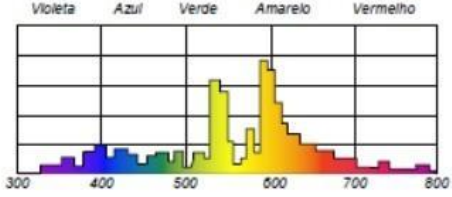

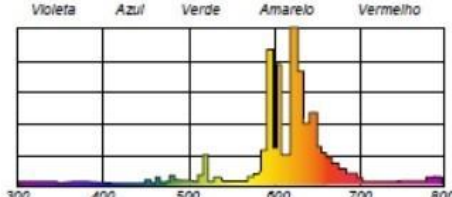

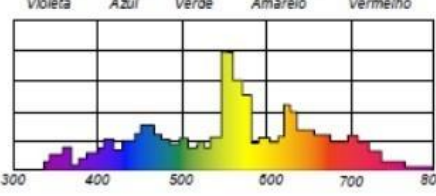



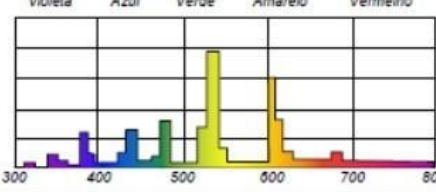
**Ignitor:** O ignitor para lâmpadas de descarga é um dispositivo auxiliar utilizado juntamente com o reator tendo o objetivo de gerar um pulso de tensão que possibilita o acendimento de lâmpadas multivapores metálicos e vapor de sódio alta pressão. O ignitor permanece em operação mesmo com a lâmpada fora do circuito, ou quando a lâmpada estiver com defeito.

**IP:** Iluminação Pública.

**Iluminância (U):** é a densidade de fluxo luminoso recebido por uma superfície. Por definição a unidade de medida é o lúmen por metro ao quadrado (lm/m<sup>2</sup>), que pode ser denominada também de lux. A verificação deste parâmetro é fundamental para comprovar a qualidade da iluminação de um determinado local - m<sup>2</sup>, medido com um aparelho chamado luxímetro.

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

**Índice de Reprodução de Cor - IRC:** Medida do grau das cores psicofísicas de objetos iluminados pela fonte, em conformidade com os mesmos objetos iluminados por um iluminante de referência sob condições específicas. Quanto maior o IRC, melhor será o equilíbrio entre as cores. Representa a capacidade de reprodução da cor de um objeto diante de uma fonte de luz. O IRC faz uma correspondência entre a cor real de um objeto e a que ele está apresentando diante da fonte de luz. Convencionalmente, o IRC varia entre 0 e 100% e de acordo com a fonte luminosa do ambiente a que se destina. Quanto mais alto o IRC, melhor é a fidelidade das cores. Unidade: porcentagem (%).

Tipo	W	Base	Formato do Bulbo	IRC	TCC (k)	Distribuição espectral
Vapor de mercúrio	80 125	E-27		45 - Bom	4.500	
	250 400	E-40				
Vapor de sódio	70	E-27		23 - Funcional	2.100	
	100 150 250 400	E-40				
Vapor metálico	35 70	E-27		85 - Muito bom	3.000	
	70	G-12				
	150	E-40				
						
400					4.500	

Fonte: Desenvolvimento IPE Engenharia

**Intensidade luminosa:** Medida da percepção da potência emitida por uma fonte luminosa em uma dada direção. Unidade: candela (cd).

**kiloVolt (kV):** Unidade de medida de tensão. Um kV representa 1.000 Volts (V).

**kiloWatt (kW):** Unidade de potência. Um kW representa 1.000 watts. O consumo de energia elétrica é representado pelo número de kW gastos em um período de 1 hora (kWh). O MegaWatt (MW) possui 1 milhão de Watts. O GigaWatt (GW) representa um bilhão de Watts. O TeraWatt (TW) possui um trilhão de Watts.

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

**Lâmpada fluorescente compacta:** Lâmpada de descarga que emite luz pela passagem da corrente elétrica através de um gás. Esta descarga emite quase que totalmente radiação

ultravioleta (invisível ao olho humano) que, por sua vez, será convertida em luz pelo pó fluorescente que reveste a superfície interna do bulbo. É da composição deste pó fluorescente que resultam as mais diferentes alternativas de cor de luz adequadas a cada tipo de aplicação. É ele que determina a qualidade e a quantidade de luz, além da eficiência na produção de cor. É de volume compacto, próximo ao da lâmpada incandescente, e possui os mais variados formatos. Dispensa equipamentos auxiliares para o seu acendimento.

**Lâmpada fluorescente tubular:** Lâmpada de descarga que emite luz pela passagem da corrente elétrica através de um gás. Esta descarga emite quase que totalmente radiação ultravioleta (invisível ao olho humano) que, por sua vez, será convertida em luz pelo pó fluorescente que reveste a superfície interna do bulbo. É da composição deste pó fluorescente que resultam as mais diferentes alternativas de cor de luz adequadas a cada tipo de aplicação. É ele que determina a qualidade e a quantidade de luz, além da eficiência na produção de cor. É de formato tubular e necessita de equipamentos auxiliares para o seu acendimento.

**Lâmpada incandescente:** São radiadores térmicos. Consiste num filamento de tungstênio alojado no interior de um bulbo de vidro, que é preenchido com gás inerte, uma mistura de um gás inerte com nitrogênio, ou vácuo. A corrente elétrica que passa pelo filamento aquece-o fazendo atingir temperaturas de até 3.000°C. Quando da passagem da corrente pelo filamento, os elétrons se chocam com os átomos de tungstênio e esta energia é transformada, em forma de luz e calor.

**Lâmpada incandescente halógena:** São lâmpadas incandescentes mais evoluídas contendo gases halógenos para proporcionar uma maior vida média e útil. Possuem bulbo de quartzo, que é mais resistente às altas temperaturas térmicas e pressões atmosféricas. Consiste no uso do efeito do ciclo halógeno de transmutação do gás com o filamento de tungstênio renovando o filamento e limpando o tubo de quartzo. Possuem luz um pouco mais branca na faixa de 3000 K, e geram mais calor que as incandescentes comuns. Necessitam de cuidados especiais no manuseio para não criar fissuras no bulbo e explodir pela diferença de atmosferas interna e externa.

**Lâmpada mista:** Combinação de uma lâmpada vapor de mercúrio com uma lâmpada incandescente, ou seja, um tubo de descarga de mercúrio ligado em série com um filamento incandescente. O filamento controla a corrente no tubo de arco e ao mesmo tempo contribui com a produção de 20% do total do fluxo luminoso produzido. A combinação da radiação do fósforo e a radiação do filamento incandescente produzem uma agradável luz branca. As principais características da luz mista são: Substituem diretamente as lâmpadas incandescentes em 220 V, não necessitando de equipamentos auxiliares (reator, ignitor e starter); Maior eficiência e vida média oito vezes maior que as incandescentes.

**Lâmpada vapor de mercúrio:** Nas lâmpadas vapor de mercúrio a luz é produzida pela combinação de excitação e fluorescência. A descarga de mercúrio no tubo de arco produz uma energia visível na região do azul e do ultravioleta. O fósforo, que reveste o bulbo, converte o ultravioleta em luz visível na região do vermelho. O resultado é uma luz de boa reprodução de cores com eficiência luminosa de até 60 lm/W.

**Lâmpada vapor de sódio:** É a mais eficiente do grupo de lâmpadas de altas intensidades de descarga. A luz é produzida pela excitação de átomos de sódio aliados a um complexo processo de absorção e reirradiação em diferentes comprimentos de onda. O resultado é uma luz branco-dourada com uma eficiência luminosa de 130 lm/W.

**Lâmpada multi vapores metálicos:** Além de ter uma excelente reprodução de cores, é depois do LED a fonte de luz branca de maior eficiência disponível no mercado. A luz é produzida pela excitação de átomos de aditivos metálicos em tubo de arco de quartzo.

**Lighting Emmitted Diodes – LED:** Componentes semicondutores que têm a propriedade de transformar energia elétrica em luz. A luz gerada pelos Leds é originada por meio do aquecimento destes semicondutores por uma pequena corrente elétrica, gerando uma luz bastante intensa.

**Linha de distribuição:** Equipamentos elétricos utilizados para a distribuição da energia elétrica aos seus consumidores finais, operando com baixas tensões.

**Linha de transmissão:** Equipamentos elétricos utilizados para o transporte de energia elétrica entre o centro gerador e o centro consumidor, operando com altas tensões.

**Lumem:** Fluxo luminoso emitido por uma fonte puntiforme e invariável de 1 candela, de mesmo valor em todas as direções, no interior de um ângulo sólido de 1 esterradiano.

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

**Parque de IP:** Relação de ativos de iluminação pública de propriedade municipal conforme resolução ANEEL 414/2010, comumente quantificada pelo número de lâmpadas (pontos de IP) e apresentada por meio do cadastro georreferenciado, ou na sua forma mais simples por meio do quadro de lâmpadas com a indicação de potência e perdas relativas ao dispositivo de partida (reator, driver).

**Ponto de IP:** O mesmo que ponto de luz. Nomenclatura comumente utilizada para quantificar o tamanho de um parque de IP. Representa o número de lâmpadas existentes.

**PPP:** Parceria Público-Privada

**Postes:** Os postes utilizados como suporte para o conjunto de IP geralmente são os postes de propriedade da Distribuidora de Distribuição de Energia Elétrica, são postes de circular (concreto e fibra), duplo T (concreto), de madeira de vários tamanhos e capacidades. É comum também encontrarmos postes ornamentais, que já são de propriedade dos Municípios.

**Potência:** É o produto da tensão pela intensidade da corrente elétrica, parcela transformada efetivamente em potência luminosa. Além da potência da lâmpada, considera-se também a potência consumida pelo reator. Sua unidade é o Wat (W).

**PMT:** Prefeitura do Município de Toledo.

**PR:** Estado do Paraná.

**Procel:** Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, o qual tem por objetivo promover

a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica no país para eliminar os desperdícios e, conseqüentemente, reduzir custos e a necessidade de investimentos setoriais. Foi instituído em 1985 pelos ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, mas em 1991 foi transformado em programa de governo. O Procel utiliza recursos da Eletrobras, da Reserva Global de Reversão (RGR) e de entidades internacionais.

**Quilowatt-hora (kWh):** Unidade de energia muito comum na Eletrotécnica, que equivale a 3.600.000 Joules.

**Reator eletromagnético:** Primeiro conceito de dispositivo de acendimento de lâmpadas de descarga em geral, composto de um núcleo de ferro, conjugando várias lâminas de silício e bobinas de fio de cobre esmaltado, revestidos em alguns casos nas áreas livres internas com resina de poliéster. Processos existentes de acendimento para lâmpadas fluorescente: Convencional com starter e o Partida Rápida. Processos existentes de acendimento para lâmpadas de descarga de alta intensidade com ignitor, dispositivo auxiliar, e sem ignitor, usando eletrodo de partida interno da lâmpada.

**Reajuste Tarifário:** Atualização dos preços da energia elétrica prevista nos contratos de concessão, com objetivo de preservar o equilíbrio econômico e financeiro das empresas. Pelos contratos, existem três modalidades de reajuste tarifário: reajuste anual, revisão periódica e revisão extraordinária.

**Reator eletrônico/Driver:** Conceito mais moderno de dispositivo de acendimento de lâmpadas de descarga em geral, composto basicamente por componentes eletrônicos tipo: diodos, resistores, capacitores, transistores, filtros, fusíveis, varistores entre outros. Principais vantagens: são silenciosos, mais compactos, mais leves, emitem menos calor no ambiente, consomem menos energia e possuem vida útil elevada. Esta tecnologia deve incorporar, preferencialmente, alto fator de potência  $> 0,92$ ; distorção harmônica  $< 20\%$  para prevenir interferências de rádio frequência e dispositivo de proteção contra surto de tensão. As tecnologias disponíveis possuem dispositivos otimizados que permitem a dimerização, regulando o fluxo luminoso da fonte de luz.

**Refletor da luminária:** Sistema ótico estampado em alumínio que recebe acabamento de anodização e selagem ou pintura em epóxi. Funciona como um espelho, refletindo e direcionando a luz para um foco mais específico.

**Tarifa de energia:** Preço da unidade de energia elétrica expressa em função de kWh consumidos e/ ou da demanda de potência ativa que recai sobre uma unidade consumidora.

**Tarifa de energia binômia:** Conjunto de Tarifas de fornecimento constituído por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa e à demanda faturável.

**Tarifa de energia monômia:** Conjunto de tarifas de fornecimento de energia elétrica constituídas por preços aplicáveis unicamente ao consumo de energia elétrica ativa.

**Temperatura de Cor Correlata - TCC:** Classifica a cor de uma fonte de luz, quando comparada com a radiação do radiador absoluto. É medida em Kelvins, e varia de 1.500K, cuja aparência é

laranja/vermelha, até 9.000K cuja aparência é azul. As variações de cor apresentadas pelas lâmpadas são consideradas como: lâmpadas “quentes” com aparência amarelada e temperatura de cor igual ou inferior a 3.000K; lâmpadas “neutras” com temperatura de cor que varia entre 3.000K a 4.000K; lâmpadas “frias” com aparências azul/violeta e temperatura de cor superior a 4.000K. A “luz branca natural” é aquela emitida pelo sol em céu aberto ao meio-dia, cuja temperatura de cor é de 5.800K.

**Unidade de Iluminação Pública (Unidade de IP):** É o conjunto completo, constituído por uma ou mais luminárias e acessórios indispensáveis ao seu funcionamento.

**NOTA:** Quando a unidade de IP possui uma luminária com uma lâmpada de descarga, ou uma luminária LED, os conceitos e quantitativos de unidade de IP, lâmpadas ou luminárias ou pontos de IP (ponto de luz) se confundem e coincidem.

**Vida média:** Tempo em horas no qual 50% das lâmpadas de um grupo representativo, testadas sob condições controladas de operação, tiveram queima.

**Vida mediana:** corresponde à vida em horas quando, em uma determinada amostragem, 50% das lâmpadas falharam. Vida útil: Média de horas em que um dado número de lâmpadas ensaiadas atinge a depreciação de 75% de seu fluxo luminoso, podendo comprometer a acuidade visual das pessoas. Apesar de a maioria das lâmpadas continuarem acesas após atingir este valor, é recomendável providenciar a troca por novas lâmpadas.

**Volt (V):** Unidade de tensão elétrica ou diferença de potencial do Sistema Internacional de Unidades (SI). Pode-se dizer que 1 volt representa uma carga de 1 coulomb que se movimenta entre dois pontos e transmite 1 joule de energia.

**Watt (W):** Unidade de Potência do Sistema Internacional de Unidades (SI) que é equivalente a 1 Joule/segundo.

## 2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

---

Para atingir o objetivo deste trabalho foram aplicados procedimentos baseados em (a) fatos históricos, informações socioeconômicas e de mercado, informações de especialistas da indústria, avaliação da infraestrutura existente, bem como a análise de precedentes judiciais e administrativos sobre o objeto de referido Relatório e o setor de iluminação pública (IP); e (b) informações e premissas disponibilizadas pelo ente público e pelas partes envolvidas.

As conclusões aqui apresentadas resultaram da análise de dados quantitativos e qualitativos, merecendo as seguintes considerações:

- Todas as considerações apresentadas foram baseadas em opiniões dos profissionais do Consórcio Consultor e fundamentaram-se em dados e fatos contidos neste relatório;
- O trabalho envolveu questões de julgamento objetivo e subjetivo, face aos dados disponibilizados pelas diversas fontes de informações consultadas;
- Nenhum dos sócios ou profissionais do Consórcio Consultor tem qualquer interesse financeiro no empreendimento analisado, caracterizando assim sua independência;
- Os honorários estabelecidos para a execução deste trabalho não foram baseados e não tinham qualquer relação com os resultados aqui reportados;
- Este trabalho foi feito com base em informações fornecidas por profissionais da Prefeitura do Município de Toledo, além da Caixa Econômica Federal e de fontes primárias e secundárias, levantadas pelo Consórcio Consultor, as quais foram consideradas verdadeiras, uma vez que não faz parte do escopo deste Projeto qualquer tipo de procedimento de auditoria. Dessa forma, o Consórcio Consultor não assume qualquer responsabilidade pela precisão das informações oriundas de relatórios e/ou demais documentos fornecidos pelo município ou demais fontes consultadas;
- Este relatório foi elaborado a partir do contexto do contrato firmado, e não deverá ser utilizado para nenhum outro fim. Portanto, deve ser de uso exclusivo da administração do município, da Caixa Econômica Federal e dos beneficiários do estudo. O Consórcio Consultor não assumirá qualquer responsabilidade caso o relatório seja utilizado por terceiros e/ou fora dos propósitos mencionados;
- Algumas das considerações descritas basearam-se na análise e previsão de eventos futuros à época da análise. Esses eventos futuros podem não ocorrer e os resultados apresentados poderão diferir dos números reais.

Qualquer usuário deste relatório deverá estar ciente das condições que nortearam o trabalho.

### 3. RESTRIÇÕES DE ACESSO

---

No âmbito de Acordo de Cooperação Técnica entre a AFD (Agência Francesa de Desenvolvimento) e a CAIXA, datado de 29/07/2019, este relatório, bem como as opiniões e conclusões nele contidas, são de uso exclusivo da AFD (Agência Francesa de Desenvolvimento) e da Caixa Econômica Federal, que se reserva o direito de transferir a propriedade dos documentos para o Município de Toledo. No âmbito deste acordo, a AFD adjudicou à Expertise France a implementação do apoio à contratação e acompanhamento de dois estudos de viabilidade para projetos de PPP, nos dois setores alvo. Os materiais produzidos podem, se necessário, ser distribuídos pela Caixa Econômica Federal para seus funcionários, diretores, consultores, Município de Toledo, Tribunal de Contas e demais órgãos de fiscalização, regulação e controle relacionados a este trabalho, eximindo o Consórcio Consultor (contrato firmado entre a AFD e o Consórcio EGIS/FESP/PEZCO, datado de 04/02/2020), no entanto, quanto a quaisquer responsabilidades oriundas da divulgação efetuada.

Qualquer usuário deste documento deve estar ciente das condições que nortearam este trabalho, bem como das situações de mercado e econômica do Brasil e do nicho no qual estão inseridos os serviços de IP. O Consórcio responderá às perguntas dos receptores relativas a este documento sem custo adicional para a Caixa Econômica Federal.

Os fatores que possam resultar em diferenças entre o conteúdo deste relatório e o conteúdo de documentos que tenham o mesmo objeto deste trabalho incluem a utilização de distintas fontes de informação e a aplicação de diferentes metodologias de tratamento de dados.

## 4. SÍNTESE

---

Motivado pela percepção de que existe uma demanda por melhorias em serviços públicos, que podem ser atendidas por meio de parcerias da iniciativa privada com a Administração Pública, a Caixa Econômica Federal definiu o ciclo de atuação no âmbito da agenda municipal, priorizando acordos de cooperação técnica para a estruturação de parcerias com a iniciativa privada para projetos de iluminação pública.

O modelo de acordo de cooperação técnica prevê a celebração de contrato com os municípios interessados na execução dos projetos, aos quais a Caixa Econômica Federal prestará assessoria nas etapas de planejamento e contratação de consultores, realização de estudos para modelagem da parceria, *Road shows*, audiência pública, consulta pública e atendimento a órgãos de controle até a realização dos leilões para contratação do parceiro privado.

As externalidades positivas quanto a aspectos sociais, ambientais e econômicos levou a Caixa Econômica Federal a tratar parcerias para modernização e expansão dos serviços de IP como uma das prioridades das novas políticas operacionais. Entre essas externalidades se destacam os ganhos em segurança pública, eficiência energética e redução de custos.

Nesse contexto, o Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO foi contratado para execução de atividades visando à estruturação do Projeto de Parceria Público-Privada (PPP) destinado à modernização, efficientização, expansão, operação e manutenção da infraestrutura da rede de iluminação pública do Município de Toledo, no Paraná.

Descrito no item 6.9 do Termo de Referência que norteia o aludido estudo o Relatório de Engenharia possui como finalidade apresentar os projetos de engenharia, com elementos referenciais que possibilitem a preparação do modelo econômico-financeiro de acordo com o cenário de investimento do projeto escolhido pela Prefeitura Municipal de Toledo (PMT), além da orçamentação referencial dos investimentos e custos operacionais necessários para viabilizar a modernização e efficientização da rede de IP do município.

O capítulo 5 deste documento apresenta uma introdução com os principais objetivos e conceituações adotadas no estudo. No capítulo 6 é feito um breve resumo da caracterização do parque de IP de Toledo e das conclusões obtidas por meio do diagnóstico técnico realizado formando, assim, a base para a construção das soluções propostas no estudo de engenharia, devidamente traduzidas neste documento.

O capítulo 7, por sua vez, relata a metodologia adotada para o desenvolvimento da proposta de modernização e expansão do parque de Iluminação Pública do município. Os capítulos 8 a 10 dedicam-se a apresentação das soluções técnica e operacional propostas, com ênfase na efficientização e na adequação a serem realizadas por meio da PPP, incluindo dimensionamento do parque e equivalência de luminárias.

Enquanto o capítulo 8 descreve a classificação viária adotada, o capítulo 9 traz o detalhamento da solução proposta. O capítulo 10, por sua vez, apresenta os estudos luminotécnicos realizados. No

capítulo 11 está caracterizado o dimensionamento da solução proposta, ao passo que o capítulo 12 dedica-se ao plano de implementação, dimensionamento e caracterização do projeto com as propostas dos cenários. No capítulo 13 são apresentadas as considerações finais.

Após, são incluídos os apêndices e anexos que prestam suporte e/ou esclarecimento ao relatório. Também, são apresentados em forma de anexos, documentos que irão compor o caderno de encargos, documentação relevante para o Termo de Referência do Edital de Concessão da IP de Toledo-PR.

Importante esclarecer que a moeda utilizada neste relatório é o Real (R\$ ou BRL) independentemente de estar ou não especificada/ mencionada no texto e/ou tabelas.

## 5. INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta a metodologia adotada para elaboração do projeto de PPP de IP de Toledo de modo a atender o objeto do escopo do contrato. Este relatório deve ser visto dentro de um escopo mais amplo, que apresenta os estudos de engenharia em quatro relatórios distintos:

1. Relatório de Engenharia: projeto de engenharia para o parque de iluminação pública, incluindo a eficientização e adequação da rede existente e expansão;
2. Plano de Iluminação Pública de Destaque: apresentando o projeto de engenharia e o plano de implantação da iluminação de monumentos, edifícios históricos, espaços públicos e outras edificações e áreas de interesse especial;
3. Relatório Ambiental: elementos necessários e suficientes para atender aos requisitos legais e avaliação de todas as questões relacionadas ao licenciamento ambiental e/ou a riscos ambientais;
4. Plano de Investimentos e Operações: apresenta a orçamentação de investimentos e custos, conforme o projeto de engenharia; o cronograma de implantação; o planejamento e especificação das operações do parque.

A figura a seguir mostra a relação entre os vários trabalhos de engenharia.

Figura 1 - Documentos relacionados com a solução de Engenharia



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

O projeto foi construído utilizando conclusões do Diagnóstico da Rede de Iluminação Pública de Toledo. Dessa forma, o relatório se utiliza das diretrizes enviadas pela Prefeitura Municipal sobre a amplitude da remodelação do parque e da implantação de telegestão. Ademais, busca atender

as solicitações e indicações da Prefeitura de Toledo a respeito do parque de IP. Neste aspecto, é importante destacar o papel e responsabilidade dos entes envolvidos no projeto, a saber:

- Autoridade fiscalizadora do contrato - o próprio município, através da Secretaria de Habitação, Serviços e Obras Públicas, e com apoio do Verificador Independente (VI);
- Agência Reguladora - Não há;
- Verificador Independente – Previsto no projeto, a ser contratado pela concessionária;
- Operador privado - Vencedor da licitação
- Agente Financeiro - A definir
- Ente Público - Município

Este documento não é vinculante e, dessa forma, eventuais interessados em participar da licitação podem adotar premissas diferentes das descritas neste documento, sempre em consonância com as exigências estabelecidas no Edital de Licitação e no Contrato de Concessão. Adicionalmente, este estudo não tem qualquer valor para questionamento por parte dos licitantes, nem terá qualquer valor para construções de pleitos e solicitações de reequilíbrio econômico-financeiro.

## 5.1 Cronograma Geral da Concessão - FASEAMENTO

A modernização e efficientização de toda a REDE MUNICIPAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA de Toledo, incluindo a implantação do SISTEMA DE TELEGESTÃO e de ILUMINAÇÃO ESPECIAL, devem ser concluídas até o prazo máximo de 18 (dezoito) meses contados a partir da DATA DA EFICÁCIA, com a substituição de todos os PONTOS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA por luminárias eficientes que atendam aos parâmetros definidos nesse ANEXO, e a CONCESSIONÁRIA deve manter nesse mesmo período uma resposta ativa a incidentes e demais melhorias necessárias.

A REDE MUNICIPAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA INICIAL, enquanto não concluída a etapa de modernização e efficientização, continuará a existir parcialmente em determinadas áreas de Toledo, sendo esperado que nos 18 (dezoito) meses iniciais da CONCESSÃO coexistam instalações modernizadas e outras com a configuração inicial, submetidas, cada qual, a Indicadores de Desempenho próprios, conforme descrito no CONTRATO e seus ANEXOS.

O período da modernização e efficientização da REDE MUNICIPAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA pressupõe uma abordagem operacional abrangente, e a CONCESSIONÁRIA torna-se a única responsável pela manutenção e operação integral de todo o parque pelo funcionamento do legado desde o primeiro dia da DATA DA EFICÁCIA dos serviços.

Neste interregno devem coexistir ações, estratégias, controles, equipes e outros fatores aplicáveis conforme o estágio evolutivo da modernização e efficientização, devendo se garantir a melhoria operacional não apenas das novas instalações, mas também da infraestrutura inicial. Ciente dessa transformação e transição que a REDE MUNICIPAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA passará, é necessário que a CONCESSIONÁRIA cumpra um cronograma Geral da CONCESSÃO, dividido

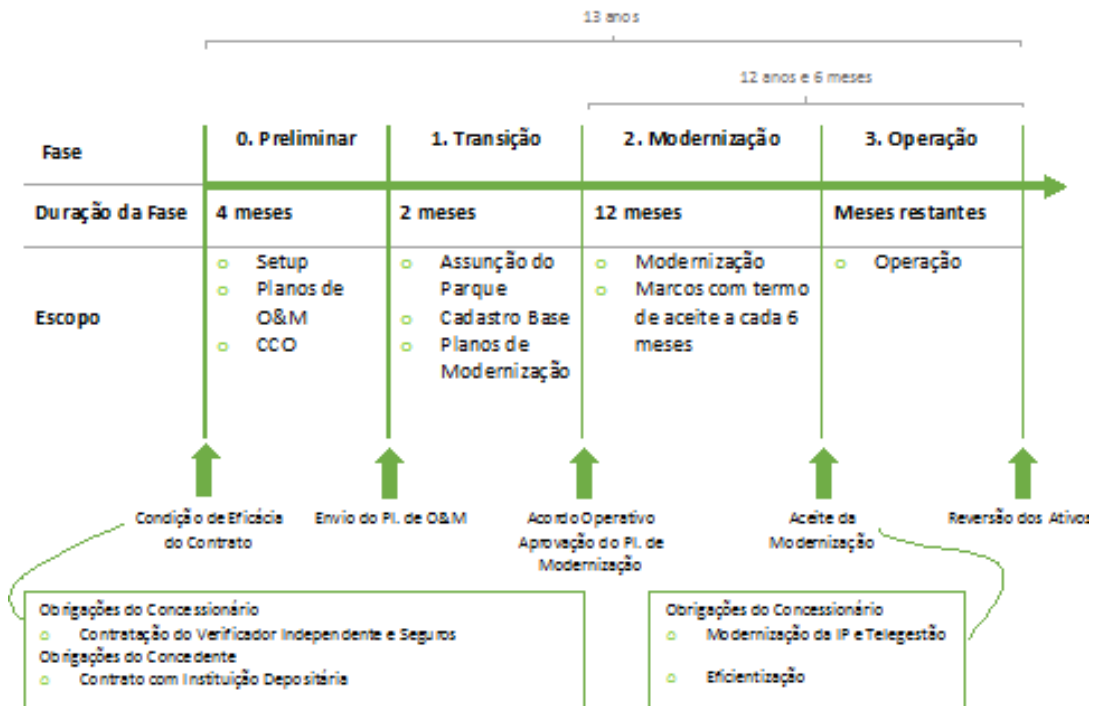
em 4 (quatro) fases distintas, definidas em função de um conjunto de ações e características que a REDE MUNICIPAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA apresentará em cada período.

Resumidamente, as fases que compõe o cronograma geral da CONCESSÃO são listadas e caracterizadas como:

- **Fase 0** – Esta fase abrange os 4 (quatro) primeiros meses de CONCESSÃO, contados a partir da DATA DE EFICÁCIA do contrato e é marcada pelos cumprimentos de atos jurídicos pela CONCESSIONÁRIA e a PREFEITURA que farão do contrato plenamente eficaz. Nesta fase é esperado que a CONCESSIONÁRIA realize a contratação de pessoal, realize a aquisição ou firmamento de contrato de locação de veículos e equipamentos, aquisição ou firmamento de contrato de locação de imóveis que irão comportar as instalações da SPE (Sociedade de Propósito Específico), inicie a elaboração dos planos da rede de iluminação pública de Toledo conforme descrição apresentada neste plano, inicie a elaboração do CADASTRO BASE da REDE MUNICIPAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA e estructure e comissione o CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL (CCO).
- **Fase I** – Esta fase terá início 120 dias após a eficácia do contrato, com duração de 2 (dois) meses, e será marcada pela assunção integral dos serviços de operação da rede de iluminação pública pela SPE, juntamente com as entregas dos planos da rede de iluminação pública de Toledo. Nesta fase é esperado que a SPE inicie recebimento de solicitações dos cidadãos de Toledo, inicie a execução das manutenções na rede de iluminação pública, independentemente da tecnologia existente, consolide o CADASTRO BASE da REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA, entregue o Plano de Transição, finalize a implantação do CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL.
- **Fase II** – Nesta fase serão iniciadas as ações que elevarão o nível de qualidade de serviço da rede de iluminação pública de Toledo, aliado à redução de consumo de energia, conforme os PLANOS aprovados na Fase I. Esta fase terá início 180 dias após a DATA DE EFICÁCIA do contrato e terá 12 (doze) meses de duração. Nesta fase é esperado que a SPE cumpra os 3 (três) Marcos da CONCESSÃO que estipulam metas físicas e de efficientização sobre a rede de iluminação pública com prazos e metas descritos abaixo.
- **Fase III** – Essa fase ocorre imediatamente após à Fase II, ou seja, após 18 (trinta e um) meses da data de assinatura do CONTRATO, e perdurará até o final da concessão (156 meses de duração). Na Fase III é esperado que a Concessionária opere plenamente a rede de iluminação pública mantendo os níveis de qualidade, eficiência e desempenho alcançados na Fase II, atendendo também a expansão da rede de acordo com diretrizes solicitadas pelo Poder Público.

A figura a seguir mostra as etapas da concessão - **FASEAMENTO**, cujo cronograma de atividades e obrigações é de vital importância para o entendimento dos prazos e marcos a serem respeitados durante a concessão.

Figura 2 – Cronograma das etapas da concessão - FASEAMENTO



## 6. CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA REDE

Esta seção sintetiza o Diagnóstico da Rede de Iluminação Pública de Toledo e apresenta outras informações sobre o parque e a cidade, de forma a criar o contexto necessário para a apresentação do projeto de engenharia.

### 6.1 Objetivos Gerais

Este projeto de referência atende à especificação de serviços do Anexo do Contrato de Concessão. Abaixo, é apresentada síntese das principais ações previstas no projeto de referência:

- Modernização e efficientização do parque com implantação de luminárias LED em 100% da infraestrutura atual de IP (vias, parques, praças, quadras e campos, etc.), num horizonte de tempo de 18 meses, contados a partir da data de eficácia do contrato, objetivando-se o atendimento a um IRC mínimo de 70.
- Adequação dos níveis de iluminação previstos nos requisitos da norma ABNT NBR 5101:2018 – Iluminação pública – procedimento, em 100% da infraestrutura atual de IP (vias, parques, praças, quadras e campos, etc.) de forma a atender os critérios de luminância e iluminância e índices e disposições correlatas;
- Controle por telegestão nos 14 distritos (distrito sede e demais 13 distritos), com a implantação em horizonte de tempo de 18 meses, contados a partir da data de eficácia do contrato, conforme os cenários abaixo:
  - ❖ CENÁRIO 1 - nas vias classificadas como V1, V2, e trechos de vias onde se encontram as centralidades, cuja vias com classificação mínima V3;
  - ❖ CENÁRIO 2 – nas vias classificadas como V1, V2 e V3. As vias V3 contemplam as vias com as centralidades;
  - ❖ CENÁRIO 3 – em 100% do parque de IP;
- Operação e manutenção corretiva e preventiva do parque por 13 anos;
- Atualização dos equipamentos;
- Implantação e operação de um Centro de Controle Operacional (CCO) no primeiro ano de operação, com CCO espelho nas dependências da PMT;
- Correção de pontos escuros em vias e praças, em até 18 meses, contados a partir da data de eficácia do contrato;
- Implantação de iluminação de destaque em vários pontos da cidade, ao longo de 12 meses, contados a partir do início da Fase II;
- Expansões e crescimento vegetativo do parque integralmente com tecnologia LED.

### 6.2 Caracterização do Parque

O município de Toledo está situado na Região do Oeste Paranaense, numa área de colonização recente. Sua efetiva ocupação deu-se nas décadas de 1940 e 1950. Fundada por desbravadores vindos do interior de Caxias do Sul – RS Toledo foi colonizada inicialmente por gaúchos e catarinenses descendentes de italianos e alemães e com seu crescimento abriu os braços a diversas

etnias que vieram de todos os cantos do Brasil somar-se ao seu desenvolvimento.

Figura 3 - Localização de Toledo - PR

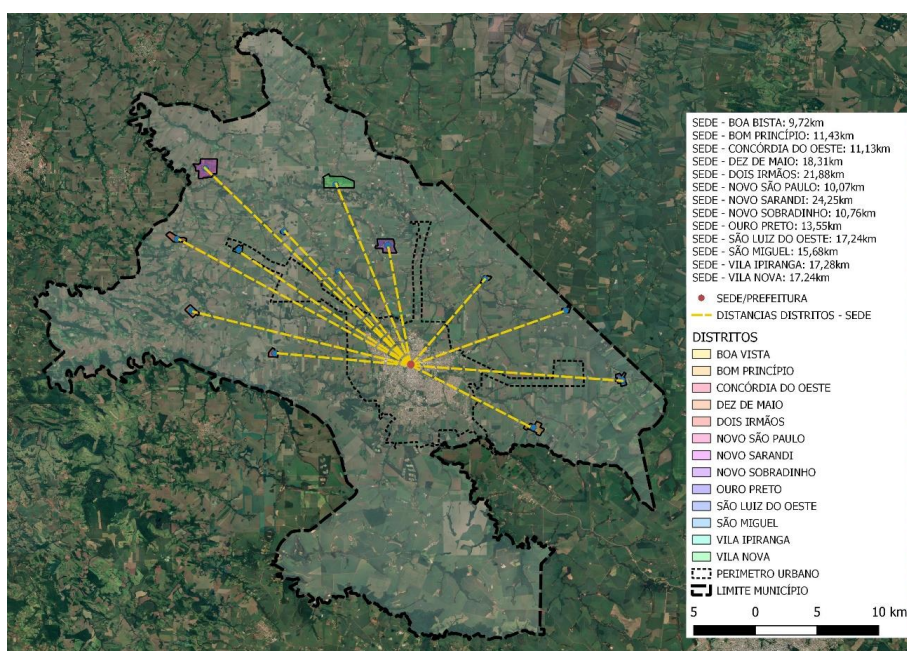


Fonte: IBGE.

O Município tem uma área 1.197,016 km<sup>2</sup>, está situado na Região Oeste do estado do Paraná e faz divisa com dez municípios. A cidade possui 22 (vinte e dois) bairros, na região urbana, e mais 13 (treze) distritos (aglomerados urbanos), na zona rural.

Os Anexos I e II apresentam a delimitação dos elementos urbanos do município.

Figura 4 - Município de Toledo – PR: Perímetro urbano e distritos



Fonte: Prefeitura de Toledo (<https://app.toledo.pr.gov.br/geoportal/consultaprevia>)

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Toledo possui os seguintes atributos<sup>1</sup>, que salientam a sua importância no contexto regional do estado do Paraná:

- População Estimada (2019): 140.635 habitantes;
- Densidade Demográfica (2010): 99,68 habitantes/km<sup>2</sup>;
- IDHM (2010): 0,768; e
- PIB per capita (2010): R\$ 43.746,10.

De modo geral, o parque é defasado em termos de IP, tendo como base tecnologias de vapor de sódio e multivapores metálicos. Abaixo, são sintetizadas as principais características atuais do parque de IP de Toledo:

- Total de pontos de luz: 24.274;
- Pontos de luz estimados em praças e parques: 2.427 (10% do parque atual);
- Parque com predominância da tecnologia vapor de sódio: 78,1% do parque usam Vapor de Sódio; 4,0% usam Multivapores Metálicos;
- Parque com predominância da tecnologia vapor de sódio (78,1%) concentrado nas potências de 70W, 250W e 400W que correspondem a 89,3% da tecnologia VS;
- 18,0% do parque é composto por tecnologia LED, cujas luminárias serão aproveitadas;
- A potência média por ponto é de 206,76W;
- Baixo IRC: 78,1% do parque é vapor de sódio, o que se traduz em aspecto de luz amarelado, com IRC médio de 34;
- Parque de Iluminação Pública atrelado à distribuição dos postes da rede de distribuição. A configuração do posteamento foi pensada para a distribuição de energia e não para a iluminação. O espaçamento entre postes, verificado por amostra, representa 82,2% dos postes instalados no intervalo de até 40 metros. Verificou-se a existência de pontos escuros traduzidos em 17,8% de postes instalados com espaçamento entre eles acima de 40 metros especialmente, nos cruzamentos de vias;
- O quantitativo de postes próprios é cerca de 3.500 unidades;
- O estado de conservação da infraestrutura do parque é considerado bom;
- Cerca de 43% das luminárias são abertas, utilizam a tecnologia vapor de sódio com lâmpadas de 70W, ineficientes e não conformes com as normas da ABNT;
- A altura média das luminárias (ponto focal) é de 8 metros;
- O consumo mensal de energia elétrica, calculado com base em 2019, foi de 1.743GWh;
- A carga instalada na rede elétrica, calculada com base em 2019, é de 5,0 MW;
- O sistema de IP de Toledo está, em sua maior parte, instalado nas estruturas das redes de

<sup>1</sup> Fonte: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/PR/toledo.html> - Acessado em 11/03/2020.

distribuição de energia elétrica da concessionária local – COPEL;

- Estruturas exclusivas de IP, alimentadas por circuitos aéreos ou subterrâneos e com luminárias especiais, são encontradas em praças e avenidas e estão distribuídas em 526 (quinhentos e vinte e seis) Unidades Consumidoras (UC), para faturamento do consumo de energia realizado pela distribuidora de energia COPEL. Esses circuitos são característicos de iluminação em praças, parques e avenidas.

### 6.3 Posicionamento dos Postes

O município de Toledo não apresenta um padrão de tipologia de postes para sua rede de IP, devendo-se isso, sobretudo, a pequena quantidade de uma rede de postes próprios para essa finalidade. Dessa forma, majoritariamente os postes utilizados para IP pertencem à rede elétrica da empresa distribuidora de energia local, o que impossibilita que sejam seguidos e/ou estabelecidos padrões de comprimento para vãos entre os postes, bem como a sua disposição.

A configuração do posteamento da Empresa Distribuidora de energia é condição crítica para a requalificação da iluminação. Pode-se considerar que a configuração no município foi pensada exclusivamente sob a ótica da distribuição de energia, não direcionando à IP a devida importância. Dessa forma, encontram-se deficiências na iluminação, como a presença de pontos escuros provocados pelo grande espaçamento entre os postes, a baixa altura das luminárias e postes afastados das esquinas/cruzamentos, caracterizando, em ambos os casos, condições inseguras aos munícipes, principalmente, nas faixas de pedestres. Para contornar tal situação é possível considerar a instalação de postes intermediários, ou seja, entre os postes existentes, e postes próximos às esquinas/cruzamentos, eliminando os pontos escuros, tendo sido tal condição prevista no projeto de engenharia.

### 6.4 Cadastro

O cadastro de Iluminação Pública do município de Toledo é confiável quanto aos dados de potência, tecnologia da fonte de luz, tipo de luminária. Contudo, outros dados comumente presentes não constam no cadastro, como, por exemplo, se as luminárias são abertas ou fechadas, informações relativas à largura do leito motorizado, largura das calçadas e altura de instalação da unidade de IP. Diante disso, foram realizados levantamentos amostrais de campo e projeções baseadas em experiência da equipe de engenharia, bem como observações de campo

O cadastro completo do parque é uma das atribuições do futuro concessionário e faz parte do escopo das Fases 0 e I da concessão. Seu escopo deverá abranger todos os pontos de luz do Município de Toledo, seja no perímetro urbano, nos distritos e na área rural, além de conter informações específicas sobre cada ponto de luz.

## 7. METODOLOGIA DO PROJETO DE ENGENHARIA

### 7.1 Objetivo

O Diagnóstico da Rede de Iluminação Pública identificou a necessidade de melhoria do parque: cerca de 17,2% das vias atendem todos os critérios da norma ABNT NBR 5101:2018. As causas identificadas para isso consistem em inadequações da rede, como luminárias fechadas com o difusor sujo ou amarelado, distanciamento entre os postes nos cruzamentos e correção da eficiência de iluminação com luminárias com potência elevada instaladas a baixa altura.

Dessa forma, faz-se necessária uma remodelação do parque, tanto na área urbana quanto na rural. Para alcançar tal objetivo, serão utilizadas novas tecnologias de luminárias LED e sistemas de Telegestão que permitem que se faça a adequação do parque, incluindo aumento de níveis de iluminância e adição de novos pontos de luz. Ao mesmo tempo, será reduzido o consumo de energia elétrica, permitindo que a parte da modernização e adequação do parque seja, ao menos parcialmente, financiada pela redução de consumo de energia decorrente de tais ações.

Portanto, alinhado com o diagnóstico e contexto apresentados, este projeto de engenharia busca os seguintes objetivos:

- Adequação do parque à norma ABNT NBR 5101:2018 em vias, parques e praças, juntamente com a elevação dos índices luminotécnicos a serem atendidos em determinadas classes de vias para um patamar superior;
- Resolução de inadequações identificadas no diagnóstico;
- A modernização e efficientização da rede, com decorrente redução do consumo de energia elétrica concomitante com a melhoria na qualidade da iluminação, buscando, assim, um equilíbrio na dicotomia entre eficiência energética e qualidade;
- A utilização de tecnologia de telegestão conforme cenários abaixo:
  - ❖ CENÁRIO 1 - nas vias classificadas como V1, V2, e trechos de vias onde se encontram as centralidades;
  - ❖ CENÁRIO 2 – nas vias classificadas como V1, V2 e V3. As vias V3 contemplam as vias com as centralidades;
  - ❖ CENÁRIO 3 – em 100% do parque de IP;
- Aproveitamento das luminárias de tecnologia LED atualmente instaladas;
- A expansão do parque de iluminação pública do município;
- A valorização urbana por meio da iluminação de áreas verdes, de fachadas e obras de arte, com destaque dos pontos estruturantes da cidade;
- Melhoria dos parâmetros operacionais;
- O projeto conta com a introdução de novas tecnologias como um instrumento para melhoria e efficientização da rede e dos serviços de iluminação, como o sistema de telegestão e o CCO.

## 7.2 Diretrizes da Prefeitura

Conforme decisão da Prefeitura de Toledo, amparada nos estudos preliminares deste trabalho, será adotado o seguinte norteamto para o trabalho:

- Eficientização integral do parque, com 100% de tecnologia LED, com o aproveitamento das luminárias LED atualmente instaladas, em cronograma de 18 meses de implantação, contados a partir da data de eficácia do contrato.
- Utilização de tecnologia de telegestão;
- Adoção do conceito de *Smart cities*;
- Atribuição de índices luminotécnicos para as vias classificadas como V1, V2, V3, V4 e V5, seguindo mapeamento com a hierarquização das vias proposto pelo consórcio consultor à PMT;
- Iluminação de Destaque em vários pontos de interesse na cidade.

## 7.3 Nível de Detalhamento

Os estudos de engenharia e orçamentação dos investimentos foram feitos em consonância ao especificado na Lei nº 11.079, em seu Art.10, parágrafo 4º, conforme transcrição a seguir.

O projeto desenvolvido permite avaliar a viabilidade geral do projeto, estabelecer quantificação de equipamentos, materiais e equipes e também estabelecer um orçamento para investimentos e gastos.

### **Lei 11.079/2004 (Lei das PPPs)**

Art. 10

§ 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.

A Orientação Técnica OT-002/2014 do IBRAENG<sup>2</sup> (Instituto Brasileiro de Auditoria de Engenharia) define o Anteprojeto de engenharia e outros termos relevantes:

Anteprojeto de engenharia: conjunto de documentos técnicos (desenhos e textos) que possibilitam a caracterização da obra ou serviço planejado, que representam a opção aprovada no estudo de viabilidade e que permitem a estimativa dos custos e prazos de execução dos seus serviços, bem

---

<sup>2</sup> INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE ENGENHARIA. OT-002/2014-IBRAENG: elementos mínimos para anteprojetos de engenharia. Fortaleza, 2014.

como a elaboração de seus projetos básico e executivo.

Projeto Executivo: O conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Orçamento preliminar: planilha elaborada com base no anteprojeto para estimar de forma aproximada os custos diretos e indiretos e o preço global de uma obra ou serviço de engenharia e que utiliza como parâmetros os custos unitários de tabelas referenciais públicas ou particulares ou custos unitários obtidos por apropriação de produtividade e consumo e/ou pesquisas de mercado.

De acordo com o IBRAOP (OT IBR 004/2012) e com o IBEC (OT 004/2013-IBEC), o orçamento preliminar, elaborado a partir do anteprojeto, contém precisão de aproximadamente 20% com relação ao orçamento real.

Orçamento detalhado ou analítico: planilha elaborada com base no projeto básico ou executivo para estimar os custos diretos e indiretos e o preço global de uma obra ou serviço de engenharia e que utiliza como parâmetros os custos unitários de tabelas referenciais públicas ou particulares ou custos unitários obtidos por apropriação de produtividade e consumo e/ou pesquisas de mercado.

De acordo com o IBRAOP (OT IBR 004/2012) e com o IBEC (OT 004/2013-IBEC), o orçamento detalhado, elaborado a partir do projeto básico, contém precisão de, aproximadamente, 10% e o orçamento detalhado, elaborado a partir do projeto executivo, contém precisão em torno de 5% em relação ao orçamento real.

O Decreto Federal nº 7.581 indica os elementos de um anteprojeto:

**Art. 74 do Decreto Federal nº 7.581, de 11 de outubro de 2011**

§ 1º Deverão constar do anteprojeto, quando couber, os seguintes documentos técnicos: I - concepção da obra ou serviço de engenharia; II - projetos anteriores ou estudos preliminares que embasaram a concepção adotada; III - levantamento topográfico e cadastral; III - pareceres de sondagem; e IV - memorial descritivo dos elementos da edificação, dos componentes construtivos e dos materiais de construção, de forma a estabelecer padrões mínimos para a contratação.

A concessionária da PPP, portanto, deverá elaborar um projeto básico/executivo, detalhando os elementos de anteprojeto apresentados neste relatório e também abordando questões não contempladas neste escopo, como, por exemplo, a) projeto específico para instalação de novos pontos de luz, incluindo localização e configuração de posteamento; b) escolha da tecnologia de comunicação e topologia de rede do sistema de telegestão; c) projeto elétrico executivo; entre outras questões.

#### 7.4 Escopo e Aspectos não Abordados no Projeto

O escopo do projeto de engenharia é a adequação, efficientização, operação e manutenção de todo

o parque de IP do município de Toledo, tanto dentro do perímetro urbano quanto na área rural. De forma geral, o escopo é amplo, e engloba quase todas as atividades de IP, com algumas exceções destacadas abaixo:

- Possível enterramento dos cabos elétricos em determinadas ruas principais do centro da cidade, no contexto de um projeto de revitalização ou reconfiguração. Essas obras, que envolvem a alimentação elétrica da rede de IP nessas ruas, não fazem parte do escopo deste projeto de engenharia. Vale notar que a posterior operação dos pontos de luz impactados é objeto do plano de operação deste projeto de engenharia. Os parâmetros operacionais estão descritos nos estudos técnicos.
- A iluminação de eventos festivos ou temporários – por exemplo, iluminação de Natal – não faz parte deste escopo.

## 7.5 Tecnologias Consideradas

Este é um projeto de referência, o qual fundamentará decisões no processo de licitação da PPP de IP de Toledo, de modo que foram consideradas apenas tecnologias maduras e amplamente disponíveis. Ressalta-se que este projeto não adotou parâmetros operacionais exclusivos de qualquer fabricante.

Foi considerada como premissa que o parque de IP a utilizará a energia elétrica disponibilizada pela Empresa Distribuidora local. Não foi avaliada a possibilidade de outras fontes de energia, como compra no mercado livre e/ou postes com painéis fotovoltaicos<sup>3</sup>.

## 7.6 Metodologia de Projeto

O projeto de engenharia foi realizado, primeiramente, de forma conceitual para a estruturação das intervenções luminotécnicas no parque de IP. O projeto conceitual determina:

- Remodelação dos pontos existentes, incluindo reconfiguração de luminária e montagem;
- Instalação de novos pontos de luz em postes dedicados, de forma a cobrir espaços onde há grande distância entre postes;
- Instalação de novos pontos de luz em áreas de expansão da cidade, usando o posteamento da Empresa Distribuidora de energia elétrica e também instalando postes dedicados, quando necessário para o adequado atendimento à norma;
- Modernização da gestão, operação e manutenção do parque, incluindo instalação de dois Centros de Controle de Operações (CCO), sendo um no concessionário e outro nas dependências da PMT (espelho), e uso de telegestão.

Dada a quantidade de pontos que compõem o parque, 24.274, foram consideradas soluções para

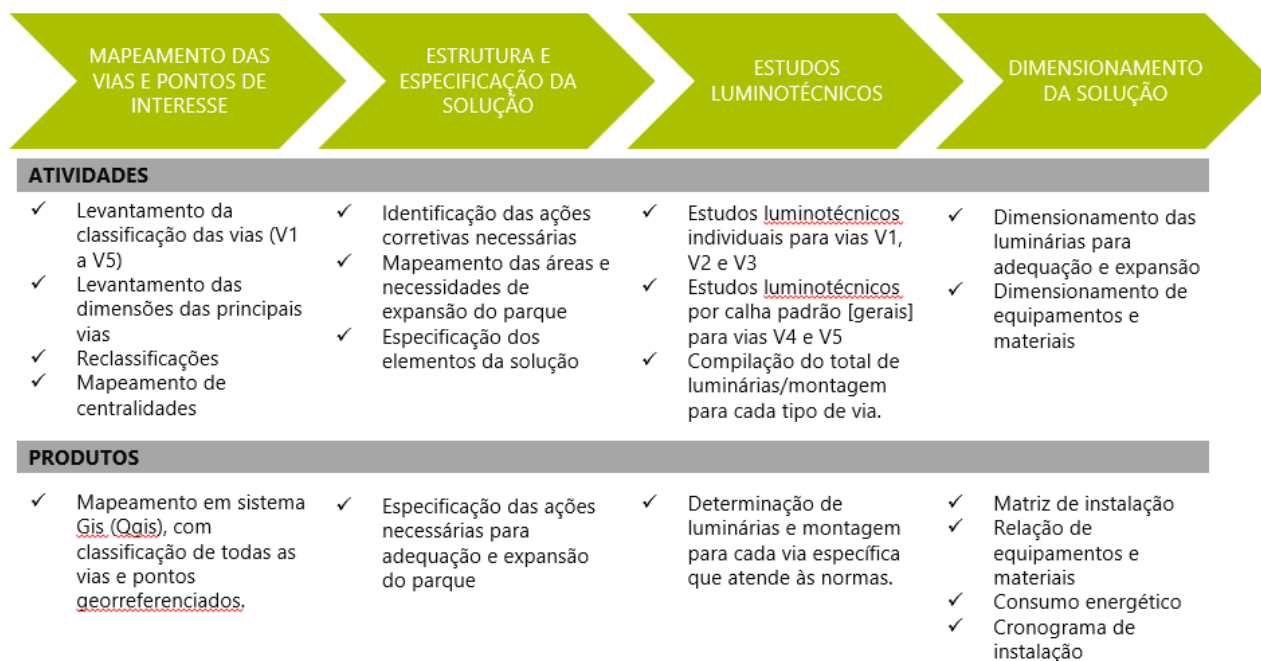
---

3 Para mais informações, consultar o Caderno de Encargos sobre os incentivos ao uso de fontes alternativas de energia.

grupos de pontos, onde cada grupo pode ser uma via específica ou um grupo de vias<sup>4</sup>. O anteprojeto de engenharia, incluindo as especificações de projeto e quantificação de materiais, é elaborado conforme diagrama abaixo, de forma a atender as normas luminotécnicas ABNT NBR 5101:2018.

Esta seção explica a metodologia geral. Nas seções seguintes, os temas serão aprofundados.

Figura 5 - Metodologia para o Projeto das Unidades de Iluminação



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

## 7.7 Mapeamento de Vias e Pontos de Interesse

Foi realizado o mapeamento das vias existentes e projetos de expansão, conforme descrito a seguir:

1. Como ponto de partida, foram utilizados os materiais fornecidos pela PMT:
  - Plano Diretor Municipal: mapa viário com a indicação das vias conforme Código Brasileiro de Trânsito. Nele, as vias de tráfego estão separadas e classificadas entre rodovias, vias arteriais, vias coletoras e vias locais;
  - Cadastro georreferenciado;
  - Quadro de lâmpadas;
  - Plano de Mobilidade Urbana: mapas do transporte público e rede cicloviária;
  - Localização das centralidades para os vetores: saúde, educação, segurança, lazer, esportes
2. Com base no material fornecido pela PMT, definiu-se a hierarquia viária com a indicação das classes de vias segundo a NBR 5101: vias V1, V2 e V3;

<sup>4</sup> As vias arteriais, principais e secundárias foram tratadas individualmente. Para as vias locais, o tratamento foi feito de forma coletiva.

3. Dada a ausência de informações cadastrais sobre as características das vias, decidiu-se pela realização de levantamento individualizado dos parâmetros de cada via V1, V2 e V3. Para as vias V4 e V5 foram considerados parâmetros de calhas padrão, baseados em experiência e observação de campo resultante do levantamento para a amostra durante a fase de diagnóstico, e análise e coleta de dados, utilizando-se a ferramenta Google Maps;
4. O mapeamento para identificação de centralidades e pontos de interesse especial foi realizado junto à Prefeitura e consistem em pontos cujos acessos devem receber um tratamento especial na iluminação, tais como vias de acesso aos serviços públicos, ciclovias.

Todo o mapeamento foi consolidado num sistema ArcGIS<sup>5</sup>, e está apresentado em anexo a este trabalho em arquivo padrão PDF.

## 7.8 Estrutura e Especificação da Solução

Nesta etapa, foram relacionadas todas as ações necessárias (ex: remodelação dos pontos existentes; instalação de novos pontos para correção de pontos escuros; instalação de telegestão). Também foram mapeados de forma estruturada os equipamentos e materiais necessários para cada ação.

O resultado é um mapa completo da solução, que será quantificada/dimensionada nas duas etapas seguintes.

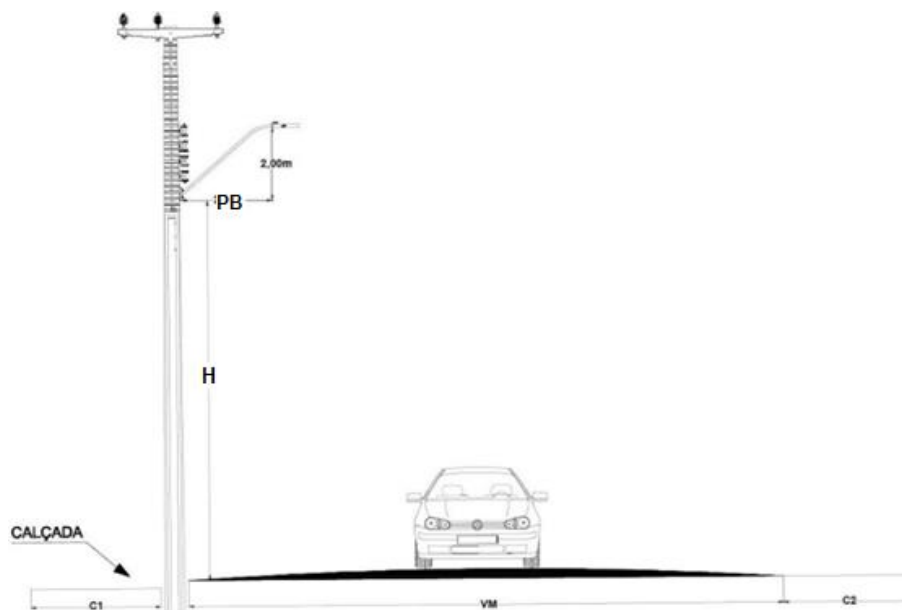
## 7.9 Estudos Luminotécnicos

O projeto luminotécnico foi elaborado para cada perfil de calha viária. Para as vias V1, V2 e V3, foram mapeadas as características de cada via, de forma a individualizar o projeto luminotécnico. É importante notar que o cadastro é incompleto em termos de dados de campo e não dispõe de informações sobre as calhas de cada via. Assim, devido à inviabilidade da realização do mapeamento individual das vias V4 e V5, foram utilizadas calhas padrão, baseando-se em observações de campo e visualização por meio do Google Maps. Devido à ausência de informações, foi considerado nível conservador para os parâmetros de V4 e V5.

---

<sup>5</sup> Sistema de Informação Geográfica, da sigla usualmente usada em inglês

Figura 6 - Exemplo de Perfil e Calha Viária



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

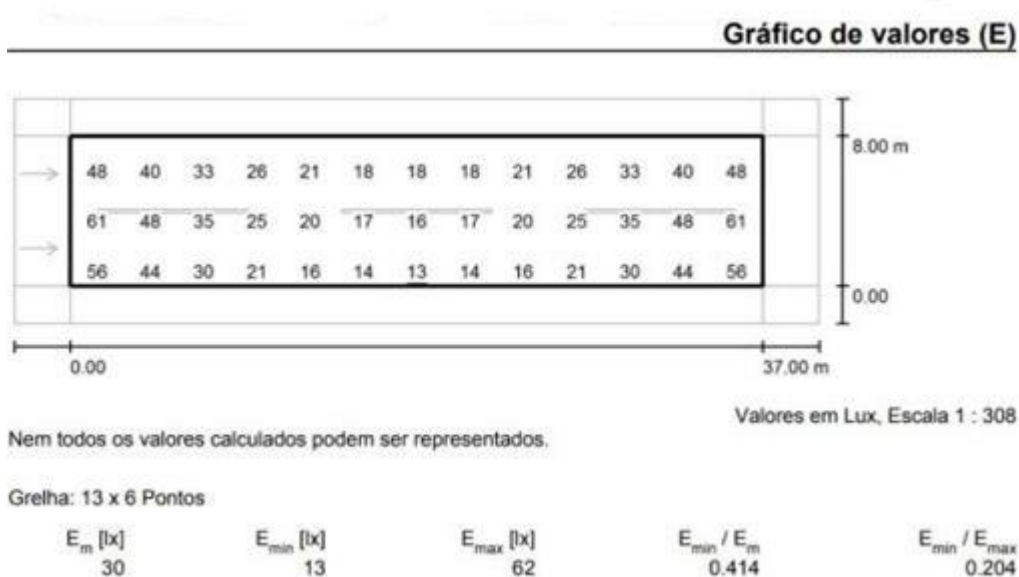
A figura acima ilustra algumas das medidas utilizadas no projeto luminotécnico. **C1** é a calçada do lado da luminária, **C2** a calçada do lado oposto da luminária, **VM** a largura da via motorizada, **H** a altura de montagem da luminária e **PB** a projeção do braço da luminária.

Para cada tipo de calha, seja ela individualizada ou calha padrão, foram realizadas simulações luminotécnicas para determinar qual tipo de luminária e configuração de montagem atenderia aos padrões luminotécnicos definidos pela ABNT NBR 5.101:2018 para a classificação da via em questão.

Para essas simulações, foi determinada a utilização do software de cálculo e simulação luminotécnica DIALux Evo, versão 9.0, da empresa DIAL. As simulações contemplam fatores como potência, altura, avanço, disposição do posteamento, fotometria da luminária, entre outros. Por se tratar de software aberto, ou seja, sem vínculo com fabricantes de luminária, as análises são transparentes. Além disso, o software utilizado aceita importação de arquivos com dados fotométricos de fabricantes. Apesar da realização dos estudos luminotécnicos utilizando dados fotométricos de um fabricante específico – é necessário usar uma referência específica, de modo que os parâmetros luminotécnicos considerados possam ser atendidos por diversos fabricantes presentes no Brasil. Vale ressaltar que este é um projeto de engenharia de referência, não vinculante.

A Figura a seguir ilustra uma saída típica da simulação. Os parâmetros de luminária e montagem são ajustados até que os resultados da simulação atendam à norma para tal via. Tais parâmetros então serão considerados como mínimos na especificação da solução.

Figura 7 - Exemplo de Simulação Luminotécnica para uma Via



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

## 7.10 Dimensionamento da Solução

O dimensionamento da solução quantifica, em número de pontos de luz, todas as ações delineadas na Estrutura da solução.

Cada categoria de ação (remodelação da rede existente, correção de pontos escuros, expansões) traz consigo uma relação de materiais. Por exemplo, a correção de um ponto escuro demanda a instalação de um poste exclusivo, além de equipamento e material padrão da instalação de luminária. A partir daí, observando a relação de equipamentos e materiais delineada para cada grupo de ações, foi elaborada a quantificação total de equipamentos e materiais necessários.

Nesta etapa, também foram cruzadas as soluções luminotécnicas definidas na etapa anterior com o dimensionamento dos pontos de luz da solução. O resultado da análise é a Matriz de Instalação completa, que relaciona o número necessário de luminárias de cada classe de potência.

Por fim, a partir da especificação de potências das luminárias e a quantificação da solução, foi estimado o consumo de energia elétrica do novo parque.

## 7.11 Referências para o Projeto

Para todo o desenvolvimento do Projeto de Engenharia, além dos estudos de campo em Toledo e das simulações luminotécnicas, também foram ponderados *benchmarks* nacionais e internacionais para a solução de IP. A avaliação da solução teve como base a experiência da equipe de engenharia em projetos relevantes como os dos dez *Campus* da USP, projetos Reluz em São Paulo, estudos da PPP Teresina, Toledo, Macapá, nos quais foram utilizadas diferentes versões com tecnologias distintas, projetos de efficientização dos Túneis da cidade de São Paulo, do Sistema Anchieta-

Imigrantes e Rodoanel, além da participação na elaboração da norma brasileira de IP (NBR 5101).

## 7.12 Classificação de Vias e Valores Luminotécnicos Normativos

A norma ABNT NBR 5101:2018: Iluminação pública – procedimentos – determina como as vias devem ser classificadas. A norma classifica as vias de trânsito de V1 a V5, de acordo com os atributos da via e a intensidade de tráfego. A NBR 5101 também estabelece uma classificação para vias de pedestres, observando a intensidade de uso. As normas da ABNT não cobrem critérios específicos, citando apenas uma análise generalista para a classificação de praças, parques e pontos de ônibus.

Foi utilizada como referência a classificação das vias apresentada no Plano Diretor Municipal e elaborada pelo consórcio consultor, uma vez que a classificação das vias não consta do Cadastro da rede de IP.

O cadastro da rede de IP também não apresenta classificação de vias de pedestre. Assim, utilizou-se a conceituação de que as classes de iluminação viária estão associadas às classes de iluminação de pedestres com o mesmo índice, ou seja, V1-P1, V2-P2, V3-P3, V4-P4 e V5-P4 (não existem vias P5).

Embora a referida norma não registre ou configure vínculo entre as classes de iluminação viária e a via de pedestres, na prática, tanto para projetos como para verificação/inspeção, o que se verifica é a adoção dos mesmos índices para os dois “tipos de vias”, o que permite tal associação como regra geral.

Como forma de simplificação de comunicação, neste documento, quando referenciados os pontos de classificação de via de tráfego (exemplo: V1), implicitamente será efetuada a referência também às vias de pedestre associadas àquela via ou tipo de via, salvo se definido explicitamente o contrário.

A NBR 5101:2018 determina padrões mínimos de luminância e iluminância para cada classificação de via. As vias de maior velocidade e tráfego intenso demandam maior iluminação e uniformidade, à medida que as vias locais permitem uma iluminação mais leve. As duas tabelas a seguir apresentam os padrões para vias de trânsito e vias de pedestre, respectivamente. Elas foram adotadas como padrões mínimos para a configuração de iluminação das vias da cidade.

Tabela 1 - Iluminância Média Mínima e Uniformidade

Classe de iluminação	Iluminância média mínima $E_{med, min}$ lux	Fator de uniformidade mínimo $U = E_{min}/E_{med}$
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0,2
V5	5	0,2

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Tabela 2 - Luminância Média, Uniformidades, TI e SR

Classe de iluminação	Luminância média mínima $L_{med,min}$ cd/m <sup>2</sup>	Uniformidade Global $U_o$	Uniformidade Longitudinal $U_l$	Incremento limiar TI % $\leq$	SR $\geq$
V1	2,00	0,40	0,70	10	0,5
V2	1,50	0,40	0,70	10	0,5
V3	1,00	0,40	0,70	10	0,5
V4	0,75	0,40	0,70	15	-
V5	0,50	0,40	0,70	15	-

Nota 1: Os critérios de TI e SR são orientativos assim como os valores das classes V4 e V5

Nota 2: As classes V1, V2 e V3 são obrigatórias para a luminância

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Tabela 3 - Iluminância Média e Uniformidade Mínimo

Classe de iluminação	Iluminância horizontal média $E_{med}$ lux	Fator de uniformidade mínimo $U = E_{min}/E_{med}$
P1	20	0,3
P2	10	0,25
P3	5	0,2
P4	3	0,2

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

As centralidades e pontos de interesse especial estão situados em vias ou locais cujas vias de acesso ou no seu entorno, por razões específicas, além dos atributos da via, demandam um nível mínimo de iluminação. Para o projeto, estas vias receberam a classificação viária V3, no mínimo.

Para identificar essas centralidades e pontos de interesse especial no município, foi realizado mapeamento junto à PMT. A apresentação desse mapeamento e do tratamento luminotécnicos especial está detalhado na seção 9.

Os cruzamentos, faixas de pedestres, pontos ou paradas de ônibus também deverão ser considerados na elaboração dos projetos, seguindo as diretrizes da NBR 5101:2018.

### 7.13 Normas Técnicas

O projeto de engenharia considera as seguintes normas:

- ABNT NBR 5101:2018 – Iluminação Pública – procedimento;
- ABNT NBR IEC 60598 - 1 – Luminárias –Parte 1: Requisitos Gerais e Ensaios;

- ABNT NBR IEC 60598 - 2 – Luminárias – Parte 2: Requisitos Particulares – Capítulo 3: Luminárias para Iluminação Pública;
- ABNT NBR IEC 60529 – Graus de Proteção para Invólucros de Equipamentos Elétricos;
- ABNT NBR 15129 – Luminárias para Iluminação Pública – Requisitos Particulares;
- ABNT NBR 5461:1991 – Iluminação;
- ABNT NBR 5181:2013 - Sistemas de iluminação de túneis — Requisitos (não aplicável no momento à Toledo);
- ABNT NBR 15688:2012 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus;
- ABNT NBR IEC 61643 – Dispositivos de Proteção Contra Surtos em Baixa Tensão;
- INMETRO E PROCEL - Atender às Portarias de certificação do INMETRO e concessão do selo PROCEL que estejam em vigor;

#### 7.14 Informações Utilizadas

A elaboração do presente projeto segue a caracterização do parque de IP apresentada no Diagnóstico da Rede de Iluminação Pública de Toledo, de onde são destacados os seguintes documentos:

- Plano Diretor Municipal – revisão 2019 – V2;
- Plano de Mobilidade Urbana - 2018
- Cadastro georreferenciado da Rede de Iluminação Pública;
- NBR 5101:2018 – Iluminação Pública – procedimentos;
- NBR 5410:2010 – Instalações elétricas de baixa tensão<sup>6</sup>;
- NBR 15688:2012-13 - Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus.

Ainda, foram considerados outros documentos e fontes:

- Resolução ANEEL 414/2010 e resoluções complementares;
- Despacho 368 ANEEL;
- Resolução 888 ANEEL;
- Catálogos de luminárias de diversos fabricantes e respectivos arquivos com planilhas fotométricas das luminárias (extensão. ies);
- Dados da localização de equipamentos de prestação de serviços públicos fornecidos e consultados do sitio da prefeitura de Toledo e internet;

<sup>6</sup> A NBR 5410 não é aplicável a iluminação pública, porém de modo a propiciar segurança nas instalações as suas recomendações foram consideradas

- Entrevistas e consultas aos representantes da prefeitura.

### **7.15 Estimativas de Custos e Investimentos**

O orçamento completo de investimentos, custos, despesas e gastos com energia elétrica foi elaborado sobre o projeto de engenharia de referência. O orçamento considera todos os equipamentos e materiais apresentados neste relatório, o respectivo consumo energético, bem como os gastos necessários para implantação e operação da solução – equipes de campo, certificações, etc.

## 8. MAPEAMENTO DAS VIAS

---

Os estudos luminotécnicos são realizados a partir da identificação da relação das vias e sua classificação, de forma a identificar os parâmetros que atendam às normas para cada via/classificação bem como dimensionar a solução.

Todo o mapeamento é feito com suporte de sistema GIS e Google Maps, de forma a identificar suas principais características (limites, extensão e largura).

Como mencionado anteriormente, o cadastro não contém informações necessárias sobre as características das vias. Assim, um levantamento individualizado dos parâmetros de cada via V1, V2 e V3 foi realizado e exemplificado na Tabela 4 apenas com as vias V1.

Definido o levantamento dos parâmetros das vias V1, V2 e V3, ainda com base no material fornecido pela PMT, as vias restantes foram classificadas como V4 ou V5, para as quais os parâmetros foram definidos por meio da utilização das “calhas padrão”.

Tabela 4 - Exemplo planilha Mapeamento: Vias V1

ITEM	VIAS	Classificação da via	EXTENSÃO	Arranjo Postejamento (Unilateral - UNI; Frontal - FRONT; Bilateral - BI; Alternado - ALT)	Largura da via motorizada ajustada (m)	Largura calçada lado luminária ajustada (m)	Largura canteiro central (m)	Largura calçada lado oposto luminária ajustada (m)	Distância entre os postes ajustada (m)
1	Avenida Maripá (Trecho 1)	V1	1434	UNI	10,0	3,0	0,0	0,0	35,0
1	Avenida Egidio Gerônimo Munaretto (Trecho 1)	V1	2095	CENTRAL	7,0	3,0	3,5	3,0	35,0
2	Avenida Egidio Gerônimo Munaretto (Trecho 2)	V1	1418	UNI	13,0	0,0	0,0	0,0	35,0
3	Rodovia Alberto Dalcanale	V1	2575	CENTRAL + UNI	8,0	4,0	1,5	3,0	40,0
4	Avenida Maripá (Trecho 3)	V1	5574	CENTRAL	8,0	4,0	1,7	4,0	50,0
5	Avenida Maripá (Trecho 4)	V1	3355	CENTRAL	10,0	3,0	1,8	5,0	35,0
6	Avenida Maripá 4626 (Trecho 2)	V1	4776	CENTRAL	6,0	4,0	2,3	4,0	20,0
7	Avenida Ministro Cirne Lima	V1	12174	CENTRAL	9,0	5,0	4,0	5,0	40,0
8	Avenida Parigot de Souza	V1	10052	CENTRAL	9,0	3,0	5,9	3,0	40,0
9	Avenida Senador Atílio Fontana	V1	7904	CENTRAL	8,0	3,0	2,7	3,0	42,0
10	Avenida União	V1	708	CENTRAL	9,0	3,0	2,5	3,0	30,0
11	Rua Barão do Rio Branco (Trecho 1)	V1	4863	CENTRAL	6,0	3,0	2,0	3,0	35,0
12	Rua Cristo Rei	V1	992	CENTRAL	9,0	3,0	1,5	2,0	30,0
13	Rua São João (Trecho 1)	V1	1389	UNI	14,0	3,0	0,0	3,0	35,0
14	Rua São João (Trecho 2)	V1	459	UNI + CENTRAL	8,0	3,0	4,0	3,0	35,0

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

## 8.1 Classificação das Vias

Como ponto de partida, utilizou-se o mapeamento e a hierarquização das vias realizado pelo consórcio consultor, com base na definição de vias apresentada no Plano Diretor, ou seja: rodovias, vias arteriais, vias coletoras e vias locais.

Para as vias definidas no Plano Diretor Municipal como arteriais foi atribuído a classe de iluminação V1 da NBR 5101:2018. Às vias coletoras V2 e às vias locais V3, V4 e V5.

Sobre este mapeamento, foram inseridos os limites do município, o mapa com as rotas do transporte coletivo e o mapa cicloviário.

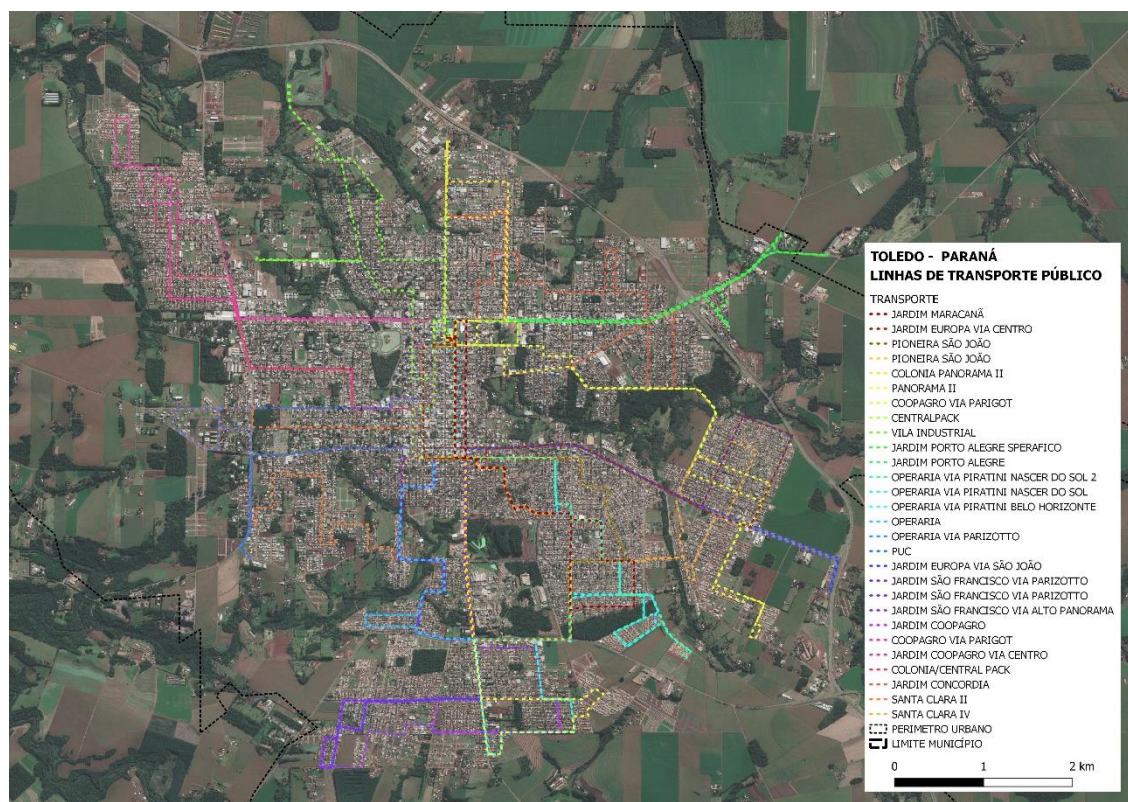
Como ponto de partida, utilizou-se o mapeamento e a hierarquização das vias realizado pelo consórcio consultor, com base na definição de vias apresentada no Plano Diretor, ou seja: rodovias, vias arteriais, vias coletoras e vias locais.

Para as vias definidas no Plano Diretor Municipal como arteriais foi atribuído a classe de iluminação V1 da NBR 5101:2018. Às vias coletoras V2 e às vias locais V3, V4 e V5.

Sobre este mapeamento, foram inseridos os limites do município, o mapa com as rotas do transporte coletivo e o mapa cicloviário.

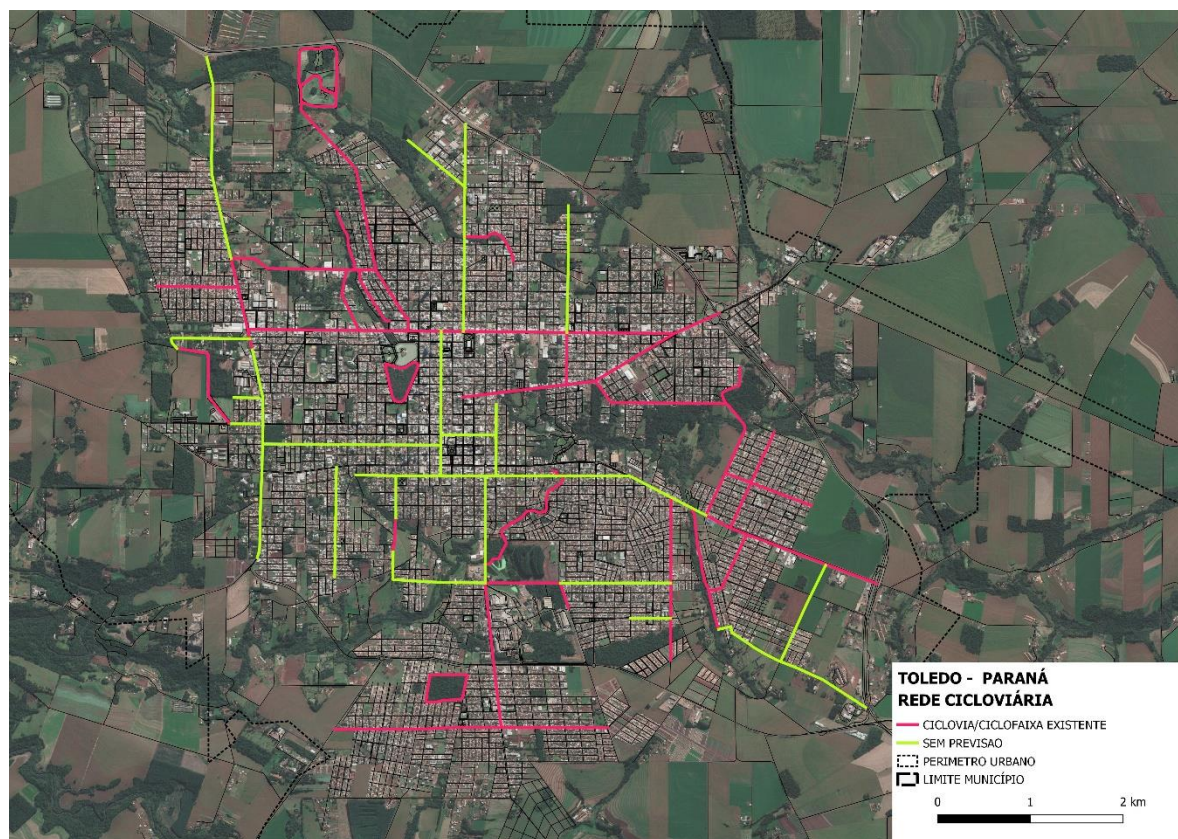
Para as vias por onde do transporte coletivo e malha cicloviária foi atribuído, no mínimo a classe de iluminação V3 da NBR 5101:2018.

Figura 8 - Mapa do Transporte Coletivo



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Figura 9 - Mapa Cicloviário



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

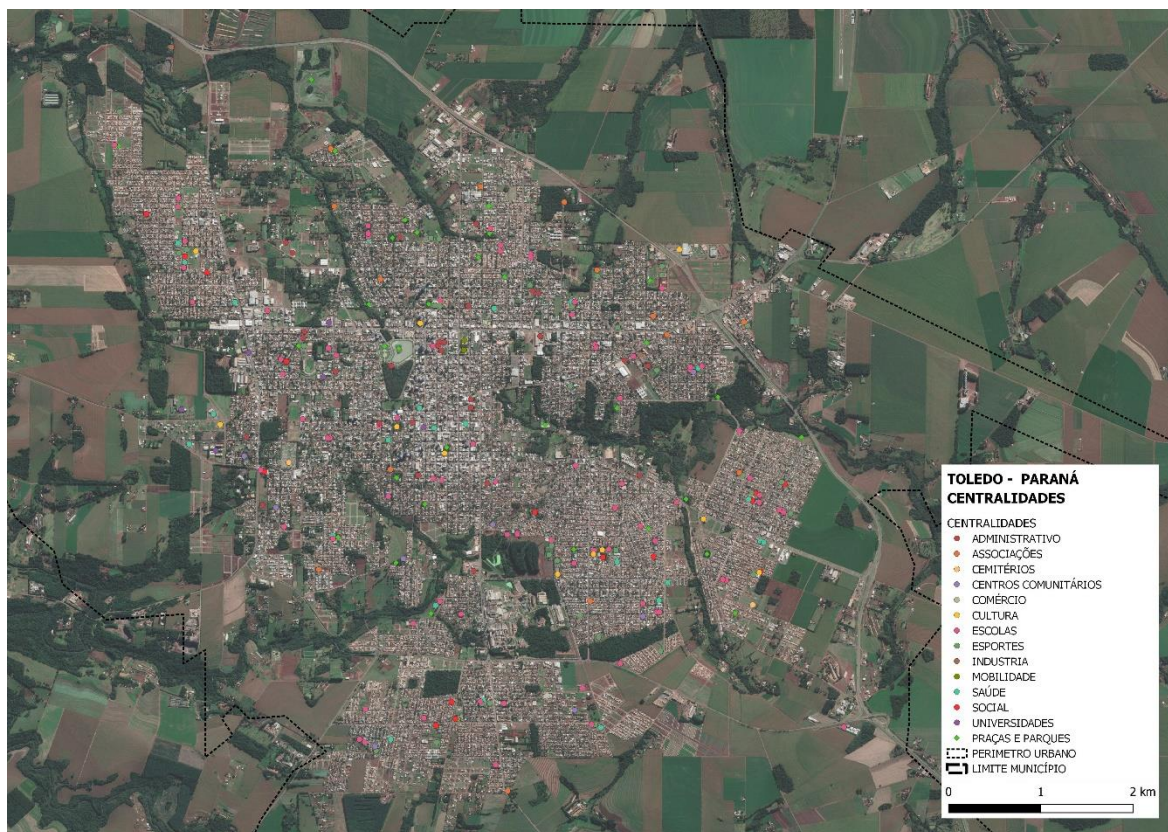
## 8.2 Centralidades

Sequencialmente, foram aplicados ao mapeamento e hierarquização de vias, os dados de localização georreferenciados das centralidades cadastradas pela PMT apresentadas na Figura 6, para receberem o tratamento especial de iluminação, incluindo as vias de transporte público, ciclovias e as vias de acesso às centralidades.

Os acessos às edificações e localidades de prestação de serviços ao cidadão em geral – escolas, hospitais, delegacias, entre outros, e às vias com transporte coletivo e ciclovias demandam uma iluminação especial. Para tal, as classificações dessas vias foram elevadas.

Assim, todas as vias de acesso aos pontos de interesse especial são classificadas, ao menos, como V3. Quando a via de interesse especial conecta duas vias principais, a via em questão recebe a classificação da menor das vias conectadas. Por exemplo, se um determinado percurso está entre uma via V1 e uma V2, o trajeto ganha classificação V2. Ou seja, uma via de um ponto de interesse especial (por exemplo, um hospital) é classificada como, no mínimo, V3 ou a classificação da menor via a qual é conectada quando essas forem maiores que V3.

Figura 10 - Mapa das Centralidades



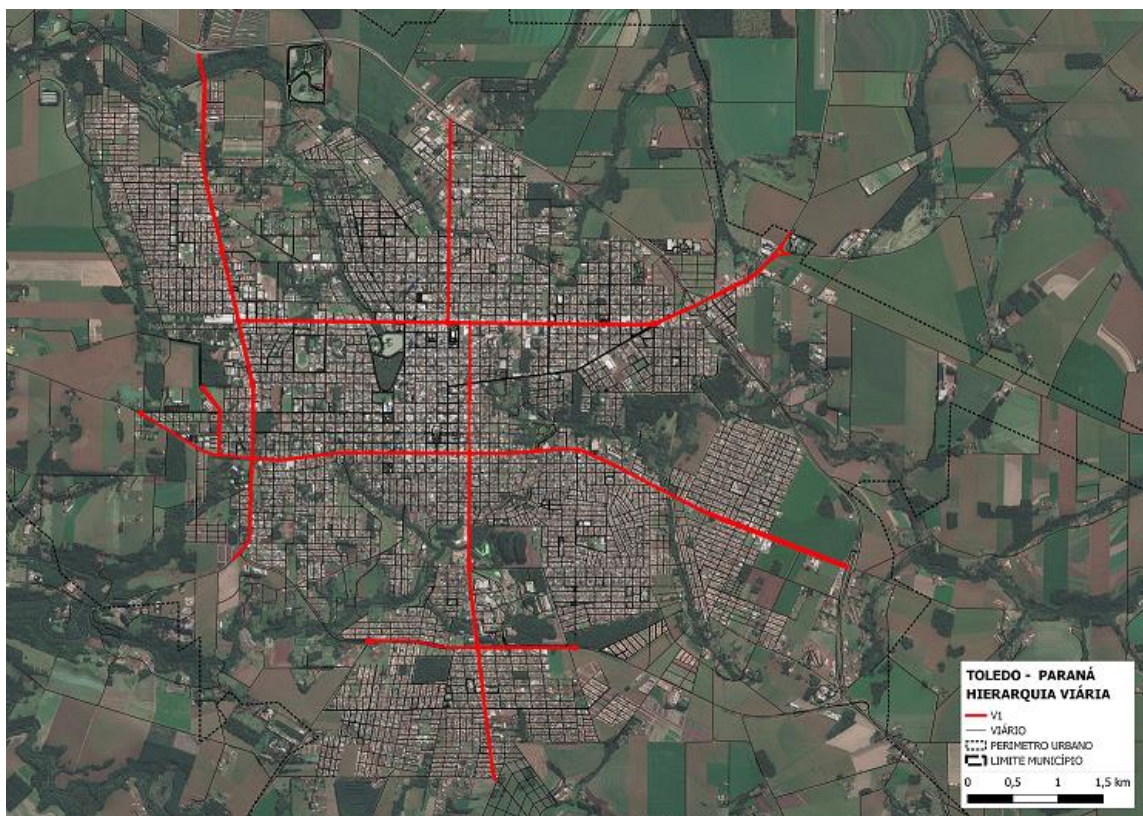
Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

### 8.3 Visualização das Vias por Classificação Viária

As figuras a seguir apresentam as vias de acordo com a sua classificação separadamente.

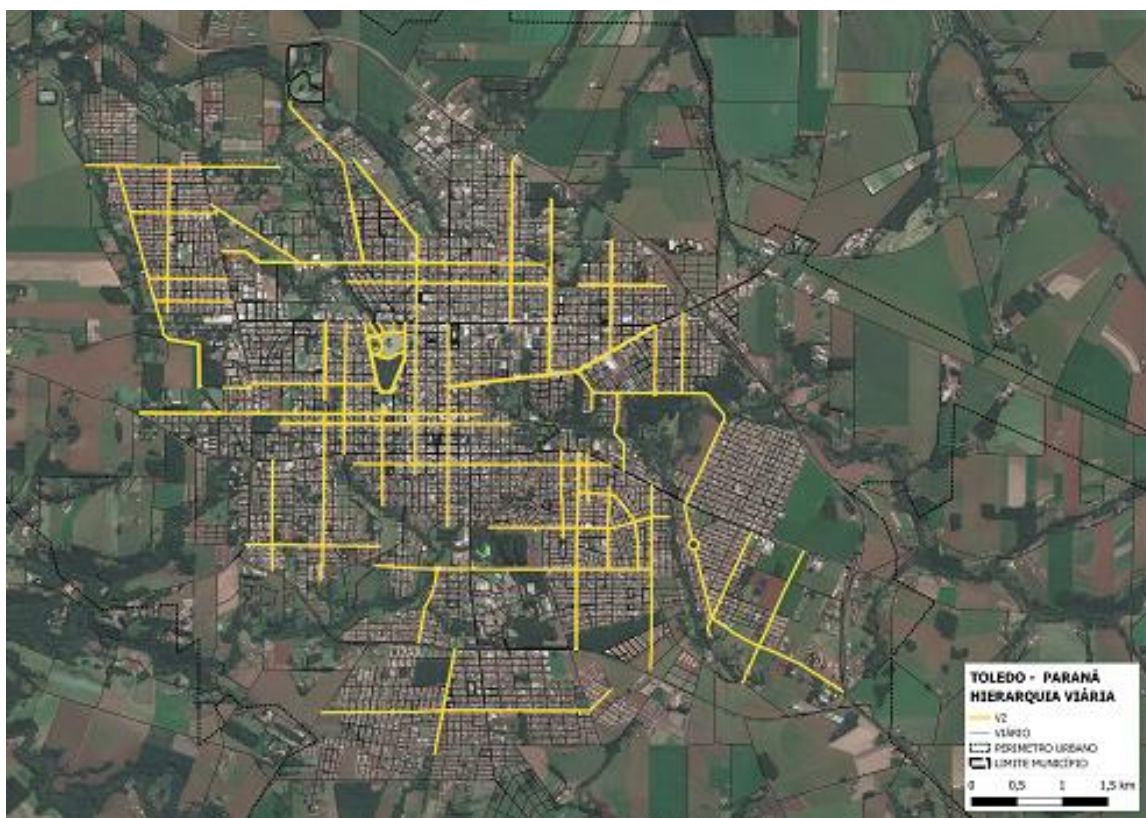
Essa apresentação em mapas de forma segregada tem o objetivo de facilitar a percepção da localização e extensão de cada tipo de via. Vale ressaltar que os mapas já incorporam as reclassificações realizadas.

Figura 11 - Mapa das Vias V1 – Distrito Sede



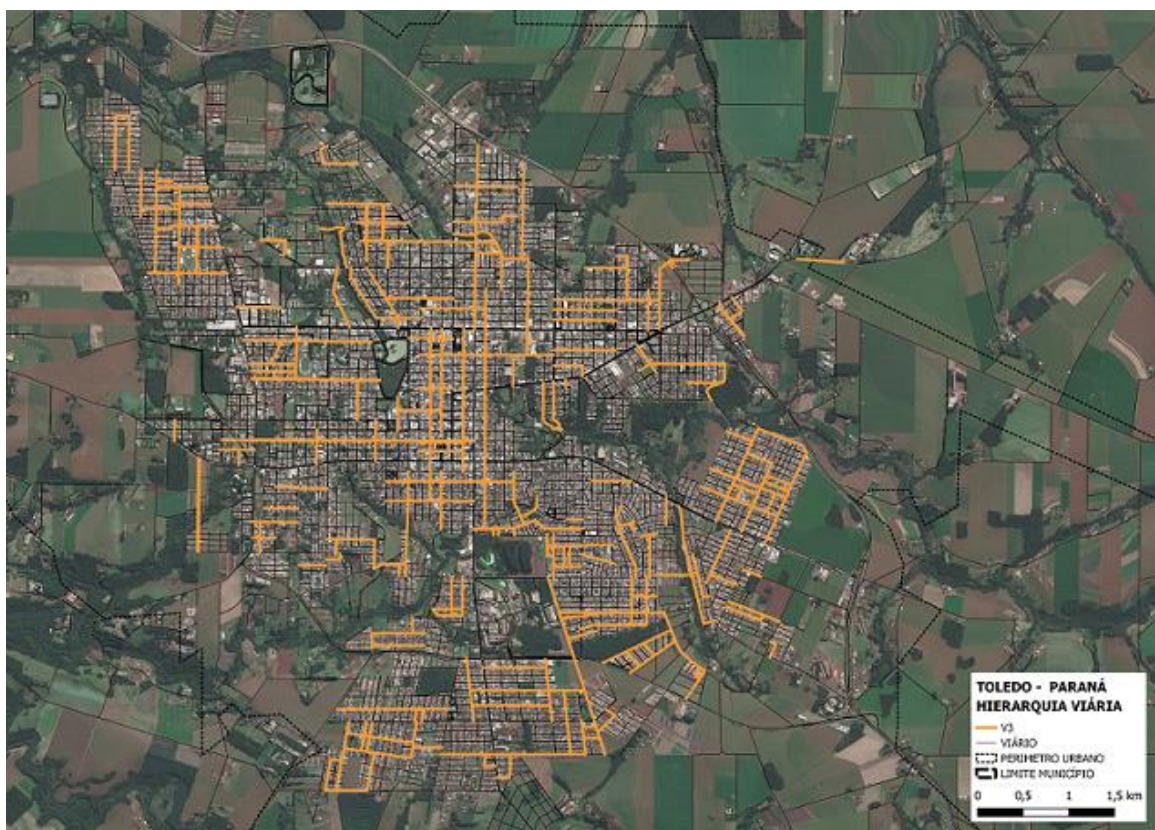
Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Figura 12 - Mapa das Vias V2 – Distrito Sede



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

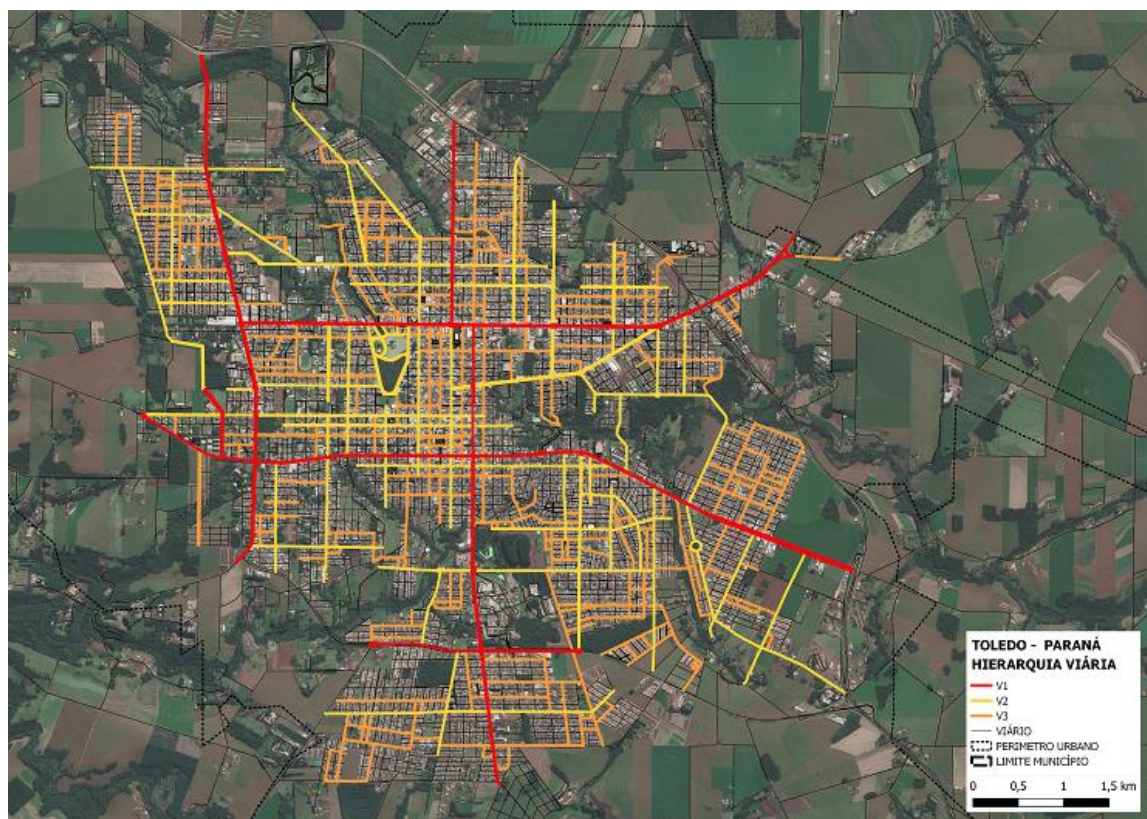
Figura 13 - Mapa das Vias V3 – Distrito Sede



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

A figura a seguir apresenta a combinação das vias V1, V2 e V3, destacadas por tipo, de maneira consolidada para o Distrito Sede.

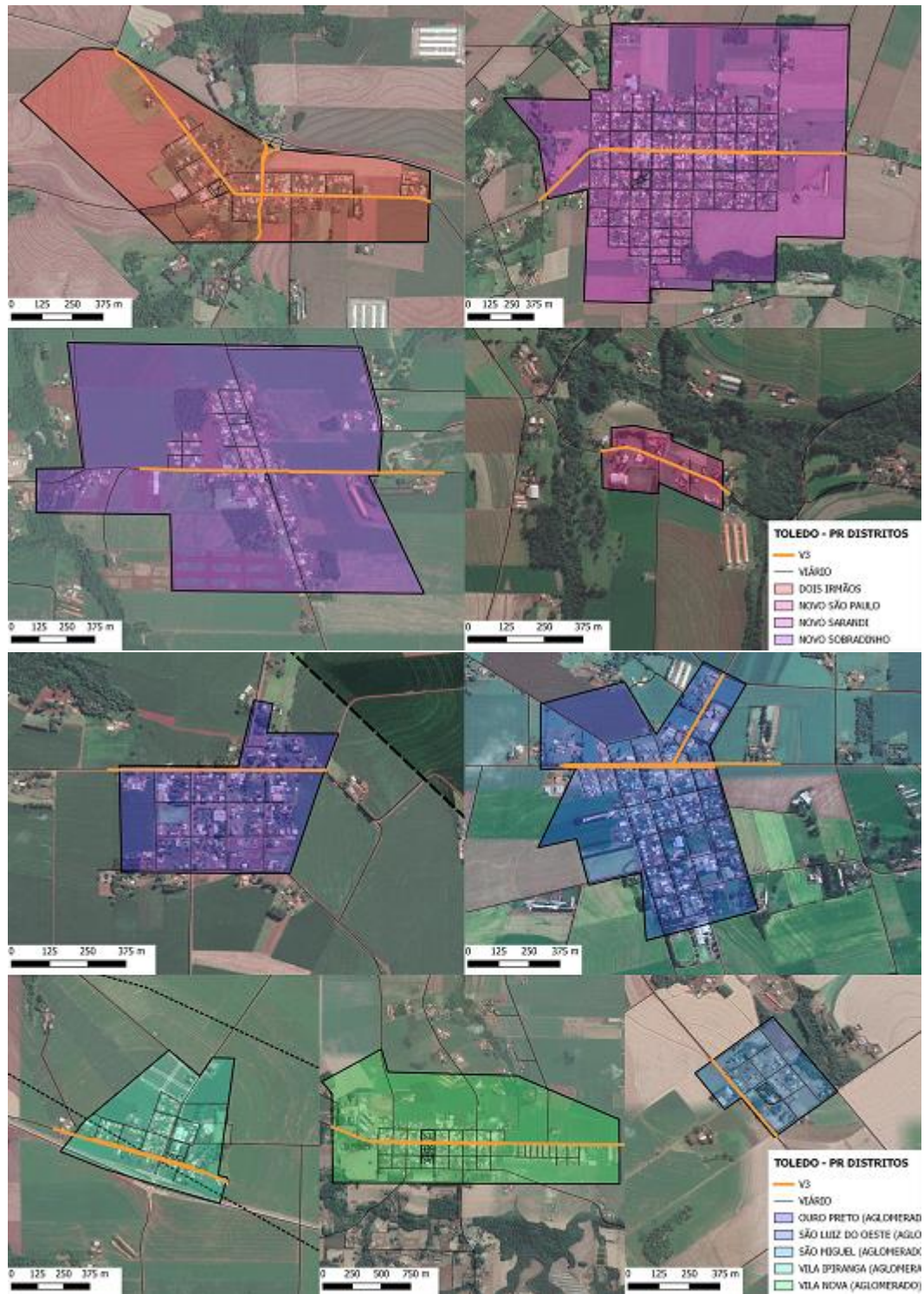
Figura 14 - Mapa Geral das Vias

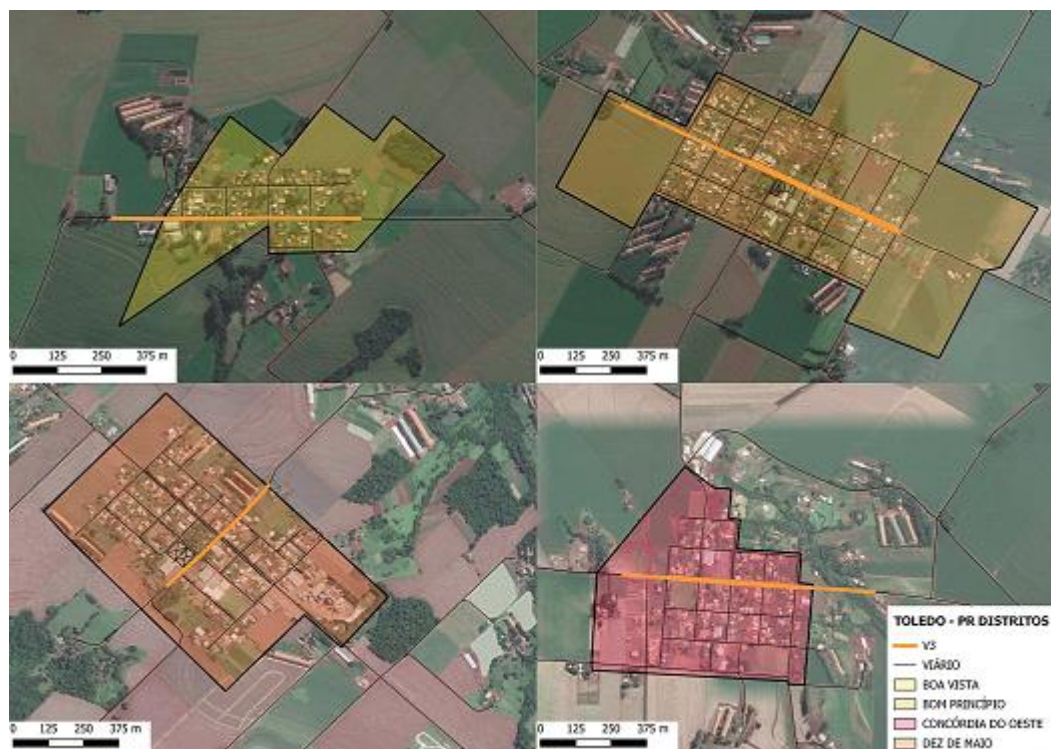


Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

A figura a seguir apresenta a hierarquia viária considerada para os 13 (treze) distritos na área rural de Toledo.

Figura 15 – Hierarquia viária nos 13 Distritos – Área Rural Toledo





A tabela 4 apresenta os pontos nas vias conforme mapa e cadastro, com ajuste nas classificações viárias apresentadas e detalhadas acima, de maneira a abarcar tanto a questão referentes às centralidades como absorver adequações necessárias à dinâmica de evolução do município de Toledo, para os seus 14 distritos (sede + 13).

Tabela 5 - Pontos de IP: Distribuídos por Classe de Iluminação<sup>7</sup>

	Classe de Iluminação NBR 5101:2018				TOTAL
	V1	V2	V3	V4/V5	
<b>Pontos de IP (vias)</b>	1572	2957	3779	13538	21846
<b>Pontos de IP (praças e parques)</b>	175	329	420	1504	2428
<b>Pontos de IP vias</b>	1747	3286	4199	15042	24274

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

<sup>7</sup> Devido ao cadastro não indicar os pontos relativos às praças e parques, admitiu-se a distribuição proporcional das potências por classe de vias

## 8.4 BIOPARK

Dentre as Centralidades, a Prefeitura de Toledo destacou a importância do BIOPARK. Trata-se do Primeiro Parque Científico e Tecnológico de Biotecnologias *on demand side* do país.

O projeto arquitetônico do BIOPARK compreende uma área física de mais de 4 milhões de m<sup>2</sup> com estrutura pensada para contribuir com o ecossistema de inovação. O projeto é composto por três prédios para Universidades, três prédios para laboratórios de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, Auditório com capacidade para 600 pessoas, prédio corporativo com 12 andares, Restaurante e Ginásio Poliesportivo.

Por meio da integração entre tecnologia, conhecimento e inovação, o BIOPARK busca instituir na Região Oeste do Paraná um ecossistema que contribua não somente para gerar empregos, mas também para desenvolver novos negócios, principalmente voltados à qualidade de vida.

Figura 16 - Perspectiva da Implantação do BIOPARK



Fonte: [www.bottirubin.com.br](http://www.bottirubin.com.br)

Os Investimentos para a iluminação destas áreas estão previstas, e serão de responsabilidade da iniciativa privada, com a responsabilidade da manutenção transferida para a PMT.

## 9. ESTRUTURA E ESPECIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO

Para facilitar o entendimento, primeiramente, será apresentada a estrutura geral da solução. Na sequência, será realizado o detalhamento da solução e a demonstração do racional de sua construção.

### 9.1 Estrutura Geral

A solução para Toledo foi estruturada em três grandes seções com diversas ações, conforme apresentado abaixo. Conceitualmente, faz-se uma distinção entre a) Eficientização e adequação do parque atual; b) Expansão do parque; c) Gestão do parque.

Tabela 6 - Eficientização e Adequação

Tópico		Quantificação geral	Ações em cada ponto
Eficientização & Adequação	Pontos existentes	Remodelação dos 24.274 pontos de luz existentes.	Troca das luminárias: a potência de cada luminária foi calculada para atendimento às normas por cada tipo de via segundo estudos luminotécnicos.
			Troca dos braços: a) As luminárias LED demandam um braço com estrutura diferente, devido a uma distinta configuração e distribuição de peso; b) A substituição dos braços atualmente utilizados e o aumento da altura da luminária são formas de elevar a eficiência da iluminação. 40% dos braços existentes serão reaproveitados.
			Instalação de relés fotoelétricos nos pontos onde não houver telegestão.
			Uso do posteamento existente, tanto em vias quanto em praças e parques.  As luminárias em Praças e Parques podem ser diferenciadas das luminárias em vias.

Tópico		Quantificação geral	Ações em cada ponto
Expansões	Correção pontos escuros	<p>Instalação de 2.986 novos pontos sendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalação de 2.622 novos pontos de luz intermediários (12% do parque atual estimado nas vias = 21.847) para correção dos pontos escuros nas vias. A instalação ocorre tanto em vias (V1-V5) quanto nas centralidades;</li> <li>• Instalação de 364 novos pontos em parques e praças (15% do parque atual estimado nas praças e parques = 2.427)</li> </ul>	<p>VIAS:</p> <p>Nos casos em que há grande distância entre postes, não é viável atingir o nível adequado de iluminância apenas com a substituição da luminária. Nesses casos, é necessário acrescentar um ponto de luz intermediário.</p> <p>Cada novo ponto representa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>um poste dedicado;</li> <li>uma luminária;</li> <li>materiais de montagem; e</li> <li>braço.</li> </ol> <p>A potência da luminária segue a composição dos estudos luminotécnicos realizados para os pontos existentes.</p> <p>Uma parcela dos postes (um terço) também incorpora o Vão de Rede.</p> <p>PRAÇAS E PARQUES:</p> <p>Os postes podem ser diferenciados dos postes em vias.</p> <p>Cada novo ponto representa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>duas luminárias;</li> <li>materiais de montagem;</li> <li>braço/suporte; e</li> <li>poste.</li> </ol> <p>A potência da luminária segue a composição dos estudos luminotécnicos realizados para os pontos existentes</p>
	Atendimento à Demanda Reprimida	<p>Contempla a estimativa da PMT de 555 novos pontos de IP sendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 370 novos pontos de IP em vias nos 14 distritos. Corresponde a 12,95 km de</li> </ul>	<p>VIAS:</p> <p>Cada novo ponto representa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>uma luminária;</li> <li>materiais de montagem;</li> </ol>

Tópico		Quantificação geral	Ações em cada ponto
		<p>vias existentes sem iluminação considerando vão médio de 35 metros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>185 novos pontos de IP em praças e parques nos 14 distritos</li> </ul> <p>Todos os pontos decorrentes do atendimento à demanda reprimida comporão o Banco de Pontos da PPP.</p>	<p>c) braço; e d) poste (em 50% dos pontos)</p> <p>A potência da luminária segue a composição dos estudos luminotécnicos realizados para os pontos existentes.</p> <p><b>PRAÇAS E PARQUES:</b></p> <p>Os postes podem ser diferenciados dos postes em vias.</p> <p>Cada novo ponto representa:</p> <p>a) duas luminárias; b) materiais de montagem; c) braço/suporte; e d) poste.</p> <p>A potência da luminária segue a composição dos estudos luminotécnicos realizados para os pontos existentes</p>
	Crescimento Vegetativo	<p>Crescimento de toda a rede, incluindo adições, de acordo com a curva de evolução populacional projetada pelo IBGE para o estado do Paraná para cada um dos anos de vigência da PPP, totalizando 3.584 pontos ao longo dos 13 anos. Cerca de 2.224 (62%) dos pontos de IP estimados como crescimento vegetativo comporão o Banco de Pontos da PPP.</p>	<p>A potência de cada luminária foi calculada considerando a composição da solução para os pontos existentes.</p>
Gestão	CCO	<p>Instalação de dois CCOs.</p>	<p>Um CCO para a concessionária e um CCO “espelho” para a prefeitura.</p>
	Telegestão	<p>Instalação de telegestão, conforme cenário.</p>	<p>A telegestão inclui os pontos existentes, novos pontos instalados para correção de</p>

Tópico	Quantificação geral	Ações em cada ponto
		pontos escuros e novos pontos de expansões da rede.

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

A tabela anterior apresenta uma visão conceitual. A visão quantitativa mais clara, compatível com a tabela acima, será apresentada mais adiante neste documento.

A quantificação geral representa o volume necessário para a partida. Em cima dessa quantificação, este projeto ainda considera o crescimento vegetativo da cidade, mantendo a proporção apresentada. A premissa de crescimento vegetativo está descrita mais adiante neste documento.

## 9.2 Remodelação dos Pontos Existentes

O projeto prevê a remodelação de todos os pontos existentes. Remodelação é a atualização dos equipamentos e materiais de forma a:

- i. Adequar às normas de iluminação via novo arranjo físico ou dimensional;
- ii. Modernizar e renovar a vida útil dos equipamentos;
- iii. Eficientizar, isto é, reduzir a energia consumida devido ao uso de tecnologias mais econômicas.

A modernização dos pontos atualmente existentes prevista neste projeto inclui, para todos esses pontos:

1. Troca das luminárias existentes por novas luminárias LED;
2. Troca dos braços de suporte das luminárias e ferragens acessórias existentes por outros com *design* que possibilite ganho de altura;
3. Troca do relé fotoelétrico em todos os pontos sem telegestão;
4. Substituição dos cabos elétricos de energização das luminárias
5. Substituição das conexões existentes.

O relé foto-controlador elétrico é usado para controlar o acendimento das luminárias, não sendo necessária sua instalação nos pontos com telegestão, cujo acendimento pode ser controlado pelo Centro de Controle e Operação (CCO). Na tecnologia LED, a troca de luminária inclui a placa com os LEDs, a luminária e o *driver* (fonte de alimentação).

Nas praças e parques, o conjunto de luminária e poste pode ter um *design*/padrão arquitetônico diferenciado. Neste projeto, foi considerado o aproveitamento dos postes existentes em praças e parques.

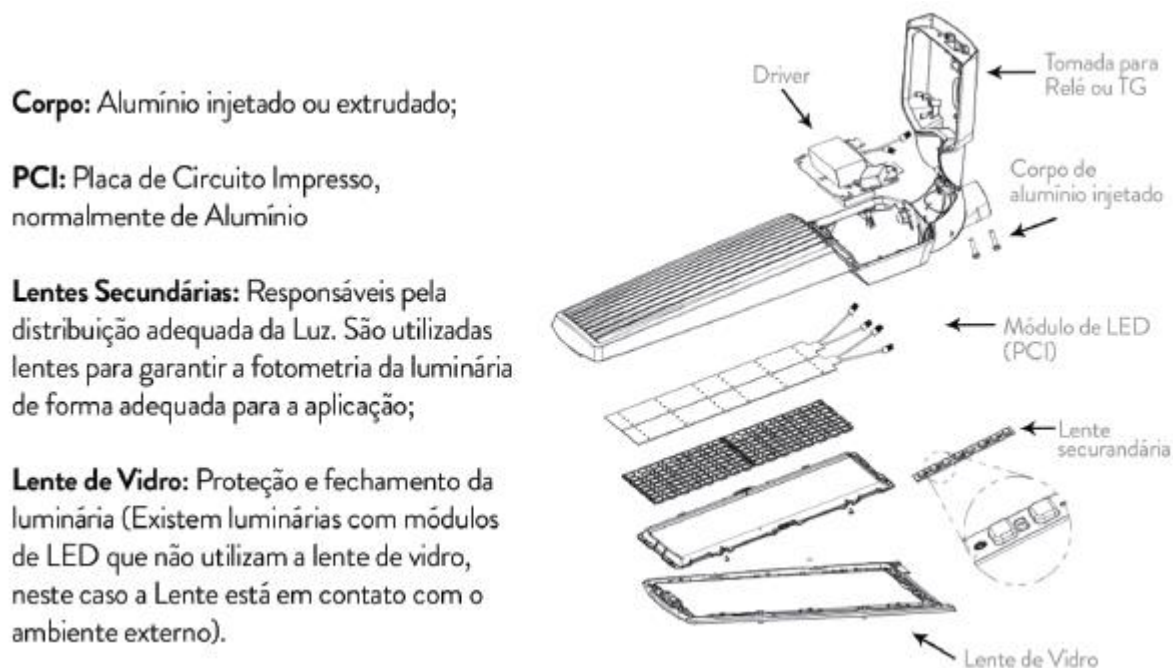
## 9.3 Instalação de Novas Luminárias

A troca ou instalação de nova luminária de forma completa (a luminária, a lâmpada LED e o driver) corrige os problemas de qualidade dos ativos existentes – luminárias abertas ou fechadas com difusor amarelado ou quebrado. Eficientizar é uma das ações para adequar o parque às normas.

A figura a seguir ilustra todos os elementos de uma luminária. O *driver* é a fonte de alimentação da lâmpada. Ele converte a energia elétrica de corrente alterada que vem da rede da Empresa

Distribuidora em corrente contínua e com uma tensão adequada à alimentação da lâmpada LED.

Figura 17 - Elementos de uma Luminária



Fonte: [abilux.com.br/portal/pdf/abilux\\_cartilha\\_2017.pdf](http://abilux.com.br/portal/pdf/abilux_cartilha_2017.pdf).

Em relação à troca de luminárias de Vapor de Sódio (predominante no parque de Toledo) por luminárias de LED, há um fator de potencialização da percepção visual propiciada pelas fontes de luz de espectro branco, chamada de “lumens efetivos” ou *S/P ratio*. Ao comparar fontes de luz de espectro amarelo (Vapor de Sódio) com fontes de luz branca (Multivapores metálicos e LED) para um mesmo fluxo luminoso, a percepção visual propiciada pela luz branca é cerca de 25% a 30% maior.

Juntamente com a luminária, deve ser instalado um relé fotoelétrico, para controlar seu acendimento. Esse relé não é necessário nos pontos com telegestão, que já têm o acendimento controlado através do Centro de Controle e Operação.

O Anexo IV apresenta a especificação técnica das luminárias.

#### 9.4 Substituição dos Braços de Suporte

Tipicamente, a rede de IP de Toledo apresenta alturas de montagem da luminária aceitáveis, resultado da configuração do braço de suporte. Porém, não são considerados adequados à distribuição fotométrica das luminárias LED, com prejuízo da distribuição da luz emitida por elas. Analisando a configuração dos braços existentes, as simulações luminotécnicas indicam a possibilidade da reutilização dos atuais braços em 40% das instalações a serem eficientizadas e ou modernizadas. Assim, o novo desenho dos braços de iluminação, de forma ainda a “ganhar” altura na posição da luminária, contribui significativamente para uma melhor distribuição de luz e

consequente melhoria dos índices de iluminância média e uniformidade.

De toda forma, devido ao peso da luminária LED, os novos braços deverão ser dimensionados para adequadamente suportá-las.

## 9.5 Materiais de Montagem

Para realizar a remodelação do ponto, além da luminária e do braço de suporte, são necessários outros materiais de montagem, como: relé fotoelétrico; cabo de cobre isolado; parafusos; porcas; arruelas e conectores.

## 9.6 Configuração do Postejamento

No presente estudo, foi adotada a utilização da configuração de postejamento existente, sem alterações, mesmo nas vias de postejamento exclusivo.

É importante destacar que o projeto prevê a instalação de novos postes, o que será abordado a seguir.

## 9.7 Correção de Pontos Escuros

Conforme descrito anteriormente, a maior parte da rede de IP está atrelada aos postes de distribuição de energia elétrica, o que acarreta posicionamento inadequado e grande distância média entre eles para fins de iluminação. Os grandes espaços com iluminação precária geram os chamados pontos escuros.

Para equacionar o problema de distância excessiva entre alguns postes, foi considerada a instalação de postes intermediários entre postes existentes e também a instalação de postes próximos às esquinas e cruzamentos. Essas instalações são denominadas no projeto como correção de pontos escuros.

Estimou-se juntamente com a PMT a quantidade de pontos de IP em vias da ordem de 21.847, e 2.427 a quantidade de pontos em praças e parques.

Desta forma, dimensionou-se uma necessidade de novos pontos da ordem de 12% dos pontos atuais nas vias. Essa estimativa é baseada nos dados do Relatório de Diagnóstico, por meio de levantamento amostral em campo, que apontou espaçamento superior a 40 metros em 17,8% dos casos. Para praças e parque admitiu-se uma necessidade de novos pontos da ordem de 15% dos pontos atuais.

Contudo, nas vias que possuem postejamento exclusivo, esse problema é de menor quantidade, uma vez que o postejamento foi projetado para a IP, com distância adequada entre cada poste para o atendimento normativo. Assim, reavaliando a porcentagem de postes com espaçamento superior a 40 metros, ela é reduzida para 12%. Este valor está coerente com os dados históricos do Projeto Reluz, de outros projetos similares.

É importante mencionar que a correção de pontos escuros considera a instalação de um novo ponto de luz completo, o que contempla a instalação do poste, de uma luminária, de um braço e dos materiais de montagem necessários, conforme descrito na seção 9.2.

A instalação do poste pode ocorrer, de forma geral, em duas configurações:

- Instalação de poste intermediário entre vão com rede de média e baixa tensão existente; e
- Instalação de poste com extensão de vão de rede em baixa tensão. Essas configurações são detalhadas em anexo a este documento.

Para fins de dimensionamento desta solução, estimou-se que dois terços dos casos estariam classificados como poste intermediário entre vão de média tensão e um terço dos casos, como poste com extensão de vão de rede em baixa tensão. Essa proporção é baseada na experiência da equipe de engenharia com projetos similares e é apresentada com mais detalhes no Apêndice III deste relatório

A implantação dos novos pontos seguirá o padrão definido no projeto luminotécnico definido para a via na qual será instalado o novo ponto.

Para praças e parque admitiu-se uma necessidade de novos pontos da ordem de 15% dos pontos atuais.

É importante mencionar que a correção de pontos escuros em praças e parques considera a instalação de um novo ponto de luz completo, o que contempla a instalação do poste, de duas luminárias, de um braço/suporte, rede subterrânea e dos materiais de montagem necessários, conforme descrito na seção 9.2.

Na implantação dos novos pontos a potência da luminária seguirá a proporção da composição dos estudos luminotécnicos realizados para os pontos existentes nas vias.

## 9.8 PONTOS Expansões

A PMT não apresentou áreas específicas para expansão da cidade. Contudo, apresentou dados para a expansão da IP na cidade. Esses pontos de IP estão distribuídos nas vias classificadas como V1 até V5. Assim sendo, foram considerados dois segmentos de expansões: atendimento à demanda reprimida e crescimento vegetativo, conforme detalhado nos próximos subitens.

## 9.9 Demanda Reprimida

O dimensionamento da demanda reprimida foi estimado pela PMT, e corresponde a cerca de 555 pontos de IP, sendo:

- 370 pontos de IP, aproximadamente 1,5% do parque de IP atual. O resultado indica um total de 12,95 km de vias existentes sem iluminação, nos 14 distritos, considerando um vão médio de 35m.

Os pontos denominados demanda reprimida serão implementados em novos pontos de iluminação, previstos em vias com rede de distribuição de energia elétrica de baixa tensão da Empresa Distribuidora de energia existente, porém sem IP.

Cada novo ponto representa:

- a) uma luminária;
- b) materiais de montagem;
- c) braço;

Além disso, estimou-se a necessidade de instalação de postes em 50% dos pontos para atendimento à demanda reprimida. A potência das luminárias utilizadas segue a composição dos estudos luminotécnicos realizados para os pontos existentes, assim como os postes em Praças e Parques são diferenciados dos postes em vias;

- 185 pontos de IP, aproximadamente 0,8% do parque de IP atual estimado para praças e parques.

Os pontos denominados demanda reprimida serão implementados em novos pontos de iluminação, previstos em vias com rede de IP exclusiva.

Cada novo ponto representa:

- a) duas luminárias;
- b) materiais de montagem;
- c) braço;

Além disso, estimou-se a necessidade de instalação de postes em 100% dos pontos para atendimento à demanda reprimida.

A potência das luminárias utilizadas segue a composição dos estudos luminotécnicos realizados para os pontos existentes.

Os postes em Praças e Parques podem ser diferenciados dos postes em vias.

Destaca-se que todos os pontos estimados para atender à demanda reprimida entrarão na composição do “Banco de Pontos” que consta previsto na minuta do contrato da PPP.

## 9.10 Crescimento Vegetativo

Corrigida a base inicial de pontos estimados para a rede de IP do município de Toledo, procedeu-se às estimativas de evolução desse Parque Ideal ao longo do ciclo de vida do projeto de PPP de IP.

Este projeto, para efeitos de dimensionamento e orçamentação dos pontos do parque de IP ao longo do período da PPP considera:

- O crescimento populacional apurado pelo IBGE para 2019 em 1,46% comparado com o de 2018;
- A projeção de crescimento vegetativo populacional do Estado do Paraná, calculada e

disponibilizada pelo IBGE.

O crescimento estimado pode ocorrer em virtude de acréscimo de pontos na rede ou de aumento de parâmetros na rede então existente. Assim, foram estimados parâmetros de acréscimo de pontos como referência. O aumento de pontos reflete em investimento adicional ao longo da concessão (para instalação dos pontos), custos de operação e manutenção, bem como consumo de energia.

A seguir, apresenta-se tabela contendo a evolução populacional do estado do Paraná, bem como a projeção do crescimento populacional ao longo dos 13 anos previstos de vigência contratual da concessão tendo por base o crescimento verificado entre 2018 e 2019.

Desta forma verifica-se que o crescimento populacional médio anual entre 2021 e 2034 é de 0,974% ao ano<sup>8</sup>.

Tabela 7 - Crescimento Populacional do Estado do Paraná

<b>ANO</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>
População	11.348.937	11.433.957	11.516.840	11.597.484	11.675.661	11.751.111	11.823.677	11.893.264	11.959.803
Varição	0,75%	0,72%	0,70%	0,67%	0,65%	0,62%	0,59%	0,56%	0,53%
<b>ANO</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>
População	12.023.185	12.083.297	12.140.129	12.193.706	12.243.938	12.290.702	12.333.987	12.373.836	12.410.298
Varição	0,56%	0,53%	0,50%	0,47%	0,44%	0,41%	0,38%	0,35%	0,32%

Fonte: Consórcio, com base em dados do IBGE.

Tabela 8 - Crescimento Populacional de Toledo - Projeção

<b>ANO</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>
Varição	1,46%	1,41%	1,36%	1,31%	1,26%	1,20%	1,15%	1,09%
População	140.635	142.622	144.569	146.469	148.314	150.099	151.821	153.477
<b>ANO</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>
População	155.063	156.574	158.010	159.370	160.650	161.846	162.957	163.984
Varição	1,03%	0,97%	0,92%	0,86%	0,80%	0,74%	0,69%	0,63%

Fonte: Consórcio, com base em dados do IBGE.

Desse modo, como o crescimento vegetativo da IP está vinculado ao crescimento populacional estima-se um total 3.584 pontos decorrentes do crescimento vegetativo da IP para o período de vigência da PPP, os quais seguirão as mesmas proporções de classificação viária e de centralidades e potência de luminárias que os pontos a serem modernizados. Importante salientar que, assim como no caso dos pontos para atendimento à 50% da demanda reprimida, para os pontos de crescimento vegetativo não foi computada a necessidade de postes, visto que os pontos serão instalados em postes da concessionária de energia que vierem a ser implementados nas áreas pelas quais a cidade for expandida.

É importante ressaltar que não é parte do escopo da PPP que a futura Concessionária leve infraestrutura urbana básica que não seja IP. É parte do escopo deste projeto a instalação dos equipamentos de IP, sua operação e manutenção do que será suportado pelo chamado “Banco de Pontos”, conforme especificações constantes na minuta de Contrato da PPP.

<sup>8</sup> Este valor difere do apresentado no Relatório de Diagnóstico, porém é mais aceitável tendo em vista o benchmark de outros projetos de eficiência similares. Exemplo: Teresina 1%a.a.; Vila Velha 0,92%a.a.

Há de se considerar que o crescimento vegetativo ocorre de duas maneiras:

- Pelo adensamento da população, ou seja, edificações de um ou dois pavimentos dão lugar a edificações com maior número de pavimentos. É o que definimos como crescimento vegetativo vertical;
- Pela expansão natural da cidade com o aumento da população. É o que definimos como crescimento vegetativo horizontal.

O crescimento vegetativo vertical implica na alteração dos índices luminotécnicos de determinadas vias devido a alteração no volume de tráfego de pessoas ou de veículos. Trata-se de substituição da iluminação modernizada/eficientizada implantada. Estimou-se uma reclassificação das vias V4 e V5 para as vias V1, V2 e V3 em cerca de 15% dos pontos de IP para cada classe, totalizando 1.360 pontos de IP. Estes 1.360 pontos de IP representam cerca de 38% do crescimento vegetativo estimado. Os serviços necessários para a reclassificação das vias são de responsabilidade do futuro concessionário dos serviços de IP.

Desta forma, cerca de 62% dos pontos de IP estimados como “crescimento vegetativo” (2.224 pontos), correspondem ao crescimento vegetativo horizontal e comporão o referido “Banco de Pontos”, conforme será explicado no item a seguir.

### 9.11 Expansão com Investimentos de terceiros

A PMT apresentou previsão de expansão em áreas específicas com investimentos de terceiros, cuja toda infraestrutura inclusive iluminação pública deverá ser implantada e entregue para a PMT. São os casos do BIOPARK e dos loteamentos a serem implantados.

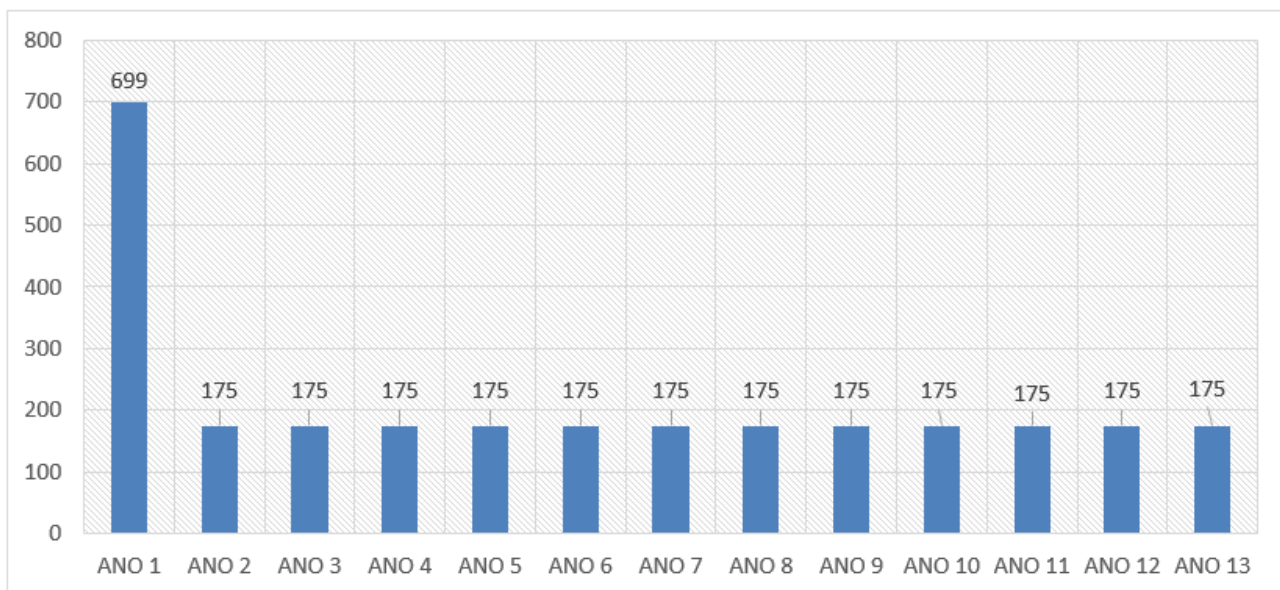
Desta forma, os “terceiros” deverão implantar a iluminação pública seguindo as regras para que estas áreas se enquadrem nos níveis de qualidade de iluminação da PPP, na elaboração dos projetos e nos materiais empregados, e no sistema de telegestão e sua conectividade junto ao sistema de telegestão existente. Após aceite do loteamento pela prefeitura o concessionário deverá verificar se o sistema implantado está em conformidade com as especificações definidas no contrato (termo de referência) da PPP. Uma vez aceito as instalações o concessionário assume a manutenção destes pontos. O recebimento será feito conforme definido no Banco de Pontos.

### 9.12 Banco de Pontos

Para o dimensionamento do Banco de Pontos, verificou-se a necessidade de um total de 2.779 pontos de IP que advém de 100% da demanda reprimida, de modo que todos os 555 pontos estimados nessa categoria comporão o banco de pontos. Os demais 2.224 pontos que advém da atribuição de 62% referente ao crescimento vegetativo estimado de uso da Prefeitura por meio do Banco de Pontos.

No gráfico a seguir, apresenta-se a quantidade de pontos por ano que compõem o banco de pontos:

Gráfico 1 – Quantidade de Pontos por Ano que compõe os Créditos do Banco de Pontos



Fonte: Consórcio, com base em informações do IBGE e da PMT.

A contabilização do consumo dos créditos do Banco de Pontos será dada com 1 crédito sendo equivalente à implantação de 1 ponto de IP em via do tipo V1, V2 ou V3 sem poste, conforme tabelas a seguir:

Tabela 9 – Contabilização: Consumo dos créditos do Banco de Pontos 1

Solicitação de:	Se Vias V1, V2 e V3 <sup>9</sup>	Se Vias V4 e V5 <sup>9</sup>	Se Parques e Praças
Instalação de uma luminária + braço/suporte + acessórios necessários sem poste	1,00	0,73	1,65
Instalação de uma luminária + braço/suporte + acessórios necessários com poste	1,87	1,62	2,83
Realocação de 10 (dez) luminárias + braço/suporte + acessórios necessários sem realocação de poste	3,12	3,12	3,12
Realocação de 10 (dez) luminárias + braço/suporte + acessórios com realocação de poste	6,95	6,95	9,40
Recebimento de uma luminária + braço/suporte + acessórios necessários para Operação e Manutenção	0,01	0,01	0,01

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Tabela 10 – Contabilização: Consumo dos créditos do Banco de Pontos 2

Solicitação de:	Número de créditos
Instalação de projetores + suporte + rede elétrica de alimentação subterrânea + acessórios necessários com poste em quadra e campo esportivo público	5,97
Instalação de projetores + suporte + rede elétrica de alimentação subterrânea + acessórios necessários com poste em campo de futebol público	10,48

#### Quadras e Campos

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Tabela 11 – Contabilização: Consumo dos créditos do Banco de Pontos 3

Solicitação de:	Número de créditos
Instalação de luminária + braço/suporte + rede elétrica de alimentação subterrânea + acessórios necessários em vias com poste até (inclusive) 10 metros	4,93
Instalação de luminária + braço/suporte + rede elétrica de alimentação subterrânea + acessórios necessários em vias com poste de (exclusive) 10 metros até (inclusive) 15 metros	5,49

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Para a estimação da equivalência de créditos para cada categoria de ponto e/ou atividade apresentada na tabela anterior, foram realizados os seguintes passos:

- Calculou-se o valor de cada intervenção baseada em tabela de preços oficiais – Planilha de Composição de Preços;
- Para os valores não localizados em tabelas oficiais, atribuiu-se o valor calculado pela média ponderada dos valores utilizados na elaboração do CAPEX do projeto;
- Calculou-se o custo de implementação sem poste de uma luminária adequada para vias V1, V2 e V3 com os acessórios de montagem e telegestão, obtendo-se assim o Valor Unitário Médio de um ponto V1, V2 ou V3 sem poste;
- Repetiu-se o procedimento para pontos dos tipos V4 e V5;
- Calculou-se o custo de implantação de cada tipo de ponto com a necessidade de instalação de poste;
- Para o Recebimento de Pontos, considerou-se a soma dos valores presentes dos custos unitários de telegestão, O&M e ambiental;
- Por fim, calculou-se a equivalência entre os diferentes tipos de pontos, tomando como

unidade o valor da implementação de um ponto sem poste em uma via de categoria V1, V2 ou V3.

É importante mencionar que a instalação, realocação, operação ou manutenção de um ponto de luz sempre inclui todos os equipamentos e materiais necessários para operação completa de uma unidade de IP.

Ressalta-se, por fim, que para a demanda reprimida a expansão será em 50% dos postes existentes da distribuidora de energia sem iluminação e 50% com a implantação de postes pelo concessionário inclusive a rede de baixa tensão, enquanto que para o crescimento vegetativo a expansão será em 100% dos postes da distribuidora de energia sem iluminação a serem implantados.

A manutenção da rede de distribuição de média tensão (primário) serão feitas pela Empresa Distribuidora de energia, cabendo ao responsável pela IP a implantação, operação e manutenção dos pontos de luz.

### 9.13 Gestão do Parque

Como este é um projeto de referência, deve-se elaborar um projeto que não crie exclusividade para qualquer tecnologia ou fornecedor. Assim, foram apresentados requisitos funcionais e algumas especificações não funcionais gerais, como por exemplo, segurança da informação. A partir daí, existem diversas tecnologias distintas para implementar tais funcionalidades. Por exemplo, o sistema central do CCO pode funcionar em servidores dedicados *on premise* ou em serviços computacionais na nuvem. A rede de comunicação da telegestão, por ser *mesh*, pode operar sem fio ou cabeada. Os requisitos são relacionados no Caderno de Encargos.

### 9.14 CCO

O Centro de Controle Operacional (CCO) é um local físico onde é feita a supervisão, o controle e o gerenciamento operacional de forma automatizada, integrada e centralizada da infraestrutura da IP.

O CCO, por meio de aplicativos, provê aos gestores as informações necessárias para o dimensionamento de recursos, suporte e entrega dos serviços prestados, a fim de assegurar sua execução e funcionamento nos níveis de qualidade exigidos pelo contrato da PPP.

Trata-se de uma instalação física composta de infraestrutura, tecnologia, pessoas, funções e processos que permite coletar e processar informações em tempo real e fazer com que ocorra a convergência desses dados e informações em um único centro de dados, por meio de *Software* de Gerenciamento.

Tal *software* deve ser a principal ferramenta de integração e operação do CCO, permitindo o registro, identificação, priorização, alertas e encaminhamento para execução dos serviços, automatizando o Gerenciamento dos Serviços e aplicação dos processos de Telegestão.

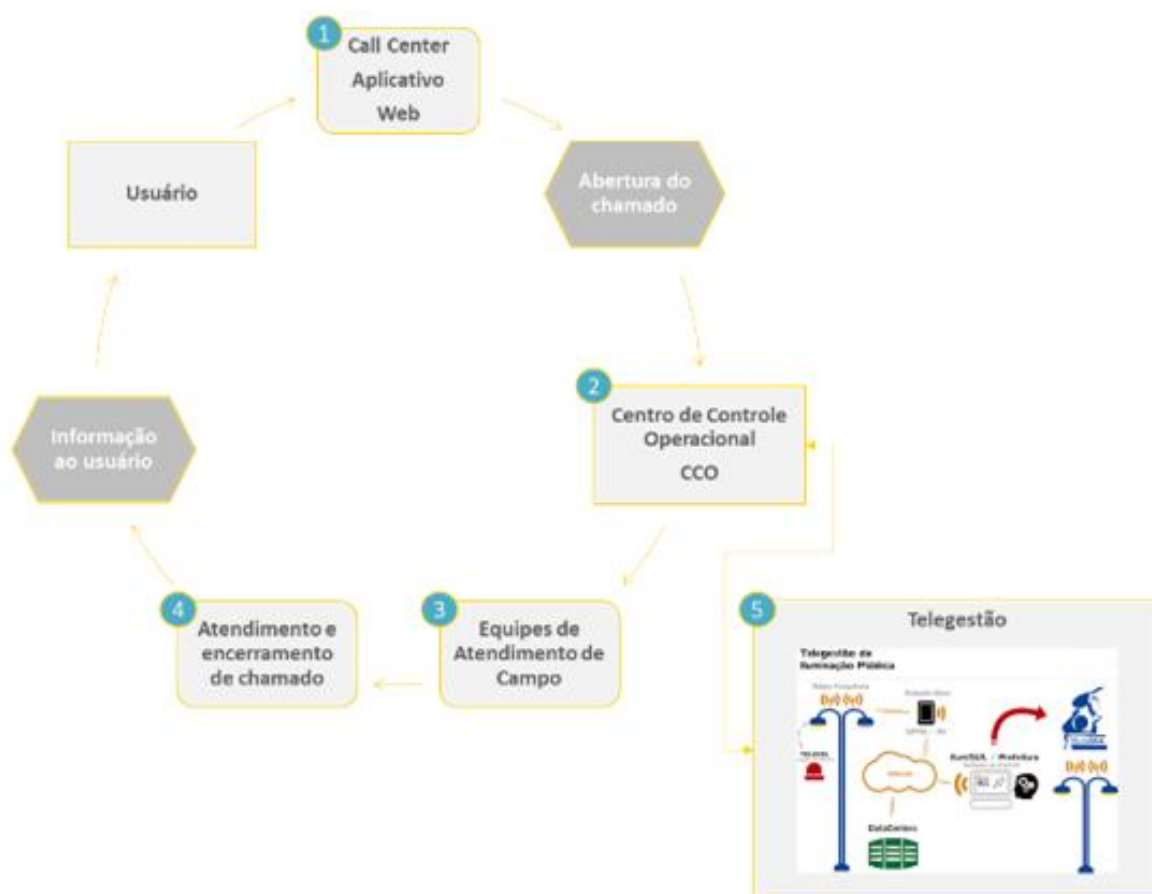
Devem ser instalados dois Centros de Controle Operacional (CCO): um principal, nas instalações da SPE, para a concessionária operar a rede, e um espelho, para a PMT acompanhar e fiscalizar a

operação. É facultado a PMC, durante a vigência da concessão, UMA alteração do local de instalação do CCO espelho com os custos alocados ao concessionário.

Abaixo, pode ser observada a visão esquemática da importância do CCO no processo de operação do parque de IP de Toledo, uma vez realizados os investimentos para implantar o plano de modernização da rede.

De maneira geral, a operação do parque é centralizada nesse CCO, uma vez que é ele que recebe as demandas, direciona as soluções e monitora a rede como um todo.

Figura 18 - Processo Envolvendo a CCO



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

1. O usuário final da rede de IP possui três formas de entrar em contato para requisitar algum serviço: através de um Call Center, de um aplicativo para *smartphones* ou de um sistema *web*. Na sequência, é realizada a abertura de um chamado, que contém a descrição do problema e os dados cadastrais do usuário. A prefeitura pode indicar usuários-chave ao sistema, que podem ter acesso tanto à abertura direta de chamados quanto a relatórios de acompanhamento.
2. O CCO recebe e analisa os chamados, identificando o tipo de problema, seu nível de complexidade e urgência. Problemas que afetam um maior número de usuários, como por exemplo, a queda de um comando geral, que afeta diversos outros pontos, possui prioridade sobre chamados mais simples. Seguindo essa lógica, o CCO direciona as equipes para atendimento em campo.

3. As equipes de campo, consideradas neste plano, recebem então os chamados do CCO e se direcionam para realizar o atendimento no local. Os veículos utilizados possuem um estoque padrão, possibilitando atendimentos com agilidade. Adicionalmente, o *software* integrado traça a rota ótima para cada equipe ao longo do dia.
4. As equipes possuirão um *tablet* com acesso ao sistema em tempo real, podendo atualizar o status de cada chamado com agilidade. Assim que um chamado é atendido, poderá ser finalizado pela própria equipe, sendo o usuário que abriu o chamado comunicado imediatamente. O prazo máximo estabelecido de atendimento é de 72 horas, mas deve-se destacar que a realização da maioria dos procedimentos depende fortemente de condições pluviométricas, que podem impactar negativamente o prazo de atendimento.
5. O sistema de telegestão, instalado em todos os pontos localizados em V1, V2, V3 e centralidades, elimina a necessidade do processo manual de abertura de chamados pelos usuários. Quando o *software* integrado identifica uma falha, automaticamente, abre-se um chamado, que é recebido diretamente pela equipe do CCO.

O *Call Center* deve ser um serviço telefônico, gratuito, disponibilizado durante 24 horas por dia, por meio do qual é realizado o gerenciamento dos pedidos dos interessados mediante o registro informatizado de chamadas, o andamento dos processos de atendimento e o retorno desses pedidos.

Através da integração dos subsistemas que compõe o Centro de Controle Operacional, utilizando protocolos de comunicação abertos (não proprietários), de forma que permita a CONCESSIONÁRIA compor efetivamente uma base de dados única e confiável, com interface de fácil operação, possibilitando a geração de relatórios operacionais em tempo real de toda a operação e que permita a inclusão de novas funcionalidades através de interface de programação, comumente conhecida como API (*Application Programming Interface*).

Tabela 12 - Centro de Controle Operacional

Centro de Controle Operacional		
Plataforma Integradora, Telegestão	Aplicativos	Central de Atendimento
		Sistema e Gestão de Ativos
		Sistema de <u>Telecontrole</u>
		Sistema de Gestão de Operação da Telegestão
		Sistema de Gerenciamento do Uso de Energia Elétrica
		Sistema ERP
	Conectividade	Suportar protocolos abertos (não proprietários) de comunicação quando necessário (por exemplo, TCP/IP, 802.15.4, IPv6, 6LoWPAN, Bluetooth Low Energy BLE) e deve permitir aumento de funcionalidades e dispositivos, sendo confiável e rápido.
		Rede de comunicação dedicada
	Interfaces de Comunicação	Suportar protocolos abertos de controle (por exemplo, HTTP, XML, REST, SOAP).

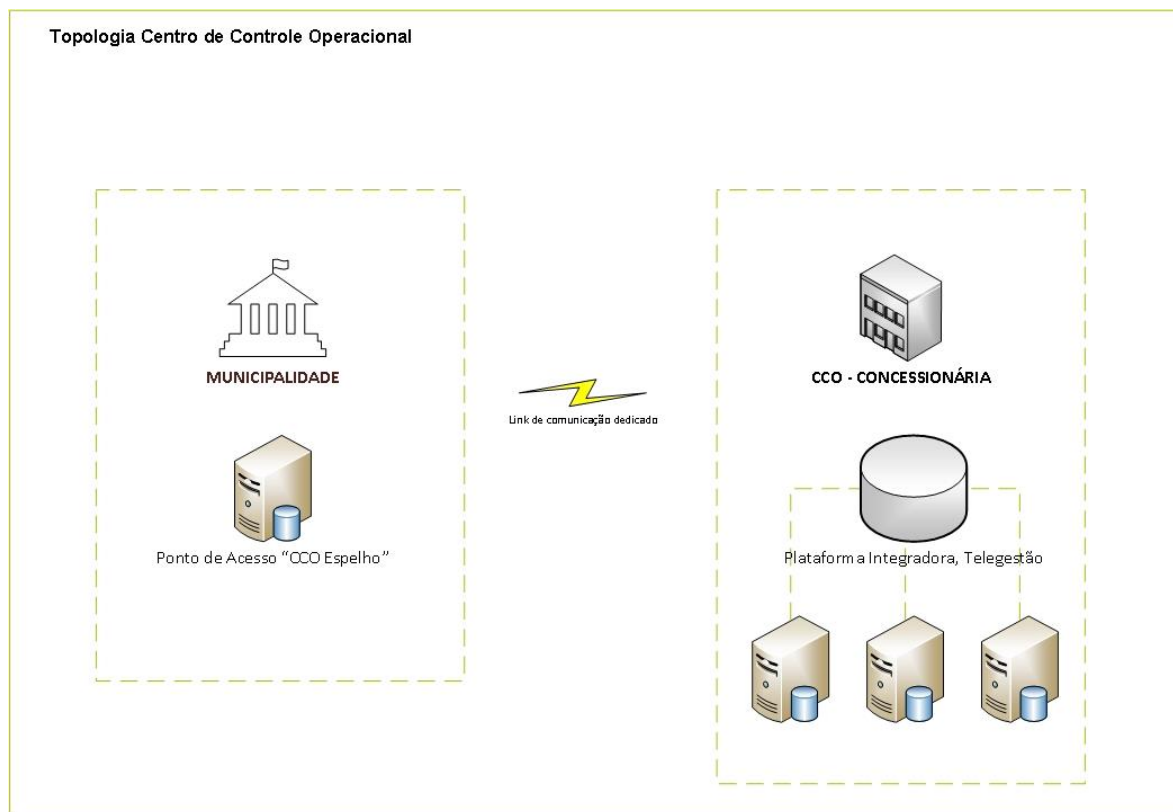
Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

O volume, a variedade e a velocidade dos dados gerados na operação devem contar com middleware para agregação, armazenamento e tratamento dos dados, de forma que permita a geração de relatórios Business Analytics de toda a operação, com relatórios previamente padronizados e interface amigável.

Disponibilizados ao Poder Concedente através de um ponto de acesso completo ao sistema de CCO “CCO Espelho”, em local indicado pela PMT, para fornecer e instalar os equipamentos e softwares necessários, bem como prover a conexão de dados e suporte técnico para o uso.

O Concessionário deverá disponibilizar ao Poder Concedente um ponto de acesso completo ao sistema do CCO “CCO Espelho”, em local indicado pela PMT, além de fornecer e instalar os equipamentos e softwares necessários, inclusive aqueles necessários para a fiscalização da PMT (*tablets* entre outros), bem como prover a conexão de dados e suporte técnico para o uso.

Figura 19 - Topologia Centro de Controle Operacional



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

#### 9.14.1 Especificação Funcional Video Wall

A especificação funcional do Vídeo Wall segue os parâmetros listados abaixo.

##### Sistema de Visualização

O sistema de visualização tem como objetivo principal permitir a ilustração detalhada das informações de interesse dentro do centro de controle operacional. Estas informações podem ser de diferente natureza: mapas, aplicativos de controle, aplicativos de uso geral, vídeos institucionais, entre outros.

O critério fundamental para a escolha da infraestrutura de suporte e todos os elementos que a compõem devem ser:

- O sistema precisa suportar a condição de operação com maiores requerimentos de desempenho.
- Os requerimentos de desempenho neste contexto implicam na junção de: taxas de transmissão, resolução de imagem, taxas de visualização, número de elementos/aplicações funcionando em paralelo, entre outros.

- **Módulos de Visualização – Monitores**

O módulo de visualização básico deve ser um monitor robusto projetado especificamente para criar matrizes de Vídeo Wall. A estrutura do monitor deve permitir a montagem modular de forma tal que um conjunto de monitores componha uma imagem contínua, funcionando como uma única tela. Não serão aceitas tecnologias baseadas em imagens projetadas.

- **Suporte e Fixação dos Monitores - Sistema Modular**

Deverá ser fornecida e instalada toda a estrutura de fixação e montagem mecânica modular dos monitores entre si, de conformidade com a configuração projetada especificamente para o ambiente existente ou a ser construído, com todos os elementos de sustentação e de acabamento que se fizerem necessário, seguindo o mesmo padrão de acabamento existente;

Os monitores deverão ser montados preferencialmente no mesmo plano, podendo, entretanto, ser montados em curva, para serem ajustados a um melhor ângulo de visualização;

Toda a estrutura de suporte e fixação do painel deverá ser em material metálico resistente, na cor preta, protegido contra corrosão e oxidação, com travamento que evite a movimentação e o tombamento do painel;

## 9.15 Telegestão

Para realizar o Monitoramento e o Controle do Parque de IP, considerou-se no projeto de engenharia a solução tecnológica da Telegestão. O sistema de Telegestão é formado por um conjunto de *hardware* e *software* capaz de monitorar e medir, ponto a ponto, as grandezas elétricas da rede de iluminação e seus componentes, além de possibilitar a dimerização<sup>9</sup> dos pontos luminosos e permitir a integração com o *software* de Gestão de Serviços Centralizado.

A arquitetura do sistema de Telegestão é composto de subsistemas básicos, dependendo das funções a serem executadas:

- Equipamentos de iluminação (LUMINÁRIAS);
- Sistema de controle local da Telegestão;
- Sistema Central de Supervisão e Controle;
- Sistema de comunicação / rede.

Os equipamentos de iluminação, Luminárias, estão descritos anteriormente.

O sistema de controle local da Telegestão deve ser composto pelo Controlador de Luminária. O “Controlador” é um dispositivo de controle individual em cada Luminária (infraestrutura de controle das Luminárias incluindo equipamentos) e capaz de se comunicar com o CCO diretamente, por nó de rede, ou por outros quaisquer meios que garantam a transmissão de dados;

O Sistema Central de Supervisão e Controle deve possibilitar acesso via web e prover monitoramento completo, programação e controle integral da Rede de Iluminação Pública. Toda a informação deve

---

<sup>9</sup> A dimerização não é citada na norma ABNT NBR 5101:2018, porém o limite para a sua utilização é o do atendimento aos níveis luminotécnicos fixados em norma.

ser armazenada em um servidor host, protegido com controle de acesso por nomes de usuários, senhas e definições de níveis de acesso.

O sistema de comunicação / rede executa a troca de informações entre os diferentes subsistemas, abrangendo a interligação para a coleta de dados do Sistema de Controle de Supervisão Central com o Centro de Controle Operacional. Deve-se prever o uso de sensores de luz ou outros mecanismos na configuração de operação da telegestão que garantam o acionamento das Luminárias quando do escurecimento em período diurno, normalmente em função das condições climatológicas, para o acionamento não se limitar a programação vinculada ao calendário e relógio interno.

Seu uso introduz a prática de uso compartilhado da estrutura da rede de IP, possibilitando ao município se inserir mais facilmente no conceito de “cidades inteligentes”. Acrescenta-se a isso um melhor controle dos fornecedores e seus insumos, tais como, luminárias, comandos e energia elétrica especialmente.

As principais características e funcionalidades da tecnologia de telegestão são:

- Facilidade e rapidez na instalação;
- Identificação imediata das falhas das lâmpadas;
- Redução de manutenções noturnas;
- Eliminação de fiscalização em áreas consideradas de risco;
- Eliminação de lâmpadas acesas fora do período adequado;
- Redução do tempo de atendimento às reclamações;
- Redução dos custos de *Call-Center*;
- Substituição do relé fotoelétrico/eletrônico;
- Diagnóstico preciso de falhas, conforme o caso:
  - Lâmpadas: falha;
  - Reatores/Drivers: fator de potência;
  - Rede de alimentação: cortes de energia, sobretensão e subtensão;
  - Conexão rompida: corte na alimentação interna, no caso de circuito exclusivo;
- Controle individual de lâmpadas do sistema;
- Planejamento de programas de economia da energia;
- Aumento da vida útil do sistema;
- Políticas de mudança dos níveis de luminosidade;
- Localização por meio de coordenadas do Sistema Global de Posicionamento – GPS;
- Melhoria das condições de inventário;
- Ampliação de informações disponíveis sobre o desempenho da alimentação dos circuitos e do funcionamento das lâmpadas.

O equipamento de telegestão no ponto de luz pode já vir integrado com o LED, ou como um soquete à parte, compatível com o encaixe do LED.

### Cobertura de Telegestão

Em relação aos custos de tecnologia atual, com o advento do Despacho 368 ANEEL (11/02/2020) e

da Resolução 888 ANEEL (30/06/2020), a telegestão traz retorno se aplicada em pontos da cidade. Assim, o benefício mais tangível da Telegestão é a economia de energia e melhoria dos parâmetros operacionais. Portanto, foi ponderada a priorização de implantação nas vias primárias e secundárias da cidade. Essa medida considera as seguintes observações:

1. Essas vias possuem lâmpadas de maior potência; portanto, com maior potencial de economia. Como o custo da telegestão é o mesmo, o retorno é maior onde se gasta mais energia;
2. Historicamente, os cidadãos entram em contato com a concessionária para fazer reclamações sobre a rede, principalmente, em suas vizinhanças, como quando existem luminárias queimadas ou equipamentos danificados. Já nas grandes vias (V1, V2 e V3), a participação da população na “fiscalização” dos pontos de IP é mais baixa, tornando-se altamente produtivo o controle desses pontos por telegestão.

Com esse racional, a cobertura de telegestão nas vias V1, V2 e V3, o que equivale a 42,3% do parque de IP, conforme a tabela a seguir:

Tabela 13 - Categorias de Pontos com Telegestão

	V1	V2	V3
Percentual do parque de IP com telegestão	8,5%	14,9%	18,9%

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

É importante destacar que este projeto considera a cobertura obrigatória de telegestão nos pontos conforme cenários definidos abaixo:

- CENÁRIO 1 - nas vias classificadas como V1, V2, e trechos de vias onde se encontram as centralidades;
- CENÁRIO 2 – nas vias classificadas como V1, V2 e V3. As vias V3 contemplam as vias com as centralidades;
- CENÁRIO 3 – em 100% do parque de IP;

Porém, para o caso dos cenários 1 e 2, a concessionária da PPP, na elaboração e execução do projeto detalhado, poderá optar por uma cobertura adicional de telegestão, caso julgue rentável. Isso poderá ocorrer em qualquer momento da concessão, à medida que os benefícios fiquem mais claros e, eventualmente, os preços caíam. Isso é viabilizado pela condição de que todo ponto LED já está preparado para a aplicação da telegestão.

Neste projeto, em função do Despacho 368 ANEEL (11/02/2020) e da Resolução 888 ANEEL (30/06/2020) foram quantificados os benefícios da telegestão. Em particular, foi considerada a redução de consumo de energia decorrente do uso de telegestão nesta fase do projeto – por exemplo: dimerização dinâmica, tendo em vista o fator de manutenção adotado na elaboração dos projetos luminotécnicos. Não foi adotada outra solução, por exemplo: diminuição do período de ascensão da IP, dimerização em função da redução do volume e tráfego, redução de lâmpadas acesas em praças (circuitos com consumo medido por relógio), entre outros.

É importante lembrar que a NBR 5101:2018 estabelece, em seu capítulo 4.2, que um dos fatores para a definição da classe de iluminação é o fluxo de veículos no período compreendido entre 18h e

21h<sup>10</sup>, após este horário e durante a madrugada a redução do nível de iluminação acompanhando a redução do volume de tráfego de veículos e/ou pedestres fica restrito a um pequeno número de situações.

### **9.16 Contagem Veicular - Quantificação de equipamentos de monitoramento de tráfego para Iluminação Pública**

O tráfego veicular em regiões urbanas não é uniforme ao longo do dia. São observadas variações do fluxo de veículos em uma via a depender do horário e localização, concentrando-se principalmente nas horas de pico da manhã e da tarde. Para a realização da gestão dinâmica da iluminação pública baseada no tráfego observado em cada uma das vias, o monitoramento do fluxo de tráfego nestes locais é fundamental. Equipamentos como os Sistemas de Análise de Tráfego (SAT) permitem a identificação dos veículos que passam por uma dada seção da via e permitem observar a variação do fluxo de tráfego ao longo do dia.

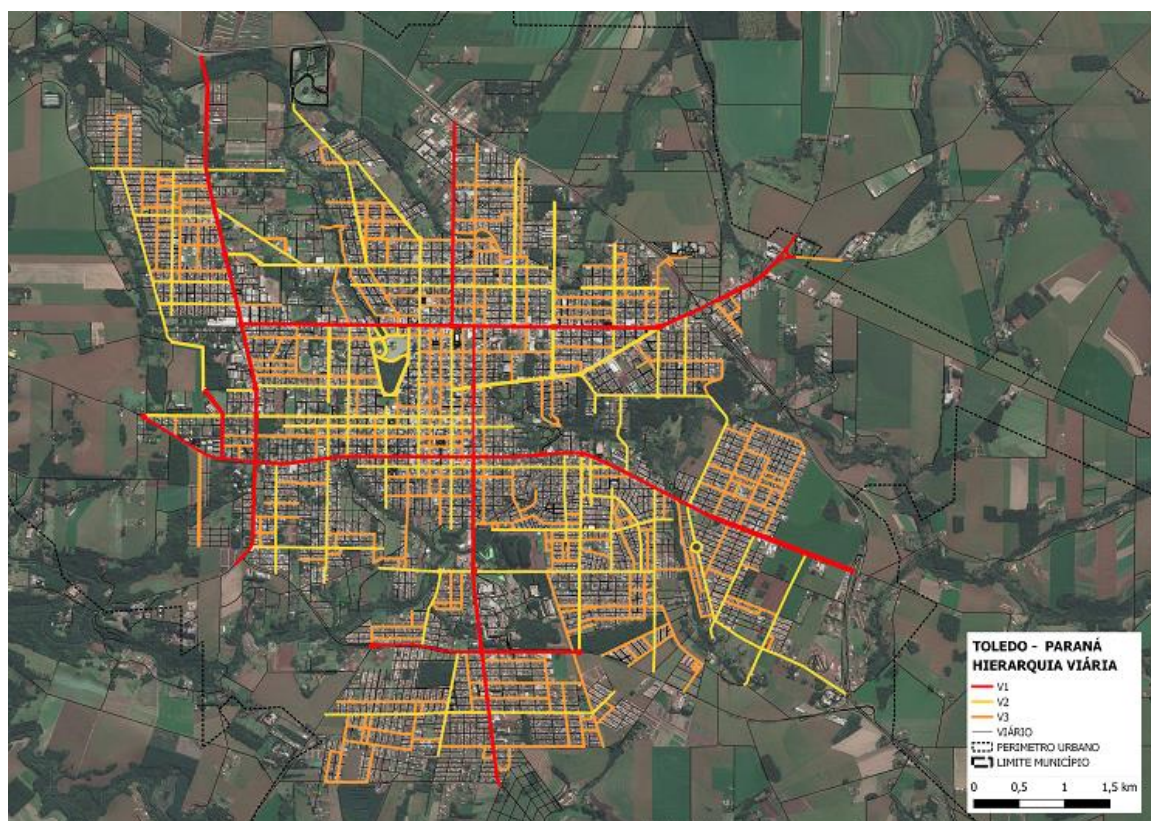
Considerando-se a necessidade de monitoramento na cidade de Toledo, idealmente buscar-se-ia posicionar detectores de tráfego como os SATs em todas as vias de classe V1, V2 e V3, de forma a se obter uma cobertura completa da rede operada. No entanto, devido ao alto custo de implantação e manutenção destes equipamentos, é necessário realizar um *trade-off* em termos de custo e cobertura dos equipamentos instalados. Dada a inviabilidade de instalar os SATs em todas as vias, é necessário estabelecer um critério que permita quantificar o número de equipamentos a serem instalados e que proporcionem o monitoramento desse sistema viário.

Considerando-se a impossibilidade de monitorar todas as vias com equipamentos individuais, é necessária a instalação de equipamentos em pontos representativos, cujas características de tráfego possam ser extrapoladas para vias adjacentes e, conseqüentemente, terem a iluminação gerenciada de forma integrada. Para esta análise, estabeleceu-se o limite dos bairros como áreas a serem controladas conjuntamente. Tendo sido adotado este recorte, a definição da classe das vias a serem monitoradas, assim como o número de equipamentos a serem instalados em cada região é necessária (ver figura abaixo).

---

<sup>10</sup> Dado necessário para a definição da classe de iluminação da via V1, V2, V3, V4 e V5.

Figura 20 – Hierarquia viária



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Apesar das vias V1 apresentarem maior volume de veículos e possuírem maior importância do ponto de vista do tráfego, os maiores benefícios com a gestão dinâmica da iluminação seriam observados nas vias V2 e V3, que contam com maior extensão total no município e maior cobertura de área (ver tabela abaixo). Considerando-se que esta classificação das vias é feita com base no Volume Diário Médio (VDM) observado, infere-se que esta classificação se relacione à hierarquização viária existente no município e, conseqüentemente, à distribuição do fluxo de tráfego nestas vias.

Tabela 14 – Extensão vias V1, V2 e V3

Classe	Extensão total [km]
V1	60,2
V2	111,8
V3	121,8

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Monitorando-se as vias V2, é possível realizar o monitoramento tanto de V1 quanto de V3, devido à conexão existente entre aquela e estas classes de via. Considera-se, portanto, que o posicionamento dos SATs em vias V2 seja o mais representativo da área em que estão circunscritas. Adotou-se, assim, uma taxa por extensão de via dentro de cada bairro, sendo um equipamento a cada 2 km. A estimativa de equipamentos realizada está apresentada na tabela abaixo, sendo considerado um mínimo de 1 equipamento por bairro, totalizando 50 equipamentos a serem instalados.

Tabela 15 – Dimensionamento do nº de SATs

Bairro	Extensão [km]			Número de SATs (taxa = 1 a cada 2 km de V2)
	V1	V2	V3	
Centro	10,4	19,4	18,6	9
Ceramica Prata	0,0	0,0	0,0	0
Jardim Bressan	2,8	1,5	3,1	1
Jardim Concordia	0,6	6,5	3,6	3
Jardim Coopagro	5,2	10,7	9,1	5
Jardim Europa America	2,7	1,1	7,6	1
Jardim Gisela	3,6	8,5	8,7	4
Jardim Independencia	1,3	0,0	1,4	0
Jardim La Salle	2,0	6,7	4,1	3
Jardim Pancera	2,4	4,4	3,7	2
Jardim Parizotto	0,0	0,6	1,0	1
Jardim Porto Alegre	3,5	8,4	7,0	4
Jardim Santa Maria	2,4	1,6	4,6	1
Pinheirinho	1,8	6,4	4,8	3
Sadia	1,8	1,2	0,9	1
São Francisco	0,1	2,6	6,8	1
Tocantins	4,9	4,9	2,4	2
Vila Becker	3,8	1,1	1,1	1
Vila Industrial	3,3	9,5	9,7	4
Vila Operaria	3,3	2,7	0,4	1
Vila Panorama	4,2	1,9	8,4	1
Vila Pioneiro	0,1	12,1	14,8	6
			<b>Total</b>	<b>54</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

O cenário apresentado acima considerou uma cobertura de 100% de Telegestão. Para os demais cenários de cobertura reduzida, o número de equipamentos a serem instalados nas vias é calculado proporcionalmente ao cenário de 100% de cobertura. Assim, para o cenário 1, com 22,13% de cobertura, temos 12 equipamentos (ou seja, 22,13% dos equipamentos calculados para o cenário de 100% de cobertura). O número de equipamentos a instalar nos cenários de redução está apresentado abaixo.

Cenário	Cobertura	Número de SATs
1	22,13%	12
2	39,63%	21
3	100%	54

As informações sobre o tráfego coletadas pelos SATs instalados, além de servirem para a gestão dinâmica da iluminação, podem também servir para o planejamento urbano e estratégias de gestão

do tráfego em Toledo. Desta forma, as informações coletadas pelos detectores, após tratadas e analisadas para a telegestão, serão enviadas periodicamente à Prefeitura Municipal de Toledo, através do envio de planilhas eletrônicas com os volumes horários observados, velocidades médias e classificação dos veículos. A periodicidade de envio dessas informações deverá ser definida de acordo com o tipo de análise que a Prefeitura realizará a partir das informações coletadas.

O detector de veículos consiste de um ou mais laços indutivos embutidos na faixa de rolamento, associados a um circuito eletrônico.

O laço indutivo constitui-se de um cabo elétrico, instalado em forma de laçada, no qual circula um sinal elétrico enviado pelo conjunto de circuitos eletrônicos. A passagem de um veículo sobre o laço indutivo faz com que o sinal elétrico sofra uma alteração que é interpretada pelos circuitos eletrônicos como uma informação de veículo detectado.

O sistema de contagem de tráfego se destina a auxiliar o monitoramento em tempo real, bem como, proporcionar o registro de dados básicos do tráfego para fins de estudos diversos e, especialmente, para o planejamento operacional.

Os equipamentos com inter-relação de dados deverão fornecer as seguintes informações:

- Contagem veicular;
- Velocidade dos veículos;
- Classificação dos veículos;
- Determinação do intervalo de tempo entre veículos;
- Determinação do comprimento dos veículos;
- Densidade de tráfego por intervalo de tempo;

### 9.17 Projeto Elétrico

Para a ampliação do sistema de IP, será necessária a expansão da rede de distribuição de energia de média tensão (primário) e a rede de baixa tensão (secundário) que alimentará a IP.

Os investimentos necessários para a expansão da rede de distribuição de energia de média tensão (primário) são de responsabilidade da empresa distribuidora de energia elétrica, bem como a sua manutenção. A concessionária de IP deve apenas apresentar um projeto elétrico da carga planejada para a Empresa Distribuidora de energia. Nota-se que, para a rede de iluminação existente, não há necessidade de investimentos, dado que o projeto implica em redução de carga. A Empresa Distribuidora deverá fazer investimentos na rede de distribuição, para fins de atendimento à carga de IP, apenas nas áreas de expansão da cidade.

Os investimentos necessários para a expansão da rede de distribuição de energia de baixa tensão (secundário) são de responsabilidade da IP e devem ser considerados no orçamento do projeto. A manutenção dessa rede é de responsabilidade da Empresa Distribuidora de energia.

Os sistemas de IP podem ser aéreos ou subterrâneos. No caso do subterrâneo, a rede é exclusiva e há um ponto de conexão com a Empresa Distribuidora de energia. A medição deve ser feita por

relógio medidor de consumo, ou outro dispositivo medidor, conforme determinações ANEEL.

No sistema aéreo, é mais comum compartilhar a rede, mas também é possível que se instale sistemas independentes.

O projeto de engenharia prevê as duas modalidades de conexão com a rede da COPEL no município de Toledo:

1. Conexão na rede de IP independente, sem vínculo com o posteamento da concessionária local, como utilizado em algumas avenidas e praças. Nesse caso, deverá ser elaborado projeto elétrico específico. Portanto, o projeto elétrico a ser elaborado deve ser apresentado e aprovado pela companhia responsável pela distribuição de energia no município, bem como tal condição deverá constar nos contratos firmados junto à Empresa Distribuidora de energia.
2. Quando não é exclusiva, a ligação acontece poste a poste. Cada luminária funciona como consumidor individual. Ou seja, as unidades de iluminação continuarão ligadas diretamente à rede secundária (Fase/Fase) da concessionária local (COPEL). Portanto o projeto elétrico a ser elaborado e apresentado na concessionária local deverá indicar as cargas (potência) retiradas e incluídas na IP.

As melhorias no parque de iluminação aqui propostas implicam em redução de carga na rede elétrica, devido à eficiência. Assim, não há razão para se considerar custos de adequação da rede requeridos por essas melhorias.

Nesse tema, o custo de obras com rede elétrica necessário será a extensão da rede secundária (220V fase-fase), por serem projetos de expansão da rede. Nos orçamentos deste projeto, há a especificação da extensão da rede secundária e seu orçamento.

## 10. ESTUDOS LUMINOTÉCNICOS

---

Os estudos luminotécnicos determinam as potências dos LEDs em cada via ou tipo de via e, conseqüentemente, o orçamento da solução. O resultado desses estudos é a Matriz de Instalação, que indica o número de instalações para cada potência de LED. Foram adotadas duas abordagens, de acordo com o tipo de via:

1. **Vias V1, V2 e V3:** Nestas vias, os estudos luminotécnicos foram realizados de forma individualizada. A Matriz de Instalação é a tabulação dos resultados individuais.
2. **Vias V4 e V5:** Nestas vias, foram adotados estudos luminotécnicos para calhas padrão. A Matriz de Instalação observa os resultados de cada calha padrão e aplica proporções observadas em campo pela equipe de engenharia.

Os projetos luminotécnicos elaborados para a fundamentação deste projeto constam no Anexo IV deste relatório.

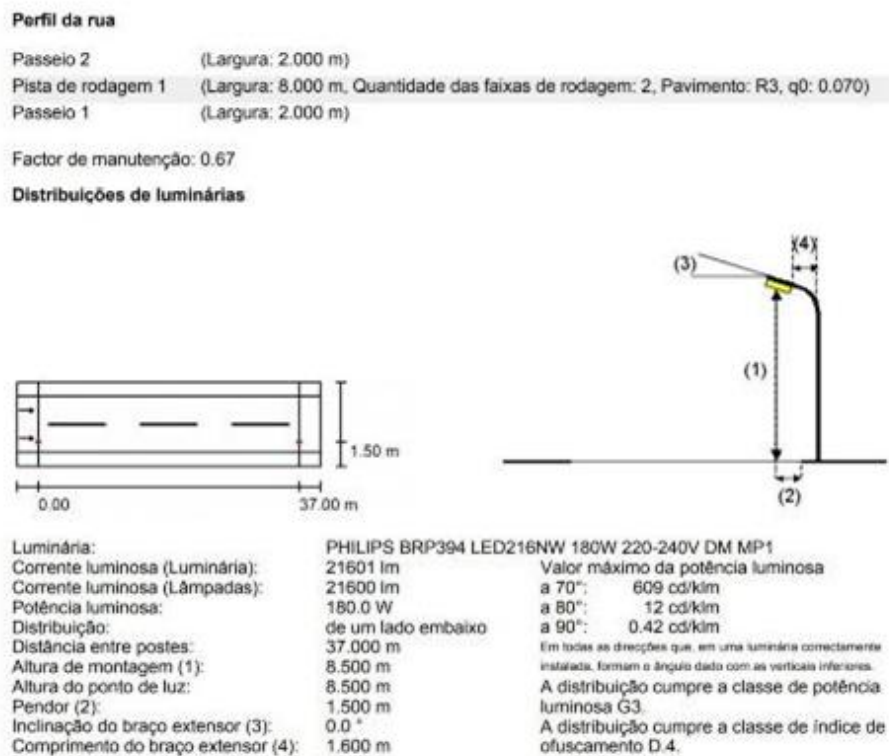
### 10.1 Vias V1, V2 e V3

Para tais vias, os estudos luminotécnicos foram individualizados, ou seja, desenvolvidos via a via. Em alguns casos, devido à mudança de dimensões ao longo da via, o estudo foi realizado para mais de um trecho da mesma via.

A seguir, é ilustrado o estudo luminotécnico para um trecho de uma avenida da cidade. Primeiramente, o projetista insere as informações das dimensões da via no *software* de simulação fotométrica (DIALux) com os parâmetros disponíveis para montagem (distância entre postes e altura do poste). Então, são testadas hipóteses de configuração luminotécnica – tipo de luminária, potência e configuração de montagem. Por fim, são observados os resultados e, na sequência, é realizada a escolha do projeto que atende às normas da via. Usualmente, o projeto selecionado é aquele considerado o mais econômico dentre os que atendem.

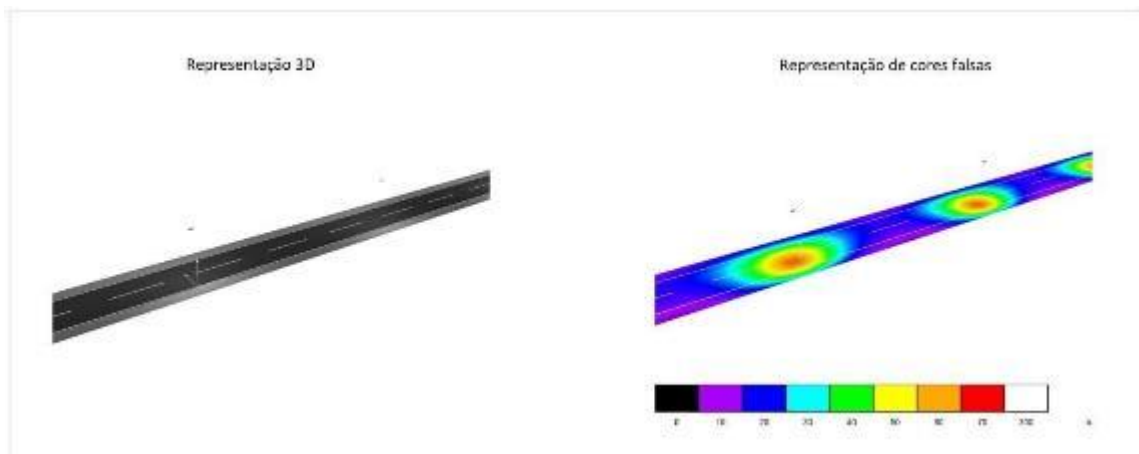
O projetista utiliza parâmetros fotométricos de alguma luminária específica para realizar a simulação. Tal fato não gera restrição à escolha de fornecedores, uma vez que os parâmetros luminotécnicos podem ser cumpridos por qualquer luminária aderente às especificações listadas no Anexo da Minuta do Contrato de Concessão.

Figura 21 - Parâmetros da Via, Luminária e Montagem



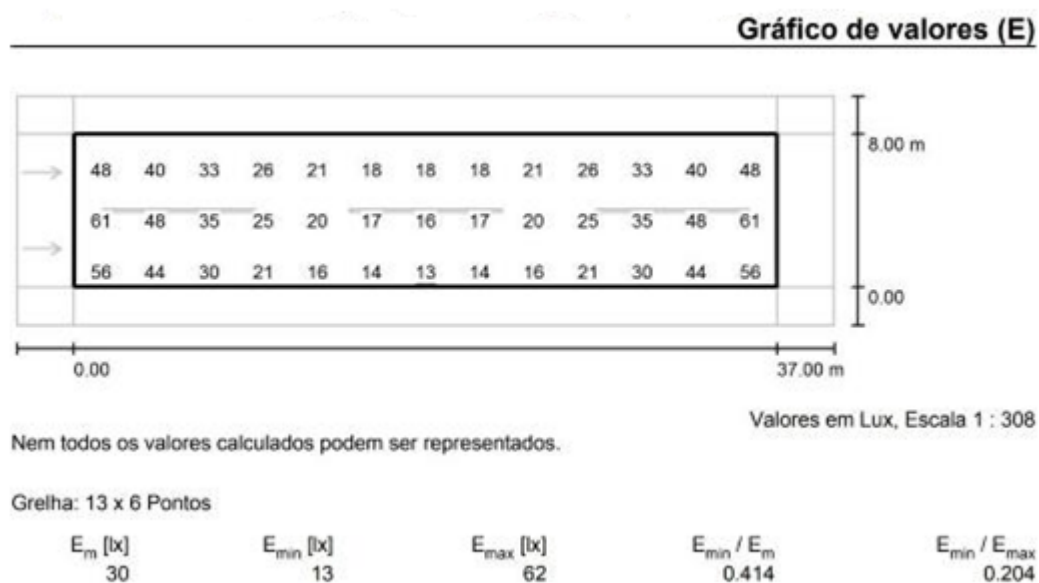
Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Figura 22 - Renderização da Simulação Luminotécnica



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Figura 23 - Resultados Luminotécnicos da Simulação



Fonte:

Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

No exemplo acima, a iluminância média  $E_m$ [lx] é de 30 Lux, enquanto a uniformidade, dada pela relação  $E_{min}/E_m$  atinge 0,414. Tais parâmetros são suficientes para os critérios de iluminância para uma V1, conforme norma NBR 5101:2018. Como a via em questão é uma V1, a configuração proposta – LED 180W, 8,5 m de altura de montagem, 1,6 m de braço – atinge o desempenho requerido.

A tabela a seguir ilustra a tabulação dos estudos luminotécnicos feitos para V1, V2 e V3. A tabulação completa encontra-se detalhada no Anexo III. Cada linha representa os resultados de um estudo luminotécnico, conforme exemplificado na figura a seguir.

Figura 24 - Exemplo de Resultados dos Estudos Luminotécnicos em V1

ITEM	VIAS	Classificação da via	Iluminância Média (Em)	Uniformidade (U)	Luminância Média (Lmed)	Uniformidade Global (Uo)	Uniformidade Longitudinal (Ul)	P1 - Iluminância Média calçada do mesmo lado da luminária (Em)	P1 - Uniformidade calçada do mesmo lado da luminária (U)	P2 - Iluminância Média calçada do lado oposto da luminária (Em)	P2 - Uniformidade calçada do lado oposto da luminária (U)
1	Avenida Maripá (Trecho 1)	V1	31	0,5	2,0	0,5	0,8	28	0,4	0	0,0
2	Avenida Egydio Gerônimo Munaretto (Trecho 1)	V1	31	0,4	2,1	0,6	0,8	23	0,6	23	0,6
3	Avenida Egydio Gerônimo Munaretto (Trecho 2)	V1	32	0,5	2,0	0,4	0,8				
4	Rodovia Alberto Dalcanale	V1	35	0,5	2,2	0,5	0,7	27	0,5	21	0,7
5	Avenida Maripá (Trecho 3)	V1	33	0,4	2,2	0,5	0,7	22	0,6	22	0,6
6	Avenida Maripá (Trecho 4)	V1	35	0,4	2,2	0,5	0,7	17	0,6	17	0,6
7	Avenida Maripá 4626 (Trecho 2)	V1	33	0,7	2,1	0,6	0,9	19	0,8	19	0,8
8	Avenida Ministro Cirne Lima	V1	31	0,5	2,0	0,6	0,8	20	0,7	20	0,7
9	Avenida Parigot de Souza	V1	32	0,5	2,0	0,6	0,8	20	0,7	20	0,7
10	Avenida Senador Atilio Fontana	V1	32	0,5	2,0	0,5	0,8	21	0,7	21	0,7
11	Avenida União	V1	34	0,5	2,1	0,5	0,9	19	0,8	19	0,8
12	Rua Barão do Rio Branco (Trecho 1)	V1	34	0,5	2,2	0,5	0,7	23	0,6	23	0,6
13	Rua Cristo Rei	V1	33	0,6	2,1	0,5	0,9	19	0,8	20	0,8
14	Rua São João (Trecho 1)	V1	37	0,4	2,2	0,5	0,9	15	0,7	16	0,3
15	Rua São João (Trecho 2)	V1	36	0,4	2,3	0,5	0,7	23	0,7	23	0,7

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Os resultados refletem a escolha do projetista, sempre com resultados que atendem à norma.

Vale destacar que nem todas as vias V1 atingiram nível mínimo P1 em ambas as calçadas. Isto ocorre também em algumas vias V2 e V3, onde algumas calçadas não atingiram o nível P2 ou P3 respectivamente. Isso ocorre, principalmente, em vias com posteamento unilateral e/ou distância elevada entre postes (40 metros ou mais). A solução, nesses casos, seria instalar posteamento específico para atingir os níveis luminotécnicos nas calçadas, uma vez que não seria adequada uma elevação adicional da potência das luminárias. Como se trata de problemas pontuais, com ocorrência muito baixa<sup>11</sup> e soluções muito específicas, elas não foram abordadas neste nível de projeto.

A seguir, é apresentada a compilação dos resultados luminotécnicos para cada tipo de via. A compilação é feita somando o número de vias e extensão acumulada de cada potência das tabulações dos estudos luminotécnicos, conforme exemplificado na figura anterior.

Tabela 16 - Compilação dos Resultados Luminotécnicos – V1

Potência LED (W)	Nº de Pontos	Proporção %
70	239	13,7%
80	24	1,4%
124	173	9,9%
135	125	7,2%
154	233	13,3%
180	14	0,8%
187	230	13,2%
194	252	14,4%
220	152	8,7%
230	305	17,5%
<b>TOTAL</b>	<b>1747</b>	<b>100%</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

<sup>11</sup> Cerca de 4%-5% do parque.

Tabela 17 - Compilação dos Resultados Luminotécnicos – V2

Potência Luminária (W)	nº de Pontos	Proporção(%)
60	423	12,9%
70	205	6,2%
80	57	1,7%
83	311	9,5%
94	493	15,0%
124	811	24,7%
135	225	6,8%
140	65	2,0%
154	525	16,0%
187	130	4,0%
220	29	0,9%
230	12	0,4%
<b>TOTAL</b>	<b>3286</b>	<b>100%</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Tabela 18 - Compilação dos Resultados Luminotécnicos – V3

Potência Luminária (W)	nº de Pontos	Proporção(%)
34	26	0,6%
42	52	1,2%
52	27	0,6%
60	472	11,2%
70	683	16,3%
80	32	0,8%
83	1.817	43,3%
94	724	17,2%
124	353	8,4%
135	13	0,3%
<b>TOTAL</b>	<b>4199</b>	<b>100%</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

A métrica relevante é a extensão acumulada para cada potência de LED. A extensão acumulada é baseada na extensão física da via. Porém, ela é dobrada caso a via tenha posteamento central ou bilateral – uma vez que isto representa o dobro da densidade de pontos quando comparado a uma mesma via com posteamento unilateral. Assim, a medida de extensão acumulada combina a

extensão física da via com a densidade de pontos resultante da configuração de posteamento. A partir dessa métrica, foi calculada a distribuição percentual de cada potência de LED para aquela classe de via, conforme pode ser visto nas tabelas acima.

O número de luminárias das vias V1, V2 e V3 totalizam 8.365 pontos de IP o que representa 34% do parque de IP de Toledo.

## 10.2 Vias V4 e V5

Como previamente mencionado, o cadastro não tem informações necessárias sobre as vias para realização de estudos luminotécnicos. Devido ao grande número de vias V4 e V5, não é possível fazer um levantamento individualizado, conforme realizado para V1, V2 e V3. Assim, foram determinadas dimensões de calhas padrão tipicamente observadas nessas vias e aderente às observações de campo feitas durante a etapa de diagnóstico, e também analisando o dimensional das vias por meio da ferramenta Google Maps.

As dimensões as calhas para as vias V4 e V5<sup>12</sup> utilizadas para simulação luminotécnica estão apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 19 – Calhas Padrão para as Vias V4 e V5

Largura da Via (m)	Largura das calçadas (m)	Distância entre postes (m)
6,00	2,50	30,00
6,00	2,50	36,00
6,00	2,50	40,00
7,00	2,50	30,00
7,00	2,50	36,00
7,00	2,50	40,00
8,00	2,50	30,00
8,00	2,50	36,00
8,00	2,50	40,00
9,00	2,50	30,00
9,00	2,50	36,00
9,00	2,50	40,00

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

A tabela abaixo mostra os resultados de simulações luminotécnicas para diversas dimensões típicas de vias V4 e V5. A primeira coluna apresenta a potência da luminária LED estudada. As colunas C1, VM, Dist. e C2 informam as dimensões da via e de posteamento. As colunas H e PB informam as dimensões de montagem. A colunas seguintes, Em e U, apresentam os resultados de iluminância e uniformidade das simulações luminotécnicas. Por fim, as duas últimas colunas, abaixo de

<sup>12</sup> Simulações na configuração V4-P4 e V5-P4

“Classificação NBR”, indicam a classificação de via alcançada conforme a iluminação e montagem propostas. Os detalhes de legenda podem ser vistos logo abaixo da tabela.

Tabela 20 - Resultados Luminotécnicos para Calhas Padrão em Vias V4 e V5

Classificação da via	Arranjo Postamento (Unilateral - UNI; Frontal - FRONT; Bilateral - Bt; Alternado - ALT)	Largura da via motorizada (m)	Largura calçada lado luminária (m)	Largura calçada lado oposto luminária (m)	Distância entre os postes (m)	Altura da luminária PROJETO (m)	Avanço do Braço PROJETO (m)	Potência da Lâmpada (W)	INCLINAÇÃO	Iluminância Média (Em)	Uniformidade (U)	P1 - Iluminância Média calçada do mesmo lado da luminária (Em)	P1 - Uniformidade calçada do mesmo lado da luminária (U)	P2 - Iluminância Média calçada do lado oposto da luminária (Em)	P2 - Uniformidade calçada do lado oposto da luminária (U)
V4	Unilateral	6,00	2,50	2,50	30	7,00	1,00	34	0	10	0,4	6	0,7	9	0,3
V4	Unilateral	6,00	2,50	2,50	36	7,00	1,00	42	0	11	0,4	6	0,5	9	0,3
V4	Unilateral	6,00	2,50	2,50	40	6,50	1,50	42	0	10	0,2	6	0,4	8	0,2
V4	Unilateral	7,00	2,50	2,50	30	7,00	1,00	34	0	10	0,5	5	0,7	9	0,3
V4	Unilateral	7,00	2,50	2,50	36	7,00	1,00	42	5	10	0,4	5	0,6	8	0,2
V4	Unilateral	7,00	2,50	2,50	40	6,50	1,50	42	0	10	0,2	4	0,5	8	0,2
V4	Unilateral	8,00	2,50	2,50	30	7,00	1,50	34	0	10	0,4	4	0,6	8	0,3
V4	Unilateral	8,00	2,50	2,50	36	7,00	1,00	42	5	10	0,4	4	0,7	8	0,2
V4	Unilateral	8,00	2,50	2,50	40	7,50	1,50	52	5	10	0,3	6	0,6	8	0,2
V4	Unilateral	9,00	2,50	2,50	30	7,50	1,50	42	5	11	0,5	9	0,3	4	0,7
V4	Unilateral	9,00	2,50	2,50	36	6,50	1,50	42	7	10	0,3	7	0,2	3	0,7
V4	Unilateral	9,00	2,50	2,50	40	7,50	1,50	52	5	10	0,3	8	0,2	5	0,7
V5	Unilateral	6,00	2,50	2,50	30	9,00	2,00	25	0	6	0,5	4	0,4	5	0,7
V5	Unilateral	6,00	2,50	2,50	36	8,00	1,00	25	0	5	0,4	4	0,3	4	0,6
V5	Unilateral	6,00	2,50	2,50	40	7,50	1,50	25	0	5	0,3	4	0,2	4	0,5
V5	Unilateral	7,00	2,50	2,50	30	9,00	2,00	25	0	6	0,5	4	0,4	5	0,8
V5	Unilateral	7,00	2,50	2,50	36	8,00	1,00	25	5	5	0,3	4	0,2	3	0,6
V5	Unilateral	7,00	2,50	2,50	40	7,50	1,00	25	0	6	0,4	5	0,3	3	0,5
V5	Unilateral	8,00	2,50	2,50	30	8,00	1,50	25	10	6	0,4	3	0,3	4	0,7
V5	Unilateral	8,00	2,50	2,50	36	8,00	1,00	25	0	5	0,4	4	0,3	3	0,7
V5	Unilateral	8,00	2,50	2,50	40	8,00	1,00	30	0	5	0,3	4	0,2	3	0,6
V5	Unilateral	9,00	2,50	2,50	30	8,00	1,00	25	10	6	0,4	4	0,3	4	0,8
V5	Unilateral	9,00	2,50	2,50	36	9,00	2,00	30	5	5	0,4	3	0,3	4	0,7
V5	Unilateral	9,00	2,50	2,50	40	8,50	1,50	30	0	5	0,3	4	0,3	3	0,7

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Legendas | Potência: Potência da luminária; C1: Calçada do lado da luminária; VM: Largura da via motorizada; Dist.: Distância; C2: Calçada do lado oposto da luminária; H: Altura de montagem da luminária; PB: Projeção do braço da luminária; Em C1: Iluminância média na calçada ao lado da luminária; U C1: Uniformidade na calçada ao lado da luminária; Em C2: Iluminância média na calçada do lado oposto da luminária; Em V: Iluminância média na via; U V: Uniformidade média na via; Via: Classificação da via segundo a NBR 5101; Calçada: Classificação da calçada segundo a NBR 5101.

A tabela 20 pode ser encontrada no Anexo III. A quantidade de luminárias das vias V4 e V5 totalizam 15.208 pontos de IP. Este total será dividido na proporção de 60% para vias V4 e 40% para vias V5. Abaixo é apresentado a compilação por potência para cada tipo de via.

Tabela 21 - Compilação dos Resultados Luminotécnicos – V4

Potência Luminária (W)	nº de Pontos	Proporção(%)
34	2.256	25,0%
42	4.061	45,0%
52	2.708	30,0%
<b>TOTAL</b>	<b>9025</b>	<b>100%</b>

Tabela 22 - Compilação dos Resultados Luminotécnicos – V5

Potência Luminária (W)	nº de Pontos	Proporção(%)
25	1.805	30%
30	4.212	70%
<b>TOTAL</b>	<b>6017</b>	<b>100%</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

## 11. DIMENSIONAMENTO DA SOLUÇÃO

### 11.1 Quantificação

A solução proposta para a remodelação (adequação, modernização e efficientização) do parque de IP possui três componentes:

- Modernização e efficientização dos pontos existentes (troca de todas as luminárias existentes);
- Correção dos pontos escuros (instalação de novas luminárias);
- Expansões programadas em vias projetadas (instalação de novas luminárias para atendimento à demanda reprimida e ao crescimento vegetativo);

Na tabela abaixo, é demonstrado o número de pontos de luz que deverão ser instalados em cada um dos componentes da solução e, também, o número de pontos de luz que serão operados.

Tabela 23 - Quantificação Geral da Solução

	Remodelação	Correção pontos escuros	Demanda Reprimida	Crescimento Vegetativo	Total (13 anos)
Instalação de Pontos	Remodelação dos 24.274 pontos existentes	Instalação de 2.986 novos pontos (vias, praças e parques)	Instalação de 555 novos pontos	Instalação de 3.584 novos pontos	31.399
Operação e Manutenção de pontos	24.274	2.986	555	3.584	31.399

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

A quantificação da remodelação é baseada no número de pontos de luz do cadastro. A correção de pontos escuros representa uma adição de novos pontos equivalente a 12% da rede atual em vias e 15% e praças e parques, conforme explicado neste documento.

É importante ressaltar que cerca de 62% dos pontos estimados como crescimento vegetativo e os 555 pontos da demanda reprimida comporão o chamado “Banco de Pontos” mencionado na minuta do contrato da PPP. Além disso, todos os 31.399 pontos estimados para os 13 anos de PPP tiveram os investimentos necessários e custos devidamente dimensionados e computados ao modelo econômico-financeiro.

### 11.2 Dimensionamento de Equipamentos e Materiais

Na tabela abaixo, é apresentada a quantidade (unidades) de cada tipo de equipamento e material necessário para a solução proposta.

Tabela 24 - Equipamentos e Materiais – Unidades para Instalação

	Modernização	Correção Pontos Escuros	Demanda Reprimida	Total
<b>Luminária</b>				
Luminária tecnologia LED	24.274	2.986	555	27.815
<b>Materiais</b>				
Relés fotoelétricos CEN 1	18.604	2.288	425	21.317
Relés fotoelétricos CEN 2	14.016	1.724	320	16.060
Relés fotoelétricos CEN 3	0	0	0	0
Materiais de montagem	24.274	2.986	555	27.815
<b>Braços e Postes</b>				
Braço galvanizado	24.274	2.986	555	27.815
Postes para IP	0	2.986	278	3.264
<b>Telegestão</b>				
Controlador (Remota) CEN1	5.670	698	130	6.498
Controlador (Remota) CEN2	10.258	1.262	235	11.755
Controlador (Remota) CEN3	24.274	2.986	555	27.815

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

As Luminárias LED seguem as especificações de potência apresentadas anteriormente. Para cada instalação, o material de montagem é composto tipicamente por:

- Conectores de rede e de luminária;
- Parafusos cabeça francesa com porcas e arruelas;
- Cabo 3x2,5mm<sup>2</sup> 0,6/1kV – comprimento médio 4,5m.

A tabela a seguir explica o racional por trás do dimensionamento de equipamentos e materiais.

Tabela 25 - Equipamentos e Materiais – Racional de Dimensionamento das Unidades

	Remodelação	Correção pontos escuros	Demanda Reprimida
Luminária	Número de pontos do parque atual	12% dos pontos em vias, e 15% dos pontos em parques e praças	555 pontos
Materiais			
Relés fotoelétricos (pontos sem telegestão) CEN1	76,6% das luminárias	76,6% das luminárias	76,6% das luminárias

	Remodelação	Correção pontos escuros	Demanda Reprimida
Relés fotoelétricos (pontos sem telegestão) CEN2	57,7% das luminárias	57,7% das luminárias	57,7% das luminárias
Relés fotoelétricos (pontos sem telegestão) CEN3	0% das luminárias	0% das luminárias	0% das luminárias
Materiais de montagem	Quantitativo de luminárias	Quantitativo de luminárias	Quantitativo de luminárias
Braços e Postes			
Braço galvanizado	Quantitativo luminárias	Quantitativo luminárias	Quantitativo luminárias
Poste Intermediário	Não aplicável (zero)	2/3 do # pontos escuros	50% do # Demanda reprimida
Poste com Vão de Rede	Não aplicável (zero)	1/3 do # pontos escuros	50% do # Demanda Reprimida
Telegestão CEN1	23,4% das luminárias (proporção de V1, V2 e centralidades).	23,4% das luminárias	23,4% das luminárias
Telegestão CEN2	42,3% das luminárias (proporção de V1, V2, V3).	42,3% das luminárias (proporção de V1, V2, V3).	42,3% das luminárias (proporção de V1, V2, V3).
Telegestão CEN3	100% das luminárias	100% das luminárias	100% das luminárias

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

### 11.3 Matriz de Instalação

As matrizes de instalação especificam as potências das luminárias a serem instaladas e são detalhadas a seguir.

#### 11.3.1 Modernização e Eficiência do Parque Existente

Compilando os resultados obtidos na análise realizada até este ponto, é resultado a matriz de instalação completa, apresentada na tabela abaixo.

Tabela 26 – Matriz de Instalação – Modernização do Parque Atual

Tipo		V1	V2	V3	V4	V5	Quantidade
LED 25W	25					1.805	1.805
LED 30W	30					4.212	4.212
LED 34W	34				2.256		2.256
LED 34W	34			26			26
LED 42W	42				4.061		4.061
LED 42W	42			52			52
LED 52W	52				2.708		2.708
LED 52W	52			27			27
LED 60W	60			472			472
LED 60W	60		423				423
LED 70W	70			683			683
LED 70W	70		205				205
LED 70W	70	239					239
LED 80W	80			32			32
LED 80W	80		57				57
LED 80W	80	24					24
LED 83W	83			1.817			1.817
LED 83W	83		311				311
LED 94W	94			724			724
LED 94W	94		493				493
LED 124W	124			353			353
LED 124W	124		811				811
LED 124W	124	173					173
LED 135W	135			13			13
LED 135W	135	125	225				350
LED 140W	140		65				65
LED 154W	154		525				525
LED 154W	154	233					233
LED 180W	180	14					14
LED 187W	187		130				130
LED 187W	187	230					230
LED 194W	194	252					252
LED 220W	220		29				29
LED 220W	220	152					152
LED 230W	230		12				12
LED 230W	230	305					305
		1747	3286	4199	9025	6017	24274

		7,2%	13,5%	17,3%	37,2%	24,8%	100%
--	--	------	-------	-------	-------	-------	------

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

### 11.3.2 Correção de Pontos Escuros

A correção de pontos escuros segue a mesma distribuição da remodelação da rede da mesma forma que a correção de um ponto escuro numa determinada via segue a solução luminotécnica adotada para aquela via. Portanto sua matriz de implantação é uma relação direta da Tabela 26 acima, na proporção dos novos pontos (12%).

Tabela 27 - Matriz de Instalação – Correção de Pontos Escuros

Tipo	V1	V2	V3	V4	V5	Quantidade
LED 25W	0	0	0	0	221	221
LED 30W	0	0	0	0	518	518
LED 34W	0	0	0	278	0	278
LED 34W	0	0	3	0	0	3
LED 42W	0	0	0	500	0	500
LED 42W	0	0	6	0	0	6
LED 52W	0	0	0	333	0	333
LED 52W	0	0	3	0	0	3
LED 60W	0	0	58	0	0	58
LED 60W	0	52	0	0	0	52
LED 70W	0	0	84	0	0	84
LED 70W	0	25	0	0	0	25
LED 70W	29	0	0	0	0	29
LED 80W	0	0	4	0	0	4
LED 80W	0	7	0	0	0	7
LED 80W	3	0	0	0	0	3
LED 83W	0	0	224	0	0	224
LED 83W	0	38	0	0	0	38
LED 94W	0	0	89	0	0	89
LED 94W	0	61	0	0	0	61
LED 124W	0	0	43	0	0	43
LED 124W	0	100	0	0	0	100
LED 124W	21	0	0	0	0	21
LED 135W	0	0	2	0	0	2
LED 135W	15	28	0	0	0	43
LED 140W	0	8	0	0	0	8

LED 154W	0	65	0	0	0	65
LED 154W	29	0	0	0	0	29
LED 180W	2	0	0	0	0	2
LED 187W	0	16	0	0	0	16
LED 187W	28	0	0	0	0	28
LED 194W	31	0	0	0	0	31
LED 220W	0	4	0	0	0	4
LED 220W	19	0	0	0	0	19
LED 230W	0	1	0	0	0	1
LED 230W	38	0	0	0	0	38
	<b>215</b>	<b>405</b>	<b>516</b>	<b>1111</b>	<b>739</b>	<b>2986</b>
	<b>0,9%</b>	<b>1,7%</b>	<b>2,1%</b>	<b>4,6%</b>	<b>3,0%</b>	<b>12%</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

#### 11.4 Demanda Reprimida

Os 728 pontos de expansão, conforme apresentado anteriormente, também seguem a mesma distribuição da solução de remodelação. Aqui se trata de uma simplificação para fins de dimensionamento, uma vez que não foram realizados estudos luminotécnicos para as áreas de expansão, devido ao estágio atual dos projetos.

Tabela 28 - Matriz de Instalação – Demanda Reprimida

Tipo	V1	V2	V3	V4	V5	Quantidade
LED 25W	0	0	0	0	40	40
LED 30W	0	0	0	0	96	96
LED 34W	0	0	0	52	0	52
LED 34W	0	0	1	0	0	1
LED 42W	0	0	0	93	0	93
LED 42W	0	0	1	0	0	1
LED 52W	0	0	0	62	0	62
LED 52W	0	0	1	0	0	1
LED 60W	0	0	11	0	0	11
LED 60W	0	10	0	0	0	10
LED 70W	0	0	16	0	0	16
LED 70W	0	5	0	0	0	5
LED 70W	5	0	0	0	0	5
LED 80W	0	0	1	0	0	1
LED 80W	0	1	0	0	0	1

LED 80W	1	0	0	0	0	1
LED 83W	0	0	42	0	0	42
LED 83W	0	7	0	0	0	7
LED 94W	0	0	17	0	0	17
LED 94W	0	11	0	0	0	11
LED 124W	0	0	8	0	0	8
LED 124W	0	19	0	0	0	19
LED 124W	4	0	0	0	0	4
LED 135W	0	0	0	0	0	0
LED 135W	3	5	0	0	0	8
LED 140W	0	1	0	0	0	1
LED 154W	0	12	0	0	0	12
LED 154W	5	0	0	0	0	5
LED 180W	0	0	0	0	0	0
LED 187W	0	3	0	0	0	3
LED 187W	5	0	0	0	0	5
LED 194W	6	0	0	0	0	6
LED 220W	0	1	0	0	0	1
LED 220W	3	0	0	0	0	3
LED 230W	0	0	0	0	0	0
LED 230W	7	0	0	0	0	7
	<b>39</b>	<b>75</b>	<b>98</b>	<b>207</b>	<b>136</b>	<b>555</b>
	<b>0,2%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,4%</b>	<b>0,9%</b>	<b>0,6%</b>	<b>2%</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Compilando as matrizes apresentadas nas subseções anteriores, é obtido o resultado da matriz de instalação consolidada, conforme a tabela a seguir:

Tabela 29 - Relação Total das Luminárias

Tipo	V1	V2	V3	V4	V5	Quantidade
LED 25W	0	0	0	0	2.066	2.066
LED 30W	0	0	0	0	4.826	4.826
LED 34W	0	0	0	2.586	0	2.586
LED 34W	0	0	30	0	0	30
LED 42W	0	0	0	4.654	0	4.654
LED 42W	0	0	59	0	0	59
LED 52W	0	0	0	3.103	0	3.103
LED 52W	0	0	31	0	0	31

LED 60W	0	0	541	0	0	541
LED 60W	0	485	0	0	0	485
LED 70W	0	0	783	0	0	783
LED 70W	0	235	0	0	0	235
LED 70W	273	0	0	0	0	273
LED 80W	0	0	37	0	0	37
LED 80W	0	65	0	0	0	65
LED 80W	28	0	0	0	0	28
LED 83W	0	0	2.083	0	0	2.083
LED 83W	0	356	0	0	0	356
LED 94W	0	0	830	0	0	830
LED 94W	0	565	0	0	0	565
LED 124W	0	0	404	0	0	404
LED 124W	0	930	0	0	0	930
LED 124W	198	0	0	0	0	198
LED 135W	0	0	15	0	0	15
LED 135W	143	258	0	0	0	401
LED 140W	0	74	0	0	0	74
LED 154W	0	602	0	0	0	602
LED 154W	267	0	0	0	0	267
LED 180W	16	0	0	0	0	16
LED 187W	0	149	0	0	0	149
LED 187W	263	0	0	0	0	263
LED 194W	289	0	0	0	0	289
LED 220W	0	34	0	0	0	34
LED 220W	174	0	0	0	0	174
LED 230W	0	13	0	0	0	13
LED 230W	350	0	0	0	0	350
	2001	3766	4813	10343	6892	27815

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Considerando que as luminárias LED instaladas atualmente serão aproveitadas, a Matriz de Instalação para modernização do parque atual com aproveitamento das luminárias, passa a ter a configuração:

Tabela 30 – Matriz de Instalação

Tipo	Potência LED (W)	V1	V2	V3	V4	V5	Quantidade
LED 25W	25					1.805	1.805
LED 30W	30					4.212	4.212
LED 34W	34				1.467		1.467

LED 34W	34			26		26
LED 42W	42				3.461	3.461
LED 42W	42			52		52
LED 48W	48				33	33
LED 52W	52				3.304	3.304
LED 52W	52			27		27
LED 54W	54				81	81
LED 60W	60				506	506
LED 60W	60			245		245
LED 60W	60		423			423
LED 67W	67				94	94
LED 70W	70				29	29
LED 70W	70			451		451
LED 70W	70		205			205
LED 70W	70	239				239
LED 76W	76				28	28
LED 80W	80				22	22
LED 80W	80			32		32
LED 80W	80		57			57
LED 80W	80	24				24
LED 83W	83			1.664		1.664
LED 83W	83		311			311
LED 84W	84			11		11
LED 86W	86			36		36
LED 90W	90			180		180
LED 94W	94		479			479
LED 94W	94					0
LED 100W	100			137		137
LED 104W	104			95		95
LED 120W	120			153		153
LED 124W	124			313		313
LED 124W	124		811			811
LED 124W	124	173				173
LED 135W	135		21			21
LED 135W	135	125				125
LED 140W	140			7		7
LED 140W	140		65			65
LED 144W	144			41		41
LED 146W	146			173		173
LED 150W	150			371		371
LED 153W	153			146		146
LED 154W	154		354			354
LED 154W	154	233				233
LED 180W	180			39		39
LED 180W	180	1				1

LED 187W	187						0
LED 187W	187	109					109
LED 190W	190		217				217
LED 194W	194	35					35
LED 200W	200		66				66
LED 204W	204		114				114
LED 220W	220		29				29
LED 220W	220	152					152
LED 230W	230		12				12
LED 230W	230	305					305
LED 242W	242		95				95
LED 243W	243		27				27
LED 243W	243	49					49
LED 257W	257	42					42
LED 270W	270	4					4
LED 275W	275	219					219
LED 290W	290	29					29
LED 300W	300	8					8
		<b>1747</b>	<b>3286</b>	<b>4199</b>	<b>9025</b>	<b>6017</b>	<b>24274</b>
		<b>7,2%</b>	<b>13,5%</b>	<b>17,3%</b>	<b>37,2%</b>	<b>24,8%</b>	

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

A utilização das atuais luminárias LED foi considerada, admitindo-se como sua eficácia média sendo 95lm/W. Assim, estabelecemos uma proporcionalidade com as “novas” luminárias de maior eficácia, de modo que sua utilização seja equiparada e equivalente as de eficácia maior.

Salientamos que as luminárias atualmente instaladas deverão ter sua garantia repassada à concessionária de IP.

A seguir apresentamos tabela com o ano de instalação das luminárias Led com as projeções de vencimento de garantia, vida útil, e comparativo com o provável encerramento da PPP.

ANO	QTD INSTALADA	VENCIMENTO GARANTIA	PROJEÇÃO VIDA ÚTIL L70 65.000 hs	FINAL VIDA ÚTIL	TÉRMINO ESTIMADO PPP
2015	516	2021	15,5	2031	2034
2016	981	2022	15,5	2032	2034
2017	472	2023	15,5	2033	2034
2018	276	2024	15,5	2034	2034
2019	515	2025	15,5	2035	2034
2020	1728	2026	15,5	2036	2034

Nota-se que as luminárias instaladas nos anos de 2015 até 2018, possivelmente deverão ser substituídas, reinvestimento, por conta da perda de seu fluxo luminoso, e como consequência o não

atendimento aos valores normativos fixados pela NBR 5101.

Sugere-se que durante a fase de preparação da PPP, Fases 0 e I, seja realizado levantamento luminotécnico das atuais instalações LED, diagnosticando o desempenho fotométrico destas luminárias, de forma a possibilitar seu aproveitamento em locais onde a questão luminotécnica e fotométrica seja menos relevante, assegurando assim o seu desempenho além do período da PPP<sup>13</sup>.

## 11.5 Consumo de Energia Elétrica

A seguir é apresentado o consumo estimado do novo parque, com a utilização das luminárias existentes atualmente. O consumo estimado é calculado pela multiplicação da potência da luminária – no caso do LED a potência nominal é a potência total – por 365 dias no ano e 11h25m de funcionamento por noite, conforme Resolução 414 da ANEEL e complementares.

Tabela 31 - Novo Consumo dos Pontos Existentes

Tipo	Potência LED (W)	Quantidade	Potência estimada (kW)	Consumo estimado (kWh/ano)
LED 25W	25	1.805	45	188.040
LED 30W	30	4.212	126	526.553
LED 34W	34	1.467	50	207.846
LED 34W	34	26	1	3.684
LED 42W	42	3.461	145	605.736
LED 42W	42	52	2	9.101
LED 48W	48	33	2	6.601
LED 52W	52	3.304	172	715.938
LED 52W	52	27	1	5.851
LED 54W	54	81	4	18.227
LED 60W	60	506	30	126.513
LED 60W	60	245	15	61.256
LED 60W	60	423	25	105.761
LED 67W	67	94	6	26.244
LED 70W	70	29	2	8.459
LED 70W	70	451	32	131.555
LED 70W	70	205	14	59.798
LED 70W	70	239	17	69.715
LED 76W	76	28	2	8.868
LED 80W	80	22	2	7.334
LED 80W	80	32	3	10.668
LED 80W	80	57	5	19.002
LED 80W	80	24	2	8.001
LED 83W	83	1.664	138	575.524
LED 83W	83	311	26	107.565

<sup>13</sup> Este período deve ser de no mínimo 24 meses.

LED 84W	84	11	1	3.850
LED 86W	86	36	3	12.901
LED 90W	90	180	16	67.507
LED 94W	94	479	45	187.627
LED 94W	94	0	0	0
LED 100W	100	137	14	57.089
LED 104W	104	95	10	41.171
LED 120W	120	153	18	76.508
LED 124W	124	313	39	161.733
LED 124W	124	811	101	419.059
LED 124W	124	173	21	89.392
LED 135W	135	21	3	11.814
LED 135W	135	125	17	70.320
LED 140W	140	7	1	4.084
LED 140W	140	65	9	37.920
LED 144W	144	41	6	24.602
LED 146W	146	173	25	105.252
LED 150W	150	371	56	231.898
LED 153W	153	146	22	93.084
LED 154W	154	354	55	227.173
LED 154W	154	233	36	149.523
LED 180W	180	39	7	29.253
LED 180W	180	1	0	750
LED 187W	187	109	20	84.938
LED 190W	190	217	41	171.809
LED 194W	194	35	7	28.294
LED 200W	200	66	13	55.006
LED 204W	204	114	23	96.910
LED 220W	220	29	6	26.586
LED 220W	220	152	33	139.347
LED 230W	230	12	3	11.501
LED 230W	230	305	70	292.321
LED 242W	242	95	23	95.801
LED 243W	243	27	7	27.340
LED 243W	243	49	12	49.617
LED 257W	257	42	11	44.979
LED 270W	270	4	1	4.500
LED 275W	275	219	60	250.963
LED 290W	290	29	8	35.045
LED 300W	300	8	2	10.001
		<b>24274</b>	<b>1.714</b>	<b>7.141.306</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

É importante mencionar que o consumo das linhas de correção de Pontos Escuros e atendimento à Demanda Reprimida só existirá na medida em que os respectivos projetos forem sendo construídos

e energizados.

O consumo estimado do parque atual, sem remodelação, é de 20,96 GWh por ano, conforme tabela abaixo. No caso das demais tecnologias de luminárias, a potência total é maior que a potência nominal, uma vez que esta última só reporta o consumo da lâmpada, sem incluir as perdas no reator. A metodologia de estimativa de consumo é a mesma: multiplicação da potência total por 365 dias no ano e 11h25m de funcionamento por noite.

Tabela 32 - Consumo Parque Atual

Tipo	Potencia (W)	Perda reator (W)	Potência total unitária (W)	Quantidade	Potência (kW)	Consumo estimado (GWh/ano)
Vapor de Sódio	70	12	82	7.553	619,35	2,58
Vapor de Sódio	100	14	114	174	19,84	0,08
Vapor de Sódio	150	17	167	1798	300,27	1,25
Vapor de Sódio	250	26	276	4.410	1217,16	5,07
Vapor de Sódio	400	40	440	4377	1925,88	8,03
Vapor de Sódio	600	40	640	12	7,68	0,03
Multivapores Metálicos	150	12	162	289	46,82	0,20
Multivapores Metálicos	250	26	276	178	49,13	0,20
Multivapores Metálicos	400	46	446	470	209,62	0,87
Multivapores Metálicos	600	46	646	24	15,50	0,06
Vapor de Mercúrio	80	11	91	355	32,31	0,13
Vapor de Mercúrio	125	14	139	35	4,87	0,02
Mista	160	0	160	241	38,56	0,16
LED	48	0	48	33	1,58	0,01
LED	52	0	52	675	35,10	0,15
LED	54	0	54	81	4,37	0,02
LED	60	0	60	506	30,36	0,13
LED	67	0	67	94	6,30	0,03
LED	70	0	70	29	2,03	0,01
LED	76	0	76	28	2,13	0,01
LED	80	0	80	192	15,36	0,06
LED	84	0	84	11	0,92	0,00
LED	86	0	86	36	3,10	0,01
LED	90	0	90	180	16,20	0,07
LED	100	0	100	137	13,70	0,06
LED	104	0	104	95	9,88	0,04
LED	120	0	120	153	18,36	0,08

LED	140	0	140	467	65,38	0,27
LED	144	0	144	41	5,90	0,02
LED	146	0	146	173	25,26	0,11
LED	150	0	150	371	55,65	0,23
LED	153	0	153	146	22,34	0,09
LED	180	0	180	40	7,20	0,03
LED	190	0	190	217	41,23	0,17
LED	200	0	200	66	13,20	0,06
LED	204	0	204	114	23,26	0,10
LED	242	0	242	95	22,99	0,10
LED	243	0	243	76	18,47	0,08
LED	257	0	257	42	10,79	0,04
LED	270	0	270	4	1,08	0,00
LED	275	0	275	219	60,23	0,25
LED	290	0	290	29	8,41	0,04
LED	300	0	300	8	2,40	0,01
				<b>24274</b>	<b>5030,15</b>	<b>20,96</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

A tabela a seguir compara os gastos com energia elétrica e sintetiza as economias de energia potenciais.

Tabela 33 - Consumo Parque Atual x Novo Parque

Evolução do Parque de IP	Nº pontos	Potência (kW)	% Redução de potência em relação ao parque atual
Parque atual	24.274	5.030	-
Parque atual remodelado	24.274	1.714	65,9%
Parque ao final de 18 meses	28.087	1.983	60,6%
Parque completo ao fim dos 13 anos	31.399	2.217	55,9%

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO.

Somente foi considerado o consumo das luminárias e fonte de alimentação, não sendo incluído o consumo dos equipamentos de telegestão. Um equipamento de telegestão tem potência aproximada de 1,5W, o que representa menos de 1% do consumo médio das luminárias. Como mencionado anteriormente, o potencial de economia de energia originado pela utilização da telegestão compensará o custo adicional de consumo de energia do equipamento. No entanto, essa economia

não foi quantificada no estudo.

Com base na tabela anterior, depreende-se que, conforme esperado, o máximo percentual de redução da potência em relação ao parque atual (65,9%) ocorrerá no momento da conclusão da modernização e, ou efficientização. A partir daí, a contínua entrada em operação de novos pontos de iluminação, daqueles decorrentes da eliminação dos pontos escuros, da demanda reprimida e das estimativas de crescimento vegetativo, faz com que os percentuais de redução decaiam paulatinamente até atingir a estimativa de 55,9% ao final dos 13 anos de projeto.

Obviamente tais estimativas foram feitas com base nas características da melhor tecnologia atualmente disponível, sendo razoável acreditar que, ao longo dos anos de desenvolvimento da PPP, a evolução tecnológica dos equipamentos permitirá o atingimento de percentuais de redução maiores. Assim sendo, para fins de definição das metas de efficientização a serem especificadas para o futuro parceiro privado, faz sentido que se definido um valor intermediário entre o máximo e o mínimo apontados pelos estudos.

## 11.6 Cronograma de Implantação

Este projeto prevê 6 meses para preparação da remodelação e instalação, tempo necessário para a encomenda dos equipamentos e materiais, logística até o município de Toledo e ensaios. A partir do início da remodelação, serão necessários 12 meses para a remodelação completa do parque; totalizando 18 meses de implantação.

Tabela 34 - Cronograma de Adequação, Modernização e Efficientização

Prazo a partir do início da remodelação	% do parque remodelado	Nº de pontos	Redução da carga instalada
0 meses	0% (Início)	24.274	0%
6 meses	0%	24.274	0%
18 meses	100%	28.087	60,6%
150 meses	100%	31.399	55,9%

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Ao final de 18 meses<sup>14</sup>, o projeto prevê a remodelação de todo o parque atual, incluindo a troca de todas as luminárias atuais, a instalação de novas luminárias e postes para correção de pontos escuros e atendimento à demanda reprimida, a instalação do CCO e da telegestão.

Do 18º mês em diante, o parque continuará a ser expandido conforme o crescimento vegetativo, de modo que a carga instalada aumentará na medida em que tais pontos sejam implementados.

## 11.7 Priorização

O projeto considerou a modernização prioritária dos pontos de IP localizados nas V1, V2 e V3,

<sup>14</sup> Prazo contado a partir da data da eficácia do contrato.

seguidas das demais vias V4/V5. O processo de priorização contemplou as vias principais e secundárias, levando-se em consideração que:

- São usadas pela maioria dos cidadãos, independente do meio de transporte;
- São a principal localização das luminárias de maior potência, e, portanto, os maiores ganhos de economia de energia.

## 12. PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO, DIMENSIONAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

---

Para a realização dos investimentos previstos no Plano de Engenharia, o projeto considera que a Concessionária deverá dispor de um procedimento de execução de obras que assegure a qualidade e o cumprimento dos prazos estabelecidos no cronograma.

De acordo com o plano de investimentos, as intervenções foram classificadas em quatro grupos, sendo: Atualização Tecnológica dos Pontos Luminosos, Implantação da Telegestão, Obras de Embelezamento, Obras de Melhoramentos da Rede de IP e Obras de Expansão.

O presente estudo considera que a futura concessionária deverá dispor de equipes devidamente capacitadas para que as intervenções sejam viabilizadas dentro do horizonte de tempo previsto nos cenários de investimento para o projeto, para garantir a adequada operação e manutenção da rede de IP modernizada e implantada, assim como para a implantação e operação do sistema de Telegestão previsto, a fim de alcançar nível esperado de redução no consumo de energia e garantir a operação em tempo real do parque de IP.

### 12.1 Pontos de Interesse Especial

São considerados pontos de interesse especial:

- Iluminação Especial: Parques, Praças, Quadras Esportivas
- Iluminação de Destaque ou Artística

#### 12.1.1 Parques, Praças e Quadras Esportivas

Os logradouros que, no Diagnóstico Técnico elaborado pelo consórcio consultor, e complementado por pesquisa em diversos canais de informação, foram indicados para receber iluminação diferenciada, diferente da iluminação viária.

As praças com iluminação existente, deverão ser readequadas por meio da implantação de novos pontos de iluminação por meio de pontos escuros estimados em 15% sobre o pontos de IP em praças e arques. Para tanto, foi estimado cerca de 2.427 pontos de IP em praças e parques. Desta maneira, parques, praças e quadras de esportes serão atendidas.

Os caminhos nas praças e parque deverão atender a classe de iluminação P2 conforme tabela 3.

Para garantir níveis adequados de iluminação nas quadras, foi considerado um nível mínimo de 75 luxes com uniformidade mínima de 50%.<sup>15</sup> Considerou-se também o ofuscamento, por meio do posicionamento dos postes, altura e ângulo de montagem dos projetores.

Para as áreas de lazer e de convivência (parques e praças), foram considerados níveis tidos como

---

<sup>15</sup> Valores conforme EN12193: Light and lighting — Sports lighting.

adequados<sup>16</sup>, visto que não há parâmetros mínimos definidos.

Nas quadras esportivas, para garantir níveis adequados de iluminação nas quadras, foi considerado um nível mínimo de 60 luxes com uniformidade mínima de 50%. Considerou-se também o ofuscamento, por meio do posicionamento dos postes, altura e ângulo de montagem dos projetores.

Para áreas de lazer e de convivência, foram considerados níveis tidos como adequados, visto que não há parâmetros mínimos definidos.

### 12.1.2 Iluminação de Destaque ou Artística

A iluminação artística e de destaque tem por finalidade atrair a atenção dos transeuntes para a fachada de uma edificação ou monumento, criando uma impressão agradável aos cidadãos. Prédios oficiais, templos religiosos, monumentos, construções históricas, geralmente são iluminados como expressão de orgulho cívico, servindo como atração turística.

De acordo com a Resolução Aneel 456 – Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de 29 de novembro de 2000, a iluminação de destaque em fachadas e monumentos é considerada também como IP.

Para oferecer o máximo de segurança ao usuário do espaço urbano e ao instalador/mantenedor, foram contempladas medidas que garantam esta condição, tais como:

- Conexões adequadamente isoladas evitando qualquer desconformidade elétrica;
- Aterramento para cada circuito/carga, quando for o caso;
- Circuitos adequadamente dimensionados;
- Proteções contra surtos;
- Dificuldade de acesso à rede de IP a pessoas não autorizadas;
- Dificuldade de roubo de energia;
- Isolamento elétrico das conexões, evitando contato com superfícies de acesso ao usuário do espaço urbano;
- Equipamentos resistentes sob a ótica mecânica e elétrica.

O detalhamento a iluminação de destaque ou artística está apresentado no item 13.3.6 quanto aos locais a serem implantados e investimentos necessários.

---

<sup>16</sup> Níveis indicados em catálogos de fabricantes de luminárias, uma vez que não existe norma específica para esse tema.

## 13. ESTIMATIVAS DE CAPEX E OPEX PARA OS CENÁRIOS DE INVESTIMENTO

Este capítulo tem por objetivo descrever o racional técnico-financeiro dos dispêndios com investimentos do projeto (CAPEX) e com os custos operacionais envolvidos (OPEX) da PPP de IP de Toledo.

Os itens apresentados neste capítulo são os parâmetros base para a concepção dos relatórios de Avaliação Econômico-Financeiro Preliminar e do Relatório para Decisão do Cenário de Investimentos.

Os orçamentos aqui apresentados acompanham este relatório como anexo.

### 13.1 Base de Informações Utilizadas

Todo o projeto de engenharia baseou-se em informações fornecidas pela PMT, bem como nos dados obtidos em vistorias de campo e medições efetuadas, documentos disponíveis na internet, normas técnicas aplicáveis, dados técnicos fornecidos por fabricantes, orçamentos de materiais e equipamentos apresentados pelos fornecedores, entre outros.

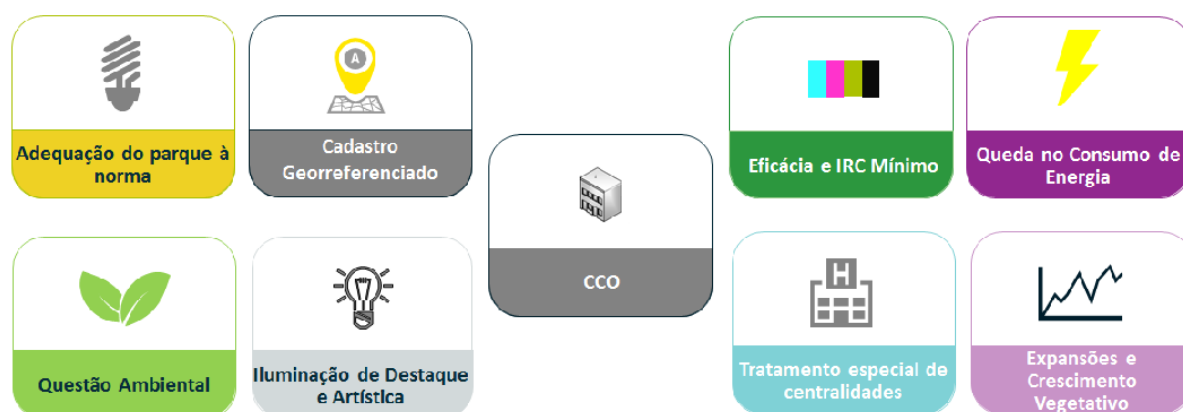
### 13.2 Estimativas de Investimentos

Foram estimados todos os investimentos necessários à execução dos projetos, tendo como ponto de partida 5 cenários pré-estabelecidos para a posterior tomada de decisão. A seguir, apresentam-se a base comum do projeto e as características intrínsecas a cada um dos cenários.

### 13.3 Base Comum

São considerados como base comum do projeto todas as características que constam, sem modificações de tempo ou valor, em todos os 5 cenários aqui propostos. São elas:

Figura 25 - Esquemático da Base Comum dos Cenários



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

### 13.3.1 Adequação do Parque IP às Normas de Iluminação

Contempla as atividades identificadas como requeridas para que se garanta que a PPP efetue as adequações para atendimento à norma ABNT NBR 5101:2018 – Iluminação Pública procedimentos. A NBR 5101 estabelece os requisitos para a iluminação de vias públicas, propiciando segurança ao tráfego de pedestres e de veículos.

As atividades listadas a seguir são aquelas contempladas na estrutura do projeto de engenharia para alcançar o objetivo mencionado:

- Reconfiguração geométrica das instalações de IP com substituições de braços de modo a melhorar a distribuição da luz pelas luminárias, elevando a performance do sistema;
- Substituição das tecnologias atuais de IP por tecnologia de ponta (LED), com maior eficácia, com a utilização de fonte de luz branca, maximizando a percepção visual dos motoristas e pedestres, com consequente aumento da segurança para vias motorizadas e calçadas;
- Eliminação de pontos escuros das vias, bem como a melhoria da iluminação de faixas de pedestres;
- Acréscimo de 15% no total de vias V1, V2 e V3 para cumprimento da norma ao longo da PPP, em função do crescimento vegetativo vertical;
- Parque de iluminação em conformidade com a norma ABNT.

### 13.3.2 Cadastro Georreferenciado

O cadastro georreferenciado dos pontos de IP permite conhecer a dimensão e as características do parque, viabilizando a gestão completa por meio de *softwares* especialistas, possibilitando a implantação de sistemas de monitoramento remoto em tempo real, como telegestão, os quais contribuem para a melhoria dos serviços de operação e manutenção, para o controle do consumo de energia e para a eficiência energética (dimerização).

A título de exemplo, o Cadastro da rede de IP deverá conter, para cada ponto de luz, pelo menos as seguintes informações:

#### 1. Localização

- i. Bairro
- ii. Logradouro
- iii. Posição georreferenciada (latitude, longitude) das unidades de iluminação
- iv. Posição georreferenciada (latitude, longitude) das unidades de consumo (relógio medidor de consumo)

#### 2. Lâmpada e Luminária

- i. Tipo de lâmpada
- ii. Tipo de reator/driver
- iii. Tipo de luminária
- iv. Forma de medição de consumo
- v. Tempo de funcionamento

- vi. Quantidade de luminárias
- vii. Potência total das lâmpadas
- viii. Fluxo luminoso
- ix. Consumo total das luminárias

### 3. Informações gerais

- i. Etiqueta
- ii. Classificação da Via
- iii. Classificação da Calçada
- iv. Dimensões da via (largura, nº de faixas de rolamento)
- v. Dimensões da calçada

### 4. Poste e Braço

- i. Tipo de poste
- ii. Altura do poste
- iii. Tipo de braço
- iv. Altura da luminária (ponto focal);

Os esforços financeiros relacionados ao processo de cadastro georreferenciado são compostos dos custos de manutenção de uma equipe específica para essa finalidade. Sua estrutura e seus investimentos serão detalhados em capítulo subsequente, o qual apresentará a composição e o dimensionamento das equipes alocadas aos procedimentos de implantação da nova infraestrutura e aos procedimentos de operação e manutenção do parque de IP.

Tabela 35 – Cadastro IP - Georreferenciado

Item	Orçamento 1	Orçamento 2	Orçamento 3	Média	Mediana
Atualização do Cadastro IP (plaquetas)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

#### 13.3.3 Eficácia e Índice de Reprodução de Cor Mínimos

O projeto de engenharia embasou sua estrutura técnico-financeira na condição de que os equipamentos de iluminação deverão atender a uma eficácia mínima de 120 lumens/watt, além de IRC mínimo equivalente a, no mínimo, 70.

Ao se estabelecer essas duas condições, a futura concessionária será obrigada a implantar tecnologias de fontes de luz branca, o que ocorre preferencialmente por meio da tecnologia LED, em todos os pontos do parque.

#### 13.3.4 Potência Instalada Atual x Futura

Conforme mencionado anteriormente, o estudo luminotécnica indicou que a substituição das luminárias do Parque de IP atual por LED permitirá a redução de até 66,2% na potência instalada.

#### 13.3.5 Aspectos Ambientais do Projeto

Para mitigar os riscos relacionados ao impacto ambiental produzido pelo espectro de luz azul, as luminárias LED a serem instaladas devem ter como característica a temperatura de cor entre não superior a 4.000K. Recomenda-se que as vias V4 e V5 recebam luminárias de 3.000K, portanto amareladas.

Há de se destacar o tratamento dos resíduos dos serviços de IP, tanto os relativos aos materiais quanto aos provenientes da operação descritos n Relatório socioambiental.

### 13.3.6 Iluminação de Artística e de Destaque (IA's e ID's)

Considerou-se a realização de projetos específicos com vistas a dar maior destaque e diferenciação a localidades especiais do município.

Os projetos consideram equipamentos diferenciados como, por exemplo:

- Projetores de piso;
- Barras assimétricas e simétricas;
- Projetores focais;
- Iluminação Dinâmica (RGB);
- Entre outros.

Os locais escolhidos para receberem projetos específicos de iluminação artística ou de destaque, conforme já ilustrado no Relatório de Diagnóstico, encontram-se destacados na tabela a seguir e contam para cada item individualmente os investimentos estimados:

Tabela 36 – Investimentos estimados: Iluminação Artística e de Destaque

Item	LOCAL	LEDs	Postes	Mat. Diversos para Instalação	Total
1	Aquário Municipal	R\$ 40.170	R\$ -	R\$ 18.076,50	R\$ 58.247
2	Catedral Cristo Rei	R\$ 58.642	R\$ 7.500	R\$ 29.763,90	R\$ 95.906
3	Chafariz Golfinho	R\$ 13.860	R\$ -	R\$ 6.237,00	R\$ 20.097
4	Estátua Bento Munhoz da Rocha Netto	R\$ 2.500	R\$ -	R\$ 1.125,00	R\$ 3.625
5	Estátua de Tiradentes	R\$ 2.000	R\$ -	R\$ 900,00	R\$ 2.900
6	Igreja Evangélica de Confissão Luterana (Igreja do Sino)	R\$ 15.200	R\$ -	R\$ 6.840,00	R\$ 22.040
7	Igreja Católica Menino Deus	R\$ 51.400	R\$ -	R\$ 23.130,00	R\$ 74.530
8	Lago Parque dos Pioneiros	R\$ 32.000	R\$ -	R\$ 14.400,00	R\$ 46.400
9	Memorial do Agricultor	R\$ 9.000	R\$ -	R\$ 4.050,00	R\$ 13.050
10	Mural Praça da Criança	R\$ 7.200	R\$ -	R\$ 3.240,00	R\$ 10.440
11	Obra de Arte Parque dos Pioneiros - Estátua Expedicionários	R\$ 3.200	R\$ -	R\$ 1.440,00	R\$ 4.640
12	Obra de Arte Parque dos Pioneiros - Estátua Padre Patuí	R\$ 3.200	R\$ -	R\$ 1.440,00	R\$ 4.640
13	Obra de Arte Parque dos Pioneiros - Locomotiva	R\$ 4.800	R\$ -	R\$ 2.160,00	R\$ 6.960
14/18	Obra de Arte Parque dos Pioneiros - diversas - 5 obras	R\$ 24.000	R\$ -	R\$ 10.800,00	R\$ 34.800
19	Paço Municipal	R\$ 38.768	R\$ -	R\$ 17.445,60	R\$ 56.214
20	Parque do Povo - Bandeira (mastro e entorno)	R\$ 4.180	R\$ -	R\$ 1.881,00	R\$ 6.061
21	Parque do Povo - Cascata	R\$ 5.230	R\$ -	R\$ 2.353,50	R\$ 7.584
22	Praça das Ginastas	R\$ 2.220	R\$ -	R\$ 999,00	R\$ 3.219
23	Praça dos Expedicionários	R\$ 2.220	R\$ -	R\$ 999,00	R\$ 3.219
24	Praça do Namoro	R\$ 9.700	R\$ -	R\$ 4.365,00	R\$ 14.065
25	Rotatória do chafariz av. Min. Cirne Lima e Maripá	R\$ 25.840	R\$ -	R\$ 11.628,00	R\$ 37.468
26	Rotatória Av. Parigot de Souza e Barão Rio Branco	R\$ 2.220	R\$ -	R\$ 999,00	R\$ 3.219
27	Rotatória Av. José João Muraro e Cascavel	R\$ 11.250	R\$ -	R\$ 5.062,50	R\$ 16.313
28	Rotatória Av. São João e Av. Maripá	R\$ 12.070	R\$ 12.500	R\$ 11.056,50	R\$ 35.627
29	Teatro Municipal	R\$ 12.960	R\$ -	R\$ 5.832,00	R\$ 18.792
30	Usina do Conhecimento	R\$ 43.580	R\$ -	R\$ 19.611,00	R\$ 63.191
31	RESERVA 1	R\$ 13.105	R\$ -	R\$ 5.897,25	R\$ 19.002
32	RESERVA 2	R\$ 20.500	R\$ -	R\$ 9.225,00	R\$ 29.725
33	RESERVA 3	R\$ 38.850	R\$ -	R\$ 17.482,50	R\$ 56.333
<b>TOTAIS</b>		<b>R\$ 509.865</b>	<b>R\$ 20.000</b>	<b>R\$ 238.439</b>	<b>R\$ 768.304</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Além dessas localidades, considerou-se a possibilidade de a PMT incluir três projetos adicionais de iluminação artística durante a vigência da PPP. Para isso, considerou-se o investimento médio das obras classificadas como Iluminação Artística, estimadas em R\$ 35,02 mil, resultando num adicional de investimento da ordem de R\$ 105,06 mil.

Ao todo, os investimentos em projetos de iluminação artística e de destaque somaram R\$ 768,30 mil.

É importante destacar que os equipamentos para a iluminação de destaque possuem vida útil menor do que as luminárias viárias. Estimamos que no 8º ano da concessão estes equipamentos devam ser substituídos, ou seja, reinvestimento.

### 13.3.7 Tratamento Especial das Centralidades

O projeto de engenharia abrange o tratamento diferenciado para as centralidades do município. São consideradas centralidades os pontos de prestação de serviços à população, públicos ou privados, tais como, escolas, hospitais, delegacias e pontos de ônibus, de modo que, nas rotas de acesso a essas áreas, a iluminação será dimensionada de modo a garantir o “ir e vir” de forma segura à população.

O detalhamento a respeito dessas áreas constará no projeto de engenharia final e no caderno de encargos a serem elaborados nas próximas etapas deste projeto.

### 13.3.8 Instalação de Novos Pontos de Luz

Foi utilizada a configuração de posteamento existente e instalação de novos postes para novos pontos de luz para expansão do parque de IP, abordado no tema de correção de pontos escuros. Para os pontos relacionados ao crescimento vegetativo da cidade, o projeto considerou que a expansão natural do serviço da empresa Distribuidora de Energia Elétrica local fornecerá a infraestrutura de posteamento a ser utilizada na PPP, sendo contemplado no projeto tão somente o investimento relacionado à implantação das luminárias, braços, e demais componentes.

### 13.3.9 Substituição dos Braços e Ferragens, Conexões e Relés.

Previu-se a substituição de 60% dos braços e ferragens (cintas + parafusos) e 100% das conexões no parque em todos os cenários. A substituição dos relés depende do cenário de investimento, tendo em vista que a sua troca somente é necessária nos pontos onde não for implantada a tecnologia de telegestão.

Tabela 37 – Custos Unitários em reais (R\$) de equipamentos de IP em Geral <sup>17</sup>

Item	Orçamento 1	Orçamento 2	Orçamento 3	Média com desconto de 5%	Mediana com desconto de 5%
Troca dos braços	125	145	131	127	125
Troca das ferragens	37	43	42	39	40
Troca das conexões	8	10	9	8	9
Troca dos relés	12	14	-	12	11
Troca de cabos 2,5mm (5m)	2	9	3	4	3

<sup>17</sup> Os orçamentos recebidos estão devidamente identificados como anexo ao relatório.

Atualização do Cadastro IP (plaquetas)	0,80	0,80	0,80	0,76	0,76
--	------	------	------	------	------

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

As informações de orçamento de Postes de IP para a correção em Pontos Escuros (concreto) e Postes para Orlas e Quadras (Cônico aço) foram retiradas da tabela ORSE e SINAPI em referência a 2020, para o Estado do Paraná, conforme segue na tabela abaixo.

Tabela 38 – Orçamentos de Equipamentos de IP em Geral com base no SINAPI / ORSE<sup>18</sup>

Item	SINAPI/ORSE(R\$)	SINAPI/ORSE(R\$) (com desconto 5%)
Postes IP - Expansão (concreto)	729	692
Postes Quadras	1.050	892,50

Fonte: Consórcio, com base em dados do SINAP/ORSE.

### 13.4 Variáveis de Cenário

São considerados como variáveis de cenário do projeto as características que variam entre os 3 cenários de investimentos aqui propostos. São elas:



#### 13.4.1 Telegestão nas Vias

As vias dos tipos V1 e V2, principalmente, e as vias V3 são caracterizadas por elevado volume de tráfego e delas advém o maior benefício de se implementar telegestão, inclusive aumentando a percepção de segurança. Nesses tipos de vias, que se caracterizam como áreas de passagem, de

<sup>18</sup> Os orçamentos recebidos estão devidamente identificados como anexo ao relatório. SINAPI DEZ-2020 e ORSE NOV-2020

maneira geral, há menor incidência de reclamações por problemas de iluminação.

O benefício mais tangível da Telegestão – hoje – é a economia de energia e melhoria dos parâmetros operacionais.

Com o advento do Despacho 368 ANEEL (11/02/2020) e da Resolução 888 ANEEL (30/06/2020), faz sentido priorizar sua implantação em todas as vias do município, por duas razões:

- Controle e gerenciamento de 100% do parque de IP com relação ao consumo e faturamento da energia elétrica
- Possibilidade da telegestão desempenhar a função de cadastro georreferenciado.

Embora o projeto possa considerar telegestão em parte das vias, a depender do cenário de investimento, cabe destacar que todos os pontos contemplam a preparação para eventual futura instalação de telegestão (tomada 7 pinos).

A tabela abaixo mostra o valor unitário de Telegestão baseado no valor estimado<sup>19</sup> Os valores da média e mediana foram calculados aplicando-se um desconto de 15%, estimado em função do volume do lote de compra junto aos fornecedores.

Tabela 39 – Custo Unitário de Sistema de Telegestão (R\$)

Item	Orçamento 1	Orçamento 2	Média (c/ desconto 15%)	Médiana (c/ desconto 15%)
Telegestão	493	285	330	242

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

#### 13.4.2 Controle de Tráfego

Apesar das vias V1 apresentarem maior volume de veículos e possuírem maior importância do ponto de vista do tráfego, os maiores benefícios com a gestão dinâmica da iluminação seriam observados nas vias V2 e V3, que contam com maior extensão total no município e maior cobertura de área.

Assim, Monitorando-se as vias V2, é possível realizar o monitoramento tanto de V1 quanto de V3, devido à conexão existente entre aquela e estas classes de via. Considera-se, portanto, que o posicionamento dos SATs em vias V2 seja o mais representativo da área em que estão circunscritas. Adotou-se, assim, uma taxa por extensão de via dentro de cada bairro, sendo um equipamento a cada 2 km. A estimativa de equipamentos realizada está apresentada na tabela abaixo, sendo considerado um mínimo de 1 equipamento por bairro com vias V2, totalizando 54 equipamentos a serem instalados, considerando uma cobertura de 100% de Telegestão.

Para os demais cenários de cobertura reduzida, o número de equipamentos a serem instalados nas vias estão discriminados e dimensionados no item 9.16.

<sup>19</sup> O valor estimado não inclui a instalação, nos valores cotados estão inclusos concentradores, controladores e todos os equipamentos e serviços necessários para a solução completa de telegestão.

Tabela 40 – Custos unitários Contadores e Tráfego (R\$)

Item	Orçamento 1	Orçamento 2	Orçamento 3
Equipamentos + material de implantação	27.824	-	-
Software	19.222	-	-
Sobressalentes	1.009	-	-
Serviços de implantação / ativação	20.595	-	-
TOTAL	68.650	-	-

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

### 13.5 Instalação de Novas Luminárias

O projeto considerou que terão sido instaladas, ao final da modernização e da expansão do parque, ao longo de 13 anos, um total de pontos 27.041 (soma dos novos pontos de IP por conta de pontos escuros, demanda reprimida e crescimento vegetativo), considerando o aproveitamento das luminárias LED existentes distribuídos da seguinte maneira:

Tabela 41 - Total de Pontos a serem modernizados e adicionados

Potência LED (W)	V1	V2	V3	V4	V5	Quantidade	Pontos Escuros	Demanda Reprimida	Crescimento Vegetativo
25					1.805	1805	221	40	266
30					4.212	4212	518	96	622
34				1.467		1467	278	52	189
34			26			26	3	1	2
42				3.461		3461	500	93	600
42			52			52	6	1	4
52				2.629		2629	333	62	400
52			27			27	3	1	2
60			245			245	58	11	70
60		423				423	52	10	72
70			451			451	84	16	116
70		205				205	25	5	35
70	239					239	29	5	41
80			0			0	4	1	5
80		0				0	7	1	10
80						0	3	1	4

83			1.607			1607	224	42	309
83		311				311	38	7	53
94			0			0	89	17	107
94		479				479	61	11	84
124			126			126	43	8	52
124		811				811	100	19	138
124	173					173	21	4	29
135		0	0			0	2	0	2
135		0				0	28	5	38
135	125					125	15	3	21
140		0				0	8	1	11
154		167				167	65	12	78
154	233					233	29	5	40
180	0					0	2	0	2
187		0				0	16	3	22
187	109					109	28	5	39
194	35					35	31	6	37
220		29				29	4	1	4
220	152					152	19	3	26
230		12				12	1	0	2
230	305					305	38	7	52
<b>TOTAIS</b>	<b>1371</b>	<b>2437</b>	<b>2534</b>	<b>7557</b>	<b>6017</b>	<b>19916</b>	<b>2986</b>	<b>555</b>	<b>3584</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Para a estimativa dos custos unitários das luminárias, foram obtidos orçamentos junto a fornecedores para os diferentes tipos de lâmpadas previstas no projeto. Para as projeções, considerou-se a mediana dos valores orçados. Os valores da média e mediana foram calculados aplicando-se um desconto de 20%, estimado em função do volume do lote de compra. Essas informações podem verificadas na tabela que segue:

Tabela 42 – Orçamento por Luminárias por tipo de iluminação

Item	Phillips	Tecnowatt	Repume	Latina	Ledvance	Média (c/ desconto 20%)	Médiana (c/ desconto 20%)
LED 25W	517	469	590			420	414
LED 30W	517	469	590			420	414
LED 34W	517	469	590			420	414
LED 40W	517	475		679		445	414
LED 42W	517	475		679		445	414

LED 50W	517	493	555	769	747	493	444
LED 52W	517	493	555	769	747	493	444
LED 60W	517	498		818		489	414
LED 70W	530			818		539	539
LED 80W	650	667	565	907		558	527
LED 83W	650	667	565	907		558	527
LED 90W	820	667		942	976	681	705
LED 94W	820	667		942	976	681	705
LED 100W	820	667	820	1026		667	656
LED 114W	820	667	820	1026		667	656
LED 120W	820	720	825	1247	1168	765	660
LED 124W	820	720	825	1247	1168	765	660
LED 135W	913	772		1243		781	731
LED 140W	913	772		1243		781	731
LED 150W	913	772	830	1301	1445	842	731
LED 154W	913	772	830	1301	1445	842	731
LED 160W	913	837		1300		813	731
LED 170W	1498	837		1300		969	1040
LED 180W	913	1120	1130			844	896
LED 187W	1498	837		1379		991	1103
LED 190W	1498	837		1379		991	1103
LED 194W	1498	837		1379		991	1103
LED 200W		837			1589	970	970
LED 210W	1498		1140			1055	1055
LED 220W	1057	2284	1200			1211	960
LED 230W	1057	2284	1200			1211	960
LED 250W	1783		1200	1619		1227	1295
LED 260W	1783					1427	1427
LED 270W	1783					1427	1427
LED 290W		2284	1680			1586	1586

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

### 13.5.1 Materiais de Montagem

Para todos os cenários, previu-se a troca dos parafusos prisioneiros  $\varnothing 5/8'$  X 250 mm (2 por ponto), conexões (3 por ponto – conector perfurante 70mm<sup>2</sup> ou 120 mm<sup>2</sup>), cabo PP 3x2,5mm<sup>2</sup> (5 metros por ponto) e relés (1 por ponto). É importante ressaltar que só serão instalados relés nos pontos que não receberem a telegestão.

Os custos unitários dos materiais de montagem foram apresentados na tabela do item 10.2.1.12 e são aplicáveis aos totais de pontos de IP a serem modernizados e instalados em cada ciclo de investimento.

### 13.5.2 Equipamentos Auxiliares

Equipamentos auxiliares são considerados aqueles necessários à execução da modernização e operação do Parque de IP, porém não estão diretamente relacionados à Iluminação Pública. Os equipamentos auxiliares variam de acordo com o tamanho das equipes e são compostos pelos seguintes itens:

- Ferramentas;
- Veículos;
- Estrutura, informática e Softwares

A seguir, é apresentado o detalhamento de cada um desses itens.

### 13.5.3 Estrutura, Informática e Softwares

Os custos associados à estrutura, informática e *softwares* possuem o objetivo de compor a infraestrutura de Sede e os dois CCOs da PPP, sendo um o CCO instalado na sede da Concessionária e o outro um CCO Satélite na Prefeitura. Para esses componentes, apresentados na tabela abaixo, seus custos e quantitativos mantêm-se iguais em todos os cenários.

Tabela 43 – Estrutura, informática e Softwares

Orçamentos Estrutura (BRL)	
Item	Orçamento 1
Postos de trabalho	1200
Moveis diversos	500
Telefone Celular	200
Orçamentos Informática	
Item	Orçamento 1
Servidor	3000
Computadores	1800
Laptop	3500
Impressoras	450
Impressora A3	1600
Coletor+GPS	5000
Luxímetros	900
Orçamento de Softwares e Licenças	
Item	Orçamento 1
Cópia/licença sistema gráfico	8000
Cópia/licença sistemas básicos	1150
Cópia/licença sistema de gerenciamento	11140
Reforma/Revitalização de Imóveis	5000
Cabeamento Estruturado de Rede	2500
Equipamento de Call Center	3350
Equipamentos de videowall 98"	38800

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Considerou-se softwares, licenças e materiais de informática têm uma vida útil de 5 anos, ao passo que postos de trabalho e móveis têm vida útil de 10 anos.

## 13.6 Elementos de Investimento e Operação

Os elementos a seguir apresentados possuem a característica de terem parte das estimativas alocadas como itens de investimento e outra parte alocada como custos operacionais. Essa condição ocorre, pois os elementos a seguir apresentados referem-se a insumos relacionados a atividades de implantação da infraestrutura enquanto a outra parte atende a demandas operacionais.

### 13.6.1 Equipes

Neste item, é apresentada a proposição de dimensionamento de equipe para a PPP de IP de Toledo e as estimativas dos custos relacionados com a mão de obra. A estimativa foi segregada em três vertentes: pessoal de implementação (equipe de CAPEX), equipe operacional (equipe de OPEX) e pessoal administrativo.

- Equipe de CAPEX: refere-se ao custo da equipe envolvida em atividades de implementação dos investimentos do projeto. São equipes cuja permanência na PPP é temporária, apenas durante a fase de modernização do Parque de IP e no ciclo de reinvestimento, podendo ou não variar de acordo com o cenário.
- Equipe de OPEX: refere-se ao custo da equipe envolvida em atividades operacionais do projeto. São equipes cuja permanência na PPP é contínua, ao longo de todo o período de operação do parque de IP. Sua composição permanece a mesma ao longo de toda a PPP e não varia entre os distintos cenários.
- Equipe Administrativa: permanece durante toda a PPP e seu custo e estrutura são fixos independente do cenário.

O orçamento de equipe considerou como fonte para os cargos de Diretoria o valor de referência indicado pelo Guia Salarial 2020 da empresa Robert Half e, para os demais cargos, foi considerado o piso salarial equivalente à classe profissional do indivíduo, conforme acordo trabalhista de 2019 para o Estado do Paraná.

A tabela a seguir apresenta a quantidade total de profissionais, conforme o cargo e por equipe conforme o cenário de investimento. Apresenta-se também a estimativa salarial para cada categoria.

Tabela 44 - Quantidade de Profissionais por Equipe por Cenário e Orçamento de Salário

Equipes Profissionais	Equipe	Quantidade de Profissionais por Equipe		
		Cenário 01	Cenário 02	Cenário 03
Diretor Geral (1)	Equipe Diretoria SPE	1	1	1
Diretor Operacoes (1)	Equipe Diretoria SPE	0	0	0
Diretor Adm Fin (2)	Equipe Diretoria SPE	0	0	0
Diretor Juridico	Equipe Diretoria SPE	0	0	0
Secretaria	Equipe Diretoria SPE	1	1	1
Gerente (1)	Equipe Suporte Técnico	0	0	0
Engenheiro Eletricista I (1)	Equipe Suporte Técnico	1	1	1
Eletrotécnico I	Equipe Suporte Técnico	1	1	1
Eletrotécnico II	Equipe Suporte Técnico	0	0	0
Projetista (Cadista) (3)	Equipe Suporte Técnico	1	1	1
Secretaria	Equipe Suporte Técnico	0	0	0
Eletrotécnico (Cadastrador)	Equipe Cadastro	1	1	1
Eletricista (Plaquetador)	Equipe Cadastro	1	1	1
Desenhista/Digitador	Equipe Cadastro	1	1	1
Coordenador (Arquiteto)	Equipe Plano de Iluminação Urbana (ID)	1	1	1
Projetista (Cadista) (3)	Equipe Plano de Iluminação Urbana (ID)	0	0	0
Atendente de Call Center	Equipe Call Center	3	3	3
Assistente de Informática (4)	Equipe Call Center	0	0	0
Aux. Serviços Gerais	Equipe Call Center	0	0	0
Motorista eletricista	Equipe Pesada de Manutenção de IP	1	1	1
Eletricista	Equipe Pesada de Manutenção de IP	2	2	2
Motorista eletricista	Equipe de Leve de Manutenção de IP	1	1	1
Eletricista	Equipe de Leve de Manutenção de IP	1	1	1
Gerente (2)	Equipe Administrativa	0	0	0
Secretaria	Equipe Administrativa	0	0	0
Engenheiro de Segurança (1)	Equipe Administrativa	0	0	0
Assistente Jurídico	Equipe Administrativa	1	1	1
Assistente de Informática (4)	Equipe Administrativa	1	1	1
Assistente Contábil/Financeiro	Equipe Administrativa	1	1	1
Assistente Administrativo I	Equipe Administrativa	0	0	0
Assistente de Suprimentos I	Equipe Administrativa	1	1	1
Aux. Suprimentos	Equipe Administrativa	1	1	1
Aux.Serviços Gerais	Equipe Administrativa	1	1	1

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

De maneira complementar à tabela anterior, são apresentadas as informações sobre o dimensionamento de equipes necessárias para a modernização e para a operação do parque de IP, assim como a classificação da equipe por tipo.

Tabela 45 - Quantidades de Equipes por Cenário - CAPEX

Equipes Necessárias por Cenário	Número de Equipes CAPEX		
	Cenário 01	Cenário 02	Cenário 03
Equipe Diretoria SPE	0	0	0
Equipe Pesada de Manutenção de IP	2	2	2
Equipe de Leve de Manutenção de IP	2	2	2
Equipe Suporte Técnico	0	0	0
Equipe Administrativa	0	0	0
Equipe Call Center	0	0	0
Equipe Cadastro	1	1	1
Equipe Plano de Iluminação Urbana (ID)	1	1	1
Equipe Contadores de Tráfego	0	0	0

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Tabela 46 - Quantidades de Equipes por Cenário - OPEX

Equipes Necessárias por Cenário	Número de Equipes OPEX		
	Cenário 01	Cenário 02	Cenário 03
Equipe Diretoria SPE	1	1	1
Equipe Pesada de Manutenção de IP	0	0	0
Equipe de Leve de Manutenção de IP	2	2	2
Equipe Suporte Técnico	1	1	1
Equipe Administrativa	1	1	1
Equipe Call Center	1	1	1
Equipe Cadastro	0	0	0
Equipe Plano de Iluminação Urbana (ID)	0	0	0
Equipe Contadores de Tráfego <sup>20</sup>	0	0	0

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Em relação às Equipes Leves ou Pesadas, o seu dimensionamento baseou-se numa produção diária de modernização/implementação à razão de 28 pontos por equipe por turno de trabalho. Estimou-se 2 turnos de Trabalho.

<sup>20</sup> A manutenção dos controladores de Tráfego será realizada pela Equipe Leve de IP com apoio da Equipe Suporte Técnico

As fórmulas a seguir ilustram matematicamente a métrica adotada.

$$\text{Número de equipes para implantação} = \frac{\text{Número total de pontos a serem implantados}}{\text{Produção total da equipe}}$$

$$\text{Produção total da equipe} = \text{Produção Diária} \times \text{Número de turnos} \times \text{Dias úteis no mês} \\ \times \text{Período de investimento}_{(\text{meses})}$$

O projeto considerou que, em todos os cenários, existe 1 equipe pesada alocada ao time dedicado às atividades implantação/modernização do parque de IP, por turno. Dessa forma, a lógica aplicada é que a quantidade de equipe leves resulta da diferença entre o total de equipes estimadas, por cenário, subtraída da equipe pesada, por turno, conforme segue:

$$\text{Número de equipes leves de implantação} = \text{Número de equipes para implantação} - 1$$

Para o suporte às atividades operacionais, ao longo da vigência de todo o projeto, estimou-se que a PPP demandará, em todos os cenários de investimento, a seguinte estrutura de equipe Operacional:

- ✓ 2 equipes leves para manutenção de IP<sup>21</sup>, inclusive para a manutenção de IA/ID;

Para todos os funcionários da PPP, sempre que aplicável, considerou-se a seguinte estimativa de encargos e benefícios:

Tabela 47 - Custos relacionados à SPE

Encargo	Valor estimado/orçado
Vale Refeição	16 R\$/dia
Vale Transporte	18 R\$/dia
Treinamento Básico de Eletricidade	200 R\$/funcionário
Treinamento Const.Manut.de Rede de IP	200 R\$/funcionário
Treinamento de Segurança do Trabalho	250 R\$/funcionário
Adicional de Periculosidade (se aplicável)	30%

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

### 13.6.2 Ferramentas

As ferramentas são os utensílios necessários às equipes para viabilizar o seu trabalho, que envolvem a retirada de luminárias e seus acessórios, instalação de novos itens de iluminação e procedimentos de manutenção preventiva e corretiva, entre outras. No projeto, foi estimado que as ferramentas cujo multiplicador é classificado como “Base” são de uso geral dentro do projeto. As ferramentas classificadas com o multiplicador “Equipe” serão adquiridas por equipe envolvida na operação ou na modernização do parque. O multiplicador “Por membro da equipe” indica uma aquisição para cada membro de equipe de operação ou implantação. Por fim, o multiplicador “Eletricista” indica a aquisição para cada os membros das equipes que ocupem o cargo de eletricista.

<sup>21</sup> Atenderá também a manutenção dos Contadores de Tráfego

O projeto conta tanto com ferramentas de vida útil de 5 anos como também com ferramentas com 6 meses de vida útil, classificadas como custo ou investimento, conforme tabelas a seguir.

Tabela 48 - Ferramentas e Orçamentos Recebidos (R\$) – Vida Útil 5 anos

Item	Orçamento 1	Orçamento 2	Orçamento 3	Média	Mediana	Base Cálculo
Alicate Bomba D'agua 12"	49	119	30	66	49	Base
Alicate de Compressão Hidráulico	299	318	269	295	299	Base
Alicate Volt-amperímetro 150ª	100	100	-	100	100	Equipe
Arco de Serra ajustável com Lâmina	60	44	94	66	60	Equipe
Binóculo	131	150	180	154	150	Equipe
Bolsa para Ferramentas	42	104	56	67	56	Eletricista
Capacete de Segurança na Cor Azul	53	42	53	49	53	Por membro da equipe
Chave Allen 1,5x6mm	70	25	119	71	70	Eletricista
Chave Inglesa 10" Reajustável	25	40	-	32	25	Eletricista
Chave de Fenda 5/16 x 12	12	12	-	12	12	Eletricista
Chave de Fenda 1/4 x 8	8	11	-	10	8	Eletricista
Chave de Fenda 3/8 x 12	26	29	23	26	26	Eletricista
Compressor para pintura	499	429	375	434	429	Base
Cinto de Segurança Paraquedista	187	120	140	149	140	Eletricista
Decapador Manual	29	49	39	39	39	Eletricista
Escada Extensiva de Fibra	660	832	675	722	675	Equipe
Escada de Madeira	120	244	-	182	120	Equipe
Furadeira Elétrica de Impacto	350	350	350	350	350	Equipe
Lanterna com 04 Pilhas	15	15	15	15	15	Eletricista
Luxímetro	260	260	260	260	260	Base
Marreta 250g	90	90	90	90	90	Equipe
Marreta 500g	180	180	180	180	180	Equipe
Martelete Elétrico	650	650	650	650	650	Base
Martelete de Impacto	900	900	900	900	900	Base
Multímetro	264	264	264	264	264	Equipe
Talhadeira aço 200x19mm	44	44	44	44	44	Eletricista
Tesourão para cortar cabos	88	88	88	88	88	Eletricista
Testador de Conectividade	165	165	165	165	165	Eletricista
Trena de Roda	150	150	150	150	150	Equipe

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Tabela 49 - Ferramentas e Orçamentos Recebidos (R\$) – Vida Útil 6 meses

Item	Orçamento 1	Orçamento 2	Orçamento 3	Média	Mediana	Base Cálculo
Cadeado 45mm Diam 8mm	31	29	64	701	31	Por Eletricista
Caixa para Primeiros Socorros (Completa)	745	-	-	745	-	Base
Cone de Sinalização	800	299	515	4842	515	Equipe
Escova de Aço	18	12	10	121	12	Equipe
Fardamenta Padronizada da Empresa	216	300	189	4699	216	Por membro da equipe
Fita Isolante PVC	19	17	-	309	17	Eletricista
Fita Isolante Auto-Fusão	17	19	26	347	19	Eletricista
Lamina serra rígida	55	55	68	535	55	Equipe
Luva de Vaqueta	20	21	23	360	21	Eletricista
Luva de Borracha com isolamento para 1.000 V	199	224	208	3578	208	Eletricista
Óculos de segurança com lente colorida	8	16	5	162	8	Eletricista
Prancheta de Mão	4	5	4	70	4	Eletricista
Protetor auricular	4	1	13	99	4	Eletricista

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

### 13.6.3 Veículos

Foram consideradas duas classes de veículos para o projeto, sendo elas a de veículos operacionais e administrativos. Os veículos administrativos são fixos em todos os cenários de investimentos enquanto que os veículos operacionais variam em função do tempo de modernização e das equipes alocadas para esta atividade.

Tabela 50 - Quantidade de Caminhões e Veículos por Cenário

Veículo	Valor Considerado (R\$)	Quantidades de Veículos por Cenário		
		Cenário 01	Cenário 02	Cenário 03
Caminhão com Cesto 20m	318.300	2	2	2
Caminhão com Cesto 14m	153.333	2	2	2
Veículo Leve Administração	65.000	1	1	1
Veículo Leve Operacional	75.000	1	1	1
Pick Up Operacional	85.000	1	1	1
Motocicleta	18.000	1	1	1

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

O projeto prevê o uso de um caminhão Munck em todos os cenários por meio de locação do veículo. Dessa forma, seu custo foi tratado como OPEX. A seguir, apresentam-se os orçamentos levantados

pelo Consórcio para os veículos.

Tabela 51 - Orçamentos de Caminhões e Veículos (R\$)

Item	Orçamento 1	Orçamento 2	Orçamento 3	Média	Mediana
Caminhão com Cesto 20m	299.900	345.000	310.000	318.300	310.000
Caminhão com Cesto 14m	170.000	145.000	145.000	153.333	145.000
Veículo Leve Administração	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000
Veículo Leve Operacional	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000
Pick Up Operacional	85.000	85.000	85.000	85.000	85.000
Motocicleta	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Os veículos administrativos (veículos leves) consideram uma vida útil equivalente a 5 anos. Já os veículos operacionais (caminhões), sua vida útil foi estimada em 10 anos. Complementar ao custo de aquisição dos veículos, estimaram-se outros custos com a frota, sendo um deles o valor de locação do caminhão Munck e os custos anuais com consumo e manutenção dos veículos próprios.

O custo de aluguel do caminhão Munck é apresentado na seção 13.7.9 – Outras Despesas Operacionais.

### 13.7 Custos e Despesas Operacionais da PPP

Os Custos Operacionais (OPEX) referem-se aos itens relacionados à manutenção dos bens tangíveis, como os custos de energia elétrica da sede da SPE, locação de espaço físico etc. É importante mencionar que, para fins de projeção, são consideradas as medias das cotações e/ou orçamentos apurados, sempre que disponíveis.

#### 13.7.1 Manutenção dos Pontos de Luz

Como custo de operação e manutenção do parque de IP, foi adotado o valor de R\$ 1,74/mês por ponto não-modernizado, equivalente aos gastos com equipamentos de iluminação para manutenção vigentes no atual contrato e estimados em 65% do valor unitário do serviço. O valor adotado tem como base contratos municipais de manutenção de rede de IP firmados no país.

Para os pontos modernizados, foi considerada uma taxa de falha equivalente a 0,3%<sup>22</sup> do parque de IP ao mês.

<sup>22</sup> Para fins de dimensionamento das equipes de operação e manutenção foi adotado uma taxa de falha global do sistema de 1,5% ao mês.

Tabela 52 - Taxa de falha geral do sistema de IP

EQUIPAMENTO	TX DE FALHA (mês)	SISTEMA LED		SISTEMA CONVENCIONAL	
LED	0,085%	X	0,085%		0,000%
LÂMPADA VS	2,000%		0,000%	X	2,000%
REATOR	1,000%		0,000%	X	1,000%
RELÉ	2,000%		0,000%	X	2,000%
RELÉ/TG	0,080%	X	0,080%		0,000%
CONEXÃO	0,050%	X	0,050%	X	0,050%
VANDALISMO	0,030%	X	0,030%	X	0,030%
<i>TOTAL</i>			0,245%		5,080%
<b>ADOTADO</b>			<b>0,30%</b>		<b>5,00%</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Aplicando a taxa de falha aos componentes do sistema de IP apresentados na tabela acima, encontramos os custos de Manutenção e Operação por ponto de LED implantando<sup>23</sup>, em função da porcentagem de telegestão instalada conforme cenário.

Tabela 53– Custo Operação e Manutenção

	Cenário 1 (R\$)	Cenário 2 (R\$)	Cenário 3 (R\$)
Custo de Operação e Manutenção por ponto/mês	0,30	0,39	0,68

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Os valores atribuídos aos materiais são os valores médios obtidos por tipo e equipamento estimados na PPP.

O percentual do vandalismo foi aplicado apenas no dimensionamento quantitativo das luminárias e relé/telegestão a serem adquiridos para reposição.

A cobertura da garantia das luminárias foi estimada com base a consulta a diversos fabricantes e representa 70% das luminárias que apresentem problemas, ou seja, 30% estão fora da cobertura da garantia. Este valor foi atribuído no dimensionamento do quantitativo das luminárias a serem adquiridas para reposição.

Como custo de descarte de materiais do parque atual é considerado o valor de R\$ 13,73 por ponto modificado/descartado.

<sup>23</sup> Valores considerados nas luminárias LED instaladas no atual contrato e na PPP

### 13.7.2 Telegestão

*Custos Operacionais:* O custo de operação da Telegestão foi estimado em R\$0,90/ponto/mês, com base em cotação realizada com fornecedor, enviada junto deste Relatório.

### 13.7.3 Despesas Administrativas

*Escritório Administrativo:* Corresponde ao valor de locação do imóvel utilizado como escritório e local físico das operações de controle da concessionária, com valor estimado de R\$7 mil/mês durante o período da PPP. A estimativa dos valores foi realizada com base em pesquisa de preços de fontes distintas, considerando a mediana apurada. A pesquisa de preços de locação consta documentada nos anexos a este relatório em que são apresentados todos os documentos de cotações/orçamentos solicitados e recebidos.

*Despesas Administrativas:* Contemplam as despesas com a infraestrutura básica do imóvel, como comunicação móvel, despesas com água e luz, linha telefônica e internet, apresentadas em detalhes na tabela a seguir.

Tabela 54- Premissas-Base para Despesas Administrativas e com CCO

Item	Custo de Manutenção Médio por Mês (R\$)
Aluguel Imóvel e condomínio	7.000
Telefone	800
Internet e Links	700
Correio, Malote e Despacho	250
Multas Fiscais, Outros Impostos e Taxas	-
Contribuição Sindical	-
Materiais de Escritório e Informática	1.500
Materiais de copa e alimentação	500
Manutenção Administrativa	800
Água e Energia	2.100
Documentações de Registro (Crea)	1.000
Despesas Diversas	800
Fundo Fixo	-
Entidades de classe	367

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

### 13.7.4 Custos e Despesas Pré-Operacionais da PPP

A constituição de Sociedade de Propósito Específico (SPE) é um item mandatório contratual para o concessionário da PPP de IP de Toledo. Para isso, são incorridos dispêndios que o concessionário deverá arcar no início da vigência contratual para preparar a operação. Os custos relacionados foram estimados em R\$3,068 milhões, os quais estão detalhados na tabela a seguir:

Tabela 55- Custos relacionados à SPE

SPE	R\$ (mil)
Reembolso de Estudos	2.467
Constituição da SPE	250
Remuneração do Fundo de Apoio à Estruturação de Projetos de Concessão e PPP - FEP	246,7
Manutenção do Fundo de Apoio à Estruturação de Projetos de Concessão e PPP - FEP	104

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

### 13.7.5 Despesas Operacionais com Terceiros

A contratação do Verificador Independente e a Criação da Conta Vinculada, itens mandatórios contratuais para o concessionário da PPP de IP de Toledo. Para isso, são incorridos dispêndios que o concessionário deverá arcar no durante a vigência contratual para viabilizar a operação. Os custos relacionados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 56– Despesas Operacionais com terceiros

Despesa	Driver	Valores
Custo Verificador Independente	R\$/mês	36.258
Conta Vinculada	R\$/mês	3.201
Conta Garantia	R\$/mês	3.201

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

### 13.7.6 Despesas com a gestão da SPE

Apresentamos as informações sobre as despesas com pessoal para a gestão da SPE, necessários para a supervisão e coordenação dos serviços a serem realizados no parque de IP, conforme tabela a seguir:

Tabela 57 - Despesas com a gestão da SPE

Equipes	Driver	Valores
Diretoria	R\$ / mês	26.588
Viagens	R\$ / mês	417

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

### 13.7.7 Despesas com pessoal

De maneira complementar à tabela anterior, são apresentadas as informações sobre as despesas com pessoal das equipes necessárias para a modernização e para a operação do parque de IP, assim como a classificação da equipe por tipo, conforme tabela a seguir:

Tabela 58 – Despesas com Pessoal

Equipes	Driver	Valores
Equipe Pesada	R\$/mês	-
Equipe Leve	R\$/mês	20.837
Equipe Suporte Técnico	R\$/mês	27.973
Equipe Administrativa	R\$/mês	19.881
Equipe Call - Center	R\$/mês	6.486
Equipe Cadastro	R\$/mês	-
Equipe Plano de Iluminação Urbana	R\$/mês	-
Equipe Contadores de Tráfego	R\$/mês	-
Alimentação	R\$/mês	7.744
Vale Transporte	R\$/mês	6.336

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

### 13.7.8 Despesas com pessoal – Capacitação

Ainda, complementando a tabela anterior, são apresentadas as informações sobre as despesas com pessoal para treinamento das equipes necessárias para a modernização e para a operação do parque de IP.

Também, apresentamos as informações das despesas com a capacitação dos agentes públicos envolvidos na PPP de IP de Toledo por meio do Fundo FEP, por meio da Secretaria Especial do Programa de Parcerias de Investimentos – SPPI, conforme tabela a seguir:

Tabela 59 – Despesas com Pessoal Capacitação

Despesa	Driver	Valores
Capacitação SPPI	R\$/mês	6.667 <sup>24</sup>
Treinamentos e Capacitações diversas	R\$/mês	1.017

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

<sup>24</sup> Valor anual previsto R\$ 80.000,00

### 13.7.9 Outras Despesas Operacionais

Os custos anuais necessários para manter a frota de veículos foram estimados com base nos coeficientes de consumo, aplicáveis sobre o valor estimado para cada insumo orçado, inclusive o aluguel do caminhão Munk. Os orçamentos seguem também demonstrados nas tabelas abaixo.

Tabela 60 - Coeficientes de consumo de veículos

Coeficientes para Estimação de Despesas	Caminhão Munk	Caminhão com Cesto 22m	Caminhão com Cesto 14m	Veículo Leve Administração	Veículo Leve Operacional	Pick Up Operacional	Motocicleta
Peças e mat. Oficina	0,00000117	0,0000012	0,0000012	0,0000013	0,0000013	0,0000013	0,0000013
Oficina (Mão-de-Obra)	0,0000693	0,0000693	0,0000693	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002
Pneus e Câmaras	0,00001818	0,0000182	0,0000182	0,0000222	0,0000222	0,0000222	0,0000222
Combustível	0,326	0,326	0,326	0,1	0,1	0,167	0,1
Óleo Carter	0,0041	0,0041	0,0041	0,0017	0,0017	0,0017	0
Óleo Câmbio	0,000445	0,000445	0,000445	0,00041	0,00041	0,00041	0,00041
Lavagem	0,0003333	0,0003333	0,0003333	0,0003333	0,0003333	0,0003333	0,0003333

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Tabela 61 - Orçamentos de itens para manutenção dos veículos (R\$)

Item	Orçamento 1
Pneus de Caminhão	5.000
Pneus de Pick-up	2.600
Óleo Diesel	4
Gasolina	5
Óleo Carter	36
Lavagem caminhão	180
Lavagem pick-up	60
Lavagem veículo leve/médio	45
Óleo de cambio	45
Óleo Guindauto	45
Pneus veículo leve/médio	900
Oficina - Mão-de-Obra	2.500
Pneus motocicleta	450

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Assim, as despesas relacionadas aos veículos e ferramentas de curta duração são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 62– Outras Despesas Operacionais

Despesa	Driver	Valores
Ferramentas curta duração (6 meses) <sup>25</sup>	R\$ /mês	1.036
Veículos	R\$/mês	12.561
Aluguel Caminhão Munck	R\$/mês	5.000

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

#### 13.7.10 Despesas Operacionais Consolidado – OPEX CONSOLIDADO

O OPEX consolidado será apresentado no capítulo 14, a seguir, tendo em vista que o seu valor varia conforme o cenário.

<sup>25</sup> Ver tabela 49

## 14. CENÁRIOS DE INVESTIMENTO PROPOSTOS E OPEX CONSOLIDADO

De modo a subsidiar a melhor escolha pela PMT para a definição do projeto, foram elaborados 3 distintos cenários de investimento, sendo eles:

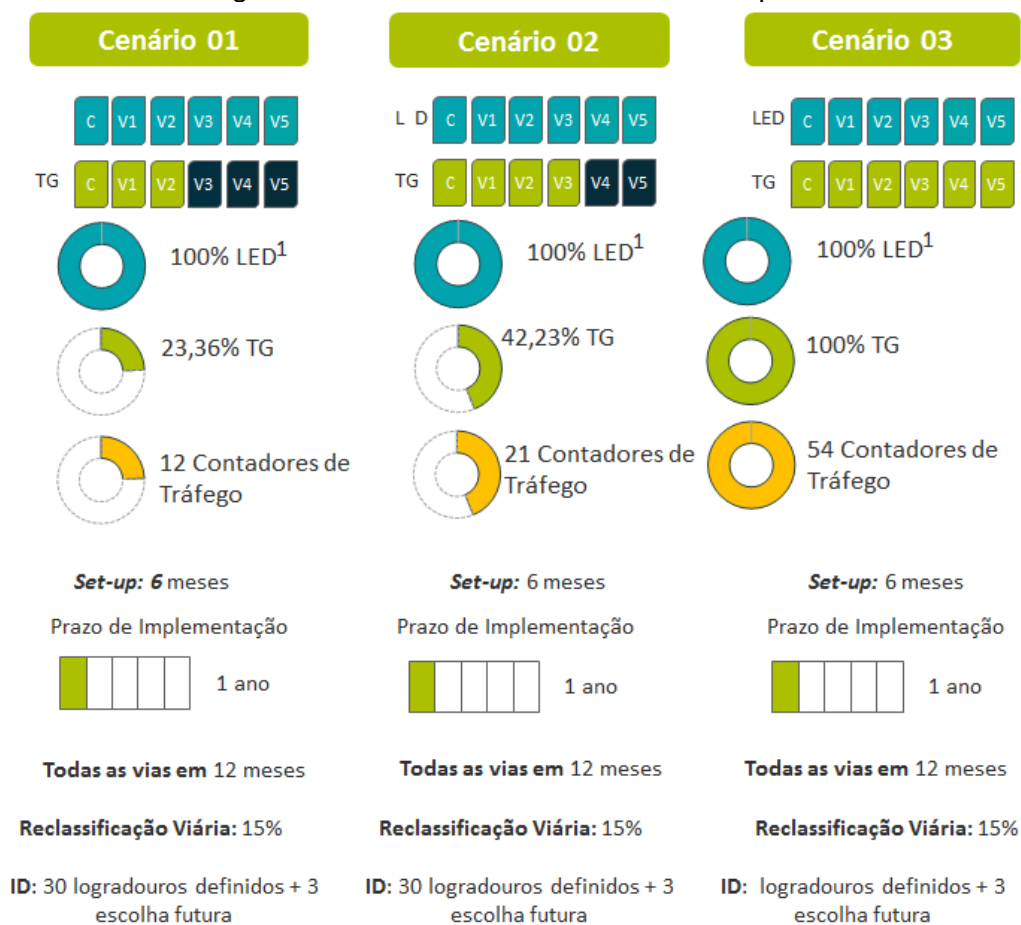
- **Cenário 01** – Mínimo
- **Cenário 02** – Otimizado
- **Cenário 03** – 100% LED e Telegestão em 18 meses (1,5 anos)

Para todos os cenários supracitados, o dimensionamento de pontos proposto é igual e dá-se conforme apresentado anteriormente neste relatório.

Em todos os cenários de investimento apresentados a seguir, está previsto um período inicial de 6 meses para a estruturação e assunção da operação do parque atual pela futura SPE.

Adicionalmente à base comum apresentada no capítulo 8 deste relatório, os cenários propostos diferenciam-se tanto pelo tempo necessário para a execução do ciclo inicial de investimentos como pelo percentual de telegestão a ser implementado, conforme figura a seguir:

Figura 26 - Cenários de Investimentos Propostos



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO<sup>26</sup>

<sup>26</sup> TG => telegestão; ID => iluminação de destaque; 1 => considerando aproveitamento das luminárias LED existentes

Assim sendo, os itens subsequentes deste capítulo discorrem sobre as especificidades técnicas de cada um desses cenários para o CAPEX e OPEX.

### 14.1 Cenário 01 - Mínimo

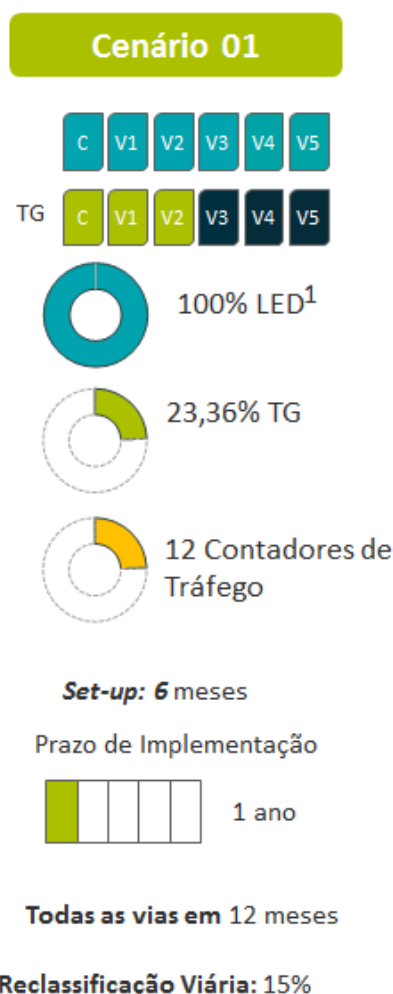
O Cenário 1 é considerado o cenário mínimo do projeto por ser o mais restritivo dentre todos os cenários projetados para o município de Toledo, uma vez que sua configuração é a que exige menor nível de investimentos e intervenções para ser atendida.

A previsão é de que, neste cenário, todas as vias V1, V2, V3, V4 e V5 tenham iluminação de LED em até 1,5 anos, o que corresponde a 100% do parque de IP de Toledo.

Quanto à tecnologia de telegestão, esta será instalada em 23,36% dos pontos de IP, nas vias classificadas como V1 e V2 e trechos de vias onde se situam as centralidades, permanecendo constante nesse nível até o término de vigência do contrato. Os Neste cenário, portanto, as vias dos tipos V3, V4 e V5 não serão monitoradas por telegestão em nenhum momento da PPP.

Quanto aos contadores de tráfego, instalados nas vias V2, a quantidade instalada é de 12.

Figura 27 - Características Técnicas - Cenário 01



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

A tabela apresentada a seguir apresenta os dados quantitativos e monetários separados por itens de investimentos considerados para o primeiro ciclo de investimento no Cenário 1.

Tabela 63 – Investimentos – Cenário 01

CAPEX - Materiais de Instalação				
Rubrica	% considerado	Unidades	Custo Unitário Médio Materiais	Investimento
Luminárias de IP em LED - Modernização V1	100%	1.371	804	1.102.257
Luminárias de IP em LED - Modernização V2	100%	2.437	609	1.483.586
Luminárias de IP em LED - Modernização V3	100%	2.534	520	1.318.748
Luminárias de IP em LED - Modernização V4	100%	7.557	424	3.205.260
Luminárias de IP em LED - Modernização V5	100%	6.017	414	2.488.342
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V1	100%	215	804	172.856
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V2	100%	405	609	246.554
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V3	100%	516	520	268.538
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V4	100%	1.111	424	471.225
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V5	100%	739	414	305.615
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V1	100%	39	804	31.355
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V2	100%	75	609	45.658
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V3	100%	98	520	51.001
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V4	100%	207	424	87.798
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V5	100%	136	414	56.243
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V1	100%	291	804	233.958
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V2	100%	547	609	333.000
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V3	100%	669	520	348.162
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V4	100%	1.189	424	504.308
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V5	100%	888	414	367.234
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V1	100%	-	804	-
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V2	100%	-	609	-
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V3	100%	-	520	-
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V4	100%	-	424	-
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V5	100%	-	414	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V1	100%	-	-	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V2	100%	-	-	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V3	100%	-	-	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V4	100%	-	-	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V5	100%	-	-	-
Postes IP - Pontos Escuros V1	100%	215	692	148.852
Postes IP - Pontos Escuros V2	100%	405	692	280.396
Postes IP - Pontos Escuros V3	100%	516	692	357.246
Postes IP - Pontos Escuros V4	100%	1.111	692	769.186
Postes IP - Pontos Escuros V5	100%	739	692	511.636

Postes IP - Demanda Reprimida V1	50%	39	692	13.501
Postes IP - Demanda Reprimida V2	50%	75	692	25.963
Postes IP - Demanda Reprimida V3	50%	98	692	33.924
Postes IP - Demanda Reprimida V4	50%	207	692	71.657
Postes IP - Demanda Reprimida V5	50%	136	692	47.079
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V1	50%	-	692	-
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V2	50%	-	692	-
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V3	50%	-	692	-
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V4	50%	-	692	-
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V5	50%	-	692	-
Braços V1	60%	2.292	127	174.736
Braços V2	60%	4.313	127	328.812
Braços V3	60%	5.482	127	417.934
Braços V4	60%	11.532	127	879.171
Braços V5	60%	7.780	127	593.128
Ferragens V1	60%	2.292	39	53.076
Ferragens V2	60%	4.313	39	99.877
Ferragens V3	60%	5.482	39	126.948
Ferragens V4	60%	11.532	39	267.049
Ferragens V5	60%	7.780	39	180.163
Conexões V1	100%	2.292	8	19.161
Conexões V2	100%	4.313	8	36.057
Conexões V3	100%	5.482	8	45.830
Conexões V4	100%	11.532	8	96.408
Conexões V5	100%	7.780	8	65.041
Relés V1	77%	2.292	12	20.859
Relés V2	77%	4.313	12	39.251
Relés V3	77%	5.482	12	49.890
Relés V4	77%	11.532	12	104.949
Relés V5	77%	7.780	12	70.804
Cabos 2,5mm (5m) V1	100%	2.292	4	9.958
Cabos 2,5mm (5m) V2	100%	4.313	4	18.739
Cabos 2,5mm (5m) V3	100%	5.482	4	23.817
Cabos 2,5mm (5m) V4	100%	11.532	4	50.103
Cabos 2,5mm (5m) V5	100%	7.780	4	33.802
Extensao de rede Pontos Escuros	33%	2.986	1.075	1.070.240
Extensao de rede Demanda Reprimida	50%	555	1.075	298.384
Iluminação Faixa Pedestre 100%	0%	-	-	-
Ajustes Vão entre Postes (V1, V2 e V3)	0%	-	-	-
Atualização do Cadastro IP (plaquetas)	100%	31.399	1	23.863
Drone para Ronda Noturna	100%	0	-	-
Caminhão Munck	100%	0	-	-
Caminhão com Cesto 20m	100%	2	318.300	636.600
Caminhão com Cesto 14m	100%	2	153.333	306.667
Veículo Leve Administração	100%	1	65.000	65.000

Veículo Leve Operacional	100%	1	75.000	75.000
Pick Up Operacional	100%	1	85.000	85.000
Motocicleta	100%	1	18.000	18.000
Ferramentas Eletricistas	100%	1	20.031	20.031
Estrutura	100%	1	24.500	24.500
Equipamentos de Informática	100%	1	83.868	83.868
Softwares e Licenças	100%	1	86.130	86.130
Ferramentas de Curta Duração - Equipe CAPEX	100%	1	21.332	21.332
Iluminação de Destaque	100%	1	768.304	768.304
Iluminação de Destaque (reinvestimento 9º ano)	100%	1	768.304	768.304
Telegestão	23%	31.399	242	1.774.358
Contadores de Tráfego	22%	54	56.293	675.515
Videowall 98"	100%	2	38.800	77.600
<b>Total</b>				<b>26.065.396</b>
<b>Total por ponto (31.399)</b>				<b>830,13</b>

Fonte: Consórcio, com base em orçamentos realizados junto a Fabricantes/Fornecedores.

Tabela 64 - Detalhamento CAPEX

CAPEX – Mão de Obra							
Equipe	Total Equipes	Total Funcionários por Equipe Capex	Sal Equipe por Hora	Sal Equipe por Mês	Salários	Encargos	Total CAPEX por Mês (R\$)
Equipe Diretoria SPE	0	0	69	15.126	0	0	0
Equipe Pesada de Manutenção de IP	2	6	40	8.890	17.780	13.474	31.255
Equipe de Leve de Manutenção de IP	2	4	27	5.927	11.854	8.983	20.837
Equipe Suporte Técnico	0	0	72	15.914	0	0	0
Equipe Administrativa	0	0	51	11.310	0	0	0
Equipe Call Center	0	0	17	3.690	0	0	0
Equipe Cadastro	1	3	37	8.245	8.245	6.249	14.494
Equipe Plano de Iluminação Urbana (ID)	1	1	49	10.683	10.683	8.095	18.778
<b>Subtotal 1</b>				<b>79.784</b>	<b>48.562</b>	<b>36.801</b>	<b>85.363</b>
Vale Refeição	R\$/mês						6.776
Vale Transporte	R\$/mês						5.544
<b>Subtotal 2</b>							<b>12.320</b>

<b>TOTAL (mês) R\$</b>							<b>97.683,11</b>
<b>TOTAL (12 meses) R\$</b>							<b>1.172.197,33</b>

Fonte: Consórcio, com base em orçamentos realizados junto a Fabricantes/Fornecedores.

A tabela apresentada a seguir apresenta os dados relativos ao resumo do OPEX para o cenário 1 detalhados no capítulo 13.

Tabela 65 – OPEX Consolidado – Cenário 1

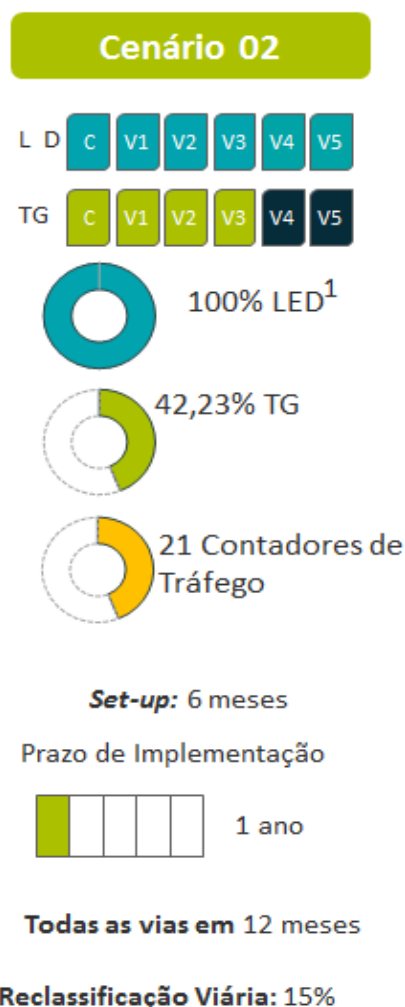
<b>RESUMO OPEX - CONSOLIDADO</b>		
<b>Despesa</b>	<b>Driver</b>	<b>Valores</b>
Despesas Operacionais Externas	R\$/mês	42.660
Custo de Telegestão	R\$/mês	5.807
Custo de Operação e Manutenção - Materiais	R\$/mês	14.010
Despesas Administrativas	R\$/mês	15.750
Despesas com a gestão da SPE	R\$/mês	27.005
Despesas com Pessoal	R\$/mês	89.257
Despesas com Pessoal - Capacitação	R\$/mês	7.683
Outras Despesas Operacionais	R\$/mês	18.598
<b>SUB-TOTAL 1</b>	<b>R\$/mês</b>	<b>220.771</b>
<b>SUB-TOTAL 1</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>2.649.251</b>
Despesas Pré-Operacionais	R\$	3.067.700
	R\$/mês	19.665
<b>SUB-TOTAL 2</b>	<b>R\$/mês</b>	<b>19.665</b>
<b>SUB-TOTAL 2</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>235.977</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ /mês</b>	<b>240.436</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>2.885.228</b>
<b>OPEX POR PONTO PROJETO (24.274)</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>118,86</b>
<b>OPEX POR PONTO ESTIMATIVA FINAL (31.399)</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>91,89</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

## 14.2 Cenário 02 – Otimizado

Consiste em uma versão otimizada do cenário mínimo. Assim, a diferença entre um e outro reside na quantidade de telegestão e contadores e tráfego serem implantados. Neste caso a telegestão será implantada nas vias V1, V2 e V3 e Centralidades. Neste caso o porcentual de telegestão corresponde a 42,23% do parque de IP, e 21 Contadores de Tráfego.

Figura 28 - Características Técnicas - Cenário 02



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

A tabela apresentada a seguir apresenta os dados quantitativos e monetários separados por itens de investimentos considerados para o primeiro ciclo de investimento no Cenário 2

Tabela 66 – Investimentos – Cenário 02

CAPEX - Materiais de Instalação				
Rubrica	% considerado	Unidades	Custo Unitário Médio Materiais	Investimento
Luminárias de IP em LED - Modernização V1	100%	1.371	804	1.102.257
Luminárias de IP em LED - Modernização V2	100%	2.437	609	1.483.586
Luminárias de IP em LED - Modernização V3	100%	2.534	520	1.318.748
Luminárias de IP em LED - Modernização V4	100%	7.557	424	3.205.260
Luminárias de IP em LED - Modernização V5	100%	6.017	414	2.488.342
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V1	100%	215	804	172.856
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V2	100%	405	609	246.554
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V3	100%	516	520	268.538

Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V4	100%	1.111	424	471.225
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V5	100%	739	414	305.615
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V1	100%	39	804	31.355
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V2	100%	75	609	45.658
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V3	100%	98	520	51.001
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V4	100%	207	424	87.798
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V5	100%	136	414	56.243
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V1	100%	291	804	233.958
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V2	100%	547	609	333.000
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V3	100%	669	520	348.162
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V4	100%	1.189	424	504.308
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V5	100%	888	414	367.234
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V1	100%	-	804	-
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V2	100%	-	609	-
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V3	100%	-	520	-
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V4	100%	-	424	-
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V5	100%	-	414	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V1	100%	-	-	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V2	100%	-	-	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V3	100%	-	-	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V4	100%	-	-	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V5	100%	-	-	-
Postes IP - Pontos Escuros V1	100%	215	692	148.852
Postes IP - Pontos Escuros V2	100%	405	692	280.396
Postes IP - Pontos Escuros V3	100%	516	692	357.246
Postes IP - Pontos Escuros V4	100%	1.111	692	769.186
Postes IP - Pontos Escuros V5	100%	739	692	511.636
Postes IP - Demanda Reprimida V1	50%	39	692	13.501
Postes IP - Demanda Reprimida V2	50%	75	692	25.963
Postes IP - Demanda Reprimida V3	50%	98	692	33.924
Postes IP - Demanda Reprimida V4	50%	207	692	71.657
Postes IP - Demanda Reprimida V5	50%	136	692	47.079
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V1	50%	-	692	-
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V2	50%	-	692	-
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V3	50%	-	692	-
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V4	50%	-	692	-
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V5	50%	-	692	-
Braços V1	60%	2.292	127	174.736
Braços V2	60%	4.313	127	328.812
Braços V3	60%	5.482	127	417.934
Braços V4	60%	11.532	127	879.171
Braços V5	60%	7.780	127	593.128
Ferragens V1	60%	2.292	39	53.076
Ferragens V2	60%	4.313	39	99.877
Ferragens V3	60%	5.482	39	126.948

Ferragens V4	60%	11.532	39	267.049
Ferragens V5	60%	7.780	39	180.163
Conexões V1	100%	2.292	8	19.161
Conexões V2	100%	4.313	8	36.057
Conexões V3	100%	5.482	8	45.830
Conexões V4	100%	11.532	8	96.408
Conexões V5	100%	7.780	8	65.041
Relés V1	58%	2.292	12	15.725
Relés V2	58%	4.313	12	29.590
Relés V3	58%	5.482	12	37.610
Relés V4	58%	11.532	12	79.117
Relés V5	58%	7.780	12	53.376
Cabos 2,5mm (5m) V1	100%	2.292	4	9.958
Cabos 2,5mm (5m) V2	100%	4.313	4	18.739
Cabos 2,5mm (5m) V3	100%	5.482	4	23.817
Cabos 2,5mm (5m) V4	100%	11.532	4	50.103
Cabos 2,5mm (5m) V5	100%	7.780	4	33.802
Extensao de rede Pontos Escuros	33%	2.986	1.075	1.070.240
Extensao de rede Demanda Reprimida	50%	555	1.075	298.384
Iluminação Faixa Pedestre 100%	0%	-	-	-
Ajustes Vão entre Postes (V1, V2 e V3)	0%	-	-	-
Atualização do Cadastro IP (plaquetas)	100%	31.399	1	23.863
Drone para Ronda Noturna	100%	0	-	-
Caminhão Munck	100%	0	-	-
Caminhão com Cesto 20m	100%	2	318.300	636.600
Caminhão com Cesto 14m	100%	2	153.333	306.667
Veículo Leve Administração	100%	1	65.000	65.000
Veículo Leve Operacional	100%	1	75.000	75.000
Pick Up Operacional	100%	1	85.000	85.000
Motocicleta	100%	1	18.000	18.000
Ferramentas Eletricistas	100%	1	20.031	20.031
Estrutura	100%	1	24.500	24.500
Equipamentos de Informática	100%	1	83.868	83.868
Softwares e Licenças	100%	1	86.130	86.130
Ferramentas de Curta Duração - Equipe CAPEX	100%	1	21.332	21.332
Iluminação de Destaque	100%	1	768.304	768.304
Iluminação de Destaque (reinvestimento 9º ano)	100%	1	768.304	768.304
Telegestão	42%	31.399	242	3.207.049
Contadores de Tráfego	40%	54	56.293	1.238.445
Videowall 98"	100%	2	38.800	77.600
<b>Total</b>				<b>27.990.680</b>
<b>Total por ponto (31.399)</b>				<b>891,45</b>

Fonte: Consórcio, com base em orçamentos realizados junto a Fabricantes/Fornecedores.

Tabela 67 - Detalhamento Equipe CAPEX

CAPEX – Mão de Obra							
Equipe	Total Equipes	Total Funcionários por Equipe Capex	Sal Equipe por Hora	Sal Equipe por Mês	Salários	Encargos	Total CAPEX por Mês (R\$)
Equipe Diretoria SPE	0	0	69	15.126	0	0	0
Equipe Pesada de Manutenção de IP	2	6	40	8.890	17.780	13.474	31.255
Equipe de Leve de Manutenção de IP	2	4	27	5.927	11.854	8.983	20.837
Equipe Suporte Técnico	0	0	72	15.914	0	0	0
Equipe Administrativa	0	0	51	11.310	0	0	0
Equipe Call Center	0	0	17	3.690	0	0	0
Equipe Cadastro	1	3	37	8.245	8.245	6.249	14.494
Equipe Plano de Iluminação Urbana (ID)	1	1	49	10.683	10.683	8.095	18.778
<b>Subtotal 1</b>				<b>79.784</b>	<b>48.562</b>	<b>36.801</b>	<b>85.363</b>
Vale Refeição	R\$/mês						6.776
Vale Transporte	R\$/mês						5.544
<b>Subtotal 2</b>							<b>12.320</b>
<b>TOTAL (mês) R\$</b>							<b>97.683,11</b>
<b>TOTAL (12 meses) R\$</b>							<b>1.172.197,33</b>

Fonte: Consórcio, com base em orçamentos realizados junto a Fabricantes/Fornecedores.

A tabela apresentada a seguir apresenta os dados relativos ao resumo do OPEX para o cenário 2 detalhados no capítulo 13.

Tabela 68 – OPEX Consolidado – Cenário 2

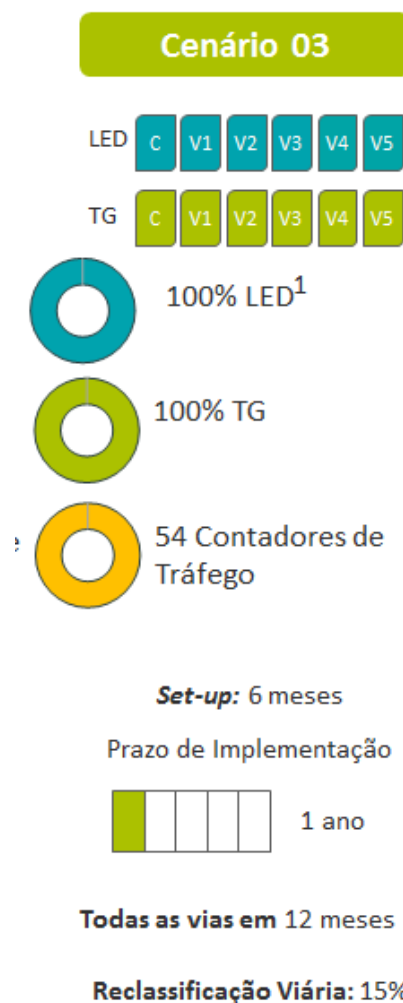
<b>RESUMO OPEX - CONSOLIDADO</b>		
<b>Despesa</b>	<b>Driver</b>	<b>Valores</b>
Despesas Operacionais Externas	R\$/mês	42.660
Custo de Telegestão	R\$/mês	10.496
Custo de Operação e Manutenção - Materiais	R\$/mês	16.580
Despesas Administrativas	R\$/mês	15.750
Despesas com a gestão da SPE	R\$/mês	27.005
Despesas com Pessoal	R\$/mês	89.257
Despesas com Pessoal - Capacitação	R\$/mês	7.683
Outras Despesas Operacionais	R\$/mês	18.598
<b>SUB-TOTAL 1</b>	<b>R\$/mês</b>	<b>228.029</b>
<b>SUB-TOTAL 1</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>2.736.347</b>
Despesas Pré-Operacionais	R\$	3.067.700
	R\$/mês	19.665
<b>SUB-TOTAL 2</b>	<b>R\$/mês</b>	<b>19.665</b>
<b>SUB-TOTAL 2</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>235.977</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ /mês</b>	<b>247.694</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>2.972.324</b>
<b>OPEX POR PONTO PROJETO (24.274)</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>122,45</b>
<b>OPEX POR PONTO ESTIMATIVA FINAL (31.399)</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>94,66</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

### 14.3 Cenário 03 – 100% LED e 100% Telegestão

O Cenário 3, por sua vez, considera que a substituição das lâmpadas atuais será completada em até 1,5 anos após iniciada a PPP. O cenário 3 prevê que 100% do parque de IP será monitorado via telegestão e que 100%.

Figura 29 - Características Técnicas - Cenário 03



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

A tabela apresentada a seguir apresenta os dados quantitativos e monetários separados por itens de investimentos considerados para o primeiro ciclo de investimento no Cenário 3.

Tabela 69 – Investimentos – Cenário 03

CAPEX - Materiais de Instalação				
Rubrica	% considerado	Unidades	Custo Unitário Médio Materiais	Investimento
Luminárias de IP em LED - Modernização V1	100%	1.371	804	1.102.257
Luminárias de IP em LED - Modernização V2	100%	2.437	609	1.483.586
Luminárias de IP em LED - Modernização V3	100%	2.534	520	1.318.748
Luminárias de IP em LED - Modernização V4	100%	7.557	424	3.205.260
Luminárias de IP em LED - Modernização V5	100%	6.017	414	2.488.342
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V1	100%	215	804	172.856
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V2	100%	405	609	246.554
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V3	100%	516	520	268.538

Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V4	100%	1.111	424	471.225
Luminárias de IP em LED - Pontos Escuros V5	100%	739	414	305.615
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V1	100%	39	804	31.355
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V2	100%	75	609	45.658
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V3	100%	98	520	51.001
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V4	100%	207	424	87.798
Luminárias de IP em LED - Demanda Reprimida V5	100%	136	414	56.243
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V1	100%	291	804	233.958
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V2	100%	547	609	333.000
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V3	100%	669	520	348.162
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V4	100%	1.189	424	504.308
Luminárias de IP em LED - Crescimento Vegetativo V5	100%	888	414	367.234
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V1	100%	-	804	-
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V2	100%	-	609	-
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V3	100%	-	520	-
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V4	100%	-	424	-
Luminárias de IP em LED - Expansão/reconfiguração viária V5	100%	-	414	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V1	100%	-	-	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V2	100%	-	-	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V3	100%	-	-	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V4	100%	-	-	-
Luminárias de IP em LED - Novas Áreas V5	100%	-	-	-
Postes IP - Pontos Escuros V1	100%	215	692	148.852
Postes IP - Pontos Escuros V2	100%	405	692	280.396
Postes IP - Pontos Escuros V3	100%	516	692	357.246
Postes IP - Pontos Escuros V4	100%	1.111	692	769.186
Postes IP - Pontos Escuros V5	100%	739	692	511.636
Postes IP - Demanda Reprimida V1	50%	39	692	13.501
Postes IP - Demanda Reprimida V2	50%	75	692	25.963
Postes IP - Demanda Reprimida V3	50%	98	692	33.924
Postes IP - Demanda Reprimida V4	50%	207	692	71.657
Postes IP - Demanda Reprimida V5	50%	136	692	47.079
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V1	50%	-	692	-
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V2	50%	-	692	-
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V3	50%	-	692	-
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V4	50%	-	692	-
Postes IP - Expansão/reconfiguração viária V5	50%	-	692	-
Braços V1	60%	2.292	127	174.736
Braços V2	60%	4.313	127	328.812
Braços V3	60%	5.482	127	417.934
Braços V4	60%	11.532	127	879.171
Braços V5	60%	7.780	127	593.128
Ferragens V1	60%	2.292	39	53.076
Ferragens V2	60%	4.313	39	99.877
Ferragens V3	60%	5.482	39	126.948

Ferragens V4	60%	11.532	39	267.049
Ferragens V5	60%	7.780	39	180.163
Conexões V1	100%	2.292	8	19.161
Conexões V2	100%	4.313	8	36.057
Conexões V3	100%	5.482	8	45.830
Conexões V4	100%	11.532	8	96.408
Conexões V5	100%	7.780	8	65.041
Relés V1	0%	2.292	12	-
Relés V2	0%	4.313	12	-
Relés V3	0%	5.482	12	-
Relés V4	0%	11.532	12	-
Relés V5	0%	7.780	12	-
Cabos 2,5mm (5m) V1	100%	2.292	4	9.958
Cabos 2,5mm (5m) V2	100%	4.313	4	18.739
Cabos 2,5mm (5m) V3	100%	5.482	4	23.817
Cabos 2,5mm (5m) V4	100%	11.532	4	50.103
Cabos 2,5mm (5m) V5	100%	7.780	4	33.802
Extensao de rede Pontos Escuros	33%	2.986	1.075	1.070.240
Extensao de rede Demanda Reprimida	50%	555	1.075	298.384
Iluminação Faixa Pedestre 100%	0%	-	-	-
Ajustes Vão entre Postes (V1, V2 e V3)	0%	-	-	-
Atualização do Cadastro IP (plaquetas)	100%	31.399	1	23.863
Drone para Ronda Noturna	100%	0	-	-
Caminhão Munck	100%	0	-	-
Caminhão com Cesto 20m	100%	2	318.300	636.600
Caminhão com Cesto 14m	100%	2	153.333	306.667
Veículo Leve Administração	100%	1	65.000	65.000
Veículo Leve Operacional	100%	1	75.000	75.000
Pick Up Operacional	100%	1	85.000	85.000
Motocicleta	100%	1	18.000	18.000
Ferramentas Eletricistas	100%	1	20.031	20.031
Estrutura	100%	1	24.500	24.500
Equipamentos de Informática	100%	1	83.868	83.868
Softwares e Licenças	100%	1	86.130	86.130
Ferramentas de Curta Duração - Equipe CAPEX	100%	1	21.332	21.332
Iluminação de Destaque	100%	1	768.304	768.304
Iluminação de Destaque (reinvestimento 9º ano)	100%	1	768.304	768.304
Telegestão	100%	31.399	242	7.594.917
Contadores de Tráfego	100%	54	56.293	3.039.819
Videowall 98"	100%	2	38.800	77.600
<b>Total</b>				<b>33.964.505</b>
<b>Total por ponto (31.399)</b>				<b>1.081,71</b>

Fonte: Consórcio, com base em orçamentos realizados junto a Fabricantes/Fornecedores.

Tabela 70 - Detalhamento Equipe CAPEX

CAPEX – Mão de Obra							
Equipe	Total Equipes	Total Funcionários por Equipe Capex	Sal Equipe por Hora	Sal Equipe por Mês	Salários	Encargos	Total CAPEX por Mês (R\$)
Equipe Diretoria SPE	0	0	69	15.126	0	0	0
Equipe Pesada de Manutenção de IP	2	6	40	8.890	17.780	13.474	31.255
Equipe de Leve de Manutenção de IP	2	4	27	5.927	11.854	8.983	20.837
Equipe Suporte Técnico	0	0	72	15.914	0	0	0
Equipe Administrativa	0	0	51	11.310	0	0	0
Equipe Call Center	0	0	17	3.690	0	0	0
Equipe Cadastro	1	3	37	8.245	8.245	6.249	14.494
Equipe Plano de Iluminação Urbana (ID)	1	1	49	10.683	10.683	8.095	18.778
<b>Subtotal 1</b>				<b>79.784</b>	<b>48.562</b>	<b>36.801</b>	<b>85.363</b>
Vale Refeição	R\$/mês						6.776
Vale Transporte	R\$/mês						5.544
<b>Subtotal 2</b>							<b>12.320</b>
<b>TOTAL (mês) R\$</b>							<b>97.683,11</b>
<b>TOTAL (12 meses) R\$</b>							<b>1.172.197,33</b>

Fonte: Consórcio, com base em orçamentos realizados junto a Fabricantes/Fornecedores.

A tabela apresentada a seguir apresenta os dados relativos ao resumo do OPEX para o cenário 3 detalhados no capítulo 13.

Tabela 71 – OPEX Consolidado – Cenário 3

<b>RESUMO OPEX - CONSOLIDADO</b>		
<b>Despesa</b>	<b>Driver</b>	<b>Valores</b>
Despesas Operacionais Externas	R\$/mês	42.660
Custo de Telegestão	R\$/mês	24.857
Custo de Operação e Manutenção - Materiais	R\$/mês	24.448
Despesas Administrativas	R\$/mês	15.750
Despesas com a gestão da SPE	R\$/mês	27.005
Despesas com Pessoal	R\$/mês	89.257
Despesas com Pessoal - Capacitação	R\$/mês	7.683
Outras Despesas Operacionais	R\$/mês	18.598
<b>SUB-TOTAL 1</b>	<b>R\$/mês</b>	<b>250.258</b>
<b>SUB-TOTAL 1</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>3.003.095</b>
Despesas Pré-Operacionais	R\$	3.067.700
	R\$/mês	19.665
<b>SUB-TOTAL 2</b>	<b>R\$/mês</b>	<b>19.665</b>
<b>SUB-TOTAL 2</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>235.977</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ /mês</b>	<b>269.923</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>3.239.072</b>
<b>OPEX POR PONTO PROJETO (24.274)</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>133,44</b>
<b>OPEX POR PONTO ESTIMATIVA FINAL (31.399)</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>103,16</b>

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

## 15. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto representa uma melhoria expressiva de qualidade de iluminação, com adequação do parque à norma, eficiência energética, melhoria do serviço e valorização urbana.

A figura abaixo resume os principais pontos de melhoria<sup>27</sup>.

Tabela 72 - Pontos de Melhoria

Parque Atual	Parque Modernizado
Parque atualmente não-aderente integralmente às normas (NBR 5101).	Expectativa de atendimento acima de 95%.
Predominância de lâmpadas de vapor de sódio.	100% de LED; adequação das potências.
IRC médio de 30, com aspecto amarelado.	IRC médio $\geq$ 70; cores naturais.
Luminárias com corpo óptico que se torna fosco pela ação do sol e alto índice de partículas sólidas no interior.	Inadequações serão exceções infrequentes.
Grande distância entre postes: pontos escuros frequentes.	Eliminação / grande redução de pontos escuros.
Potência instalada atual: 5.030 kW.	Potência instalada estimada: 1.714kW (Redução de 65,9% em relação ao parque atual).

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

Este cenário 3 (100% LED e 100% Telegestão) foi estabelecido pela PMT considerando os benefícios a longo prazo, conforme destacam-se abaixo:

- Otimização de Custos Operacionais da Cidade e uso eficiente dos recursos do município;
- Melhoria na Segurança Pública com a iluminação Inteligente;
- Melhoria significativa da Mobilidade Urbana;
- Maior transparência do Poder Público junto a sociedade e órgãos de controle;
- Torna a administração pública mais atenta às demandas sociais, já que o planejamento para a melhoria dos serviços leva em consideração aspectos ligados ao meio ambiente e à governabilidade;
- Melhoria na gestão municipal pela integração dos sistemas;
- Melhoria na prestação dos serviços públicos aos munícipes;
- Melhoria na interface entre o poder público e os munícipes.

<sup>27</sup> Foram considerados 90% ou mais de atendimento às normas, e não 100%. Este projeto é dimensionado de forma a buscar o atendimento integral de 100% do parque a toda norma NBR 5.101:2018. Porém, existem fatores externos fora do controle do prestador de serviço e da prefeitura, de forma que alguns trechos de certas vias podem, em certos momentos, não atender integralmente toda a norma 5.101:2018 e demais requisitos do projeto. Assim, um nível de atendimento entre 90% e 100% é considerado sucesso e atende os objetivos pretendidos. Isto será levado em consideração na elaboração do Caderno de Encargos.

## APÊNDICE I – VIDA ÚTIL DO LED

A vida útil especificada das luminárias cotadas para este trabalho encontra-se entre 65.000 e 70.000 horas de operação. Considerando o maior valor (70.000 horas), face a evolução tecnológica e dentro da utilização prevista, é obtido o resultado de operação. A vida útil em questão é a expectativa média de vida até a luminária atingir L70 – isto é, 70% do fluxo luminoso original.

Neste projeto, considerando um horizonte de 13 anos para a concessão, ou seja, estimando a vida útil de 13 anos para as luminárias LED, representa 77% da menor vida útil especificada pelos fabricantes. Isto é prudente, pois a vida útil especificada resulta de extrapolações de medições feitas em laboratório, em condições ideais de funcionamento e de fornecimento de energia. Além disso, assegura ao município uma “sobrevida” à luminária LED após o período da concessão.

Figura 30 – Vida Útil

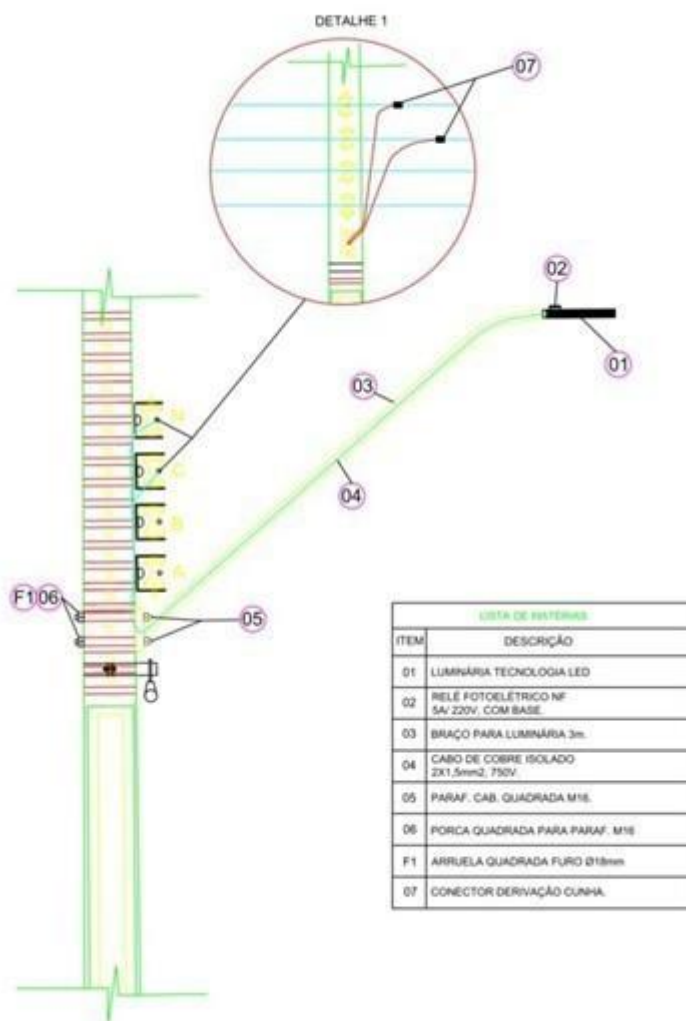
Vida útil LED							
Vida útil	70.000	horas de operação	365	dias	11,42	horas de funcionamento	
	=						
	16,80	anos					
Premissa usada:	13	anos					
	77%	% da vida util especificada					

Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

## APÊNDICE II – MONTAGEM DE LUMINÁRIAS

A figura a seguir ilustra uma instalação de luminária, com a configuração de braço de 3m. Cada ponto pode ter variações, como, por exemplo, tamanho do braço e inclinação.

Figura 31 - Materiais e Montagem – Luminária e Braço Típico



Fonte: Desenvolvimento próprio - Consórcio EGIS-FESPSP-PEZCO

## APÊNDICE III – INSTALAÇÕES DE POSTES

---

## ANEXO I – MAPA DOS ELEMENTOS URBANOS

---

O Anexo da Minuta do Contrato de Concessão, apresenta a delimitação dos elementos urbanos do município.

## ANEXO II – MAPEAMENTO DAS VIAS

---

O Anexo da Minuta do Contrato de Concessão, incluindo seus mapas, contém a relação de todas as vias, classificadas com V1, V2 e V3, conforme reclassificação apresentada neste projeto.

## ANEXO III – ESTUDOS LUMINOTÉCNICOS

---

Os estudos luminotécnicos estão agrupados em um arquivo adicional enviado juntamente com este relatório.

## ANEXO IV – ANEXOS DO CADERNO DE ENCARGOS

---

Os documentos aqui inseridos servirão de base para o Caderno de Encargos a ser consolidado na Etapa 2 do projeto.