

Projeto para Estruturação da PPP de Iluminação Pública São José dos Pinhais/PR Estudos de Engenharia

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

Nota Explicativa

O presente documento integra os Estudos de Viabilidade referentes ao processo de estruturação do projeto de Parceria Público-Privada dos Serviços de Iluminação Pública do Município de São José dos Pinhais/PR, conduzido no âmbito do Credenciamento nº 0641/2022-5688, realizado pela Caixa Econômica Federal, com financiamento do Fundo de Estruturação de Parcerias – FEP.

O processo de estruturação de projetos de PPP possui natureza complexa e demanda execução em múltiplas etapas, frequentemente concomitantes à implementação de políticas públicas, contratações e demais iniciativas por parte da administração pública. Nesse contexto, durante o desenvolvimento dos produtos da Fase 1 – em especial o Produto 1.3.1 (Situação Técnico-Operacional) e o Produto 1.3.2 (Estudos de Engenharia) – a Prefeitura Municipal deu continuidade à substituição das luminárias da rede de iluminação pública, o que resultou em alterações no cenário técnico considerado nos dois produtos.

O Produto de Situação Técnico-Operacional, elaborado em fase inicial do projeto, baseou-se nos cadastros e informações disponíveis à época, refletindo as condições então vigentes. Por sua vez, os Estudos de Engenharia, elaborados posteriormente, incorporaram os avanços decorrentes da substituição em curso, utilizando como referência o inventário mais atualizado da configuração atual do parque de Iluminação Pública. Por essa razão, o leitor poderá identificar eventuais divergências entre os dados apresentados em cada um dos produtos.

Para fins de elaboração do Produto 1.4.4 – Modelagem Econômico-Financeira e definição dos parâmetros de contratação do projeto, bem como dos documentos integrantes da Fase 2 do projeto – incluindo as minutas de Edital, Contrato e respectivos anexos técnicos da modelagem licitatória da PPP – foram adotadas as informações constantes nos Estudos de Engenharia. Adicionalmente, os eventuais riscos relacionados à atualização do cadastro de iluminação pública e ao aproveitamento das luminárias existentes foram analisados e devidamente alocados na Matriz de Riscos do projeto. Aclara-se que esta nota tem por única finalidade contextualizar as diferenças identificadas entre os produtos técnicos que compõem a Fase 1 dos estudos, visando a transparência adotada na estruturação do projeto.

ÍNDICE

1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	15
2	MODERNIZAÇÃO E EFICIENTIZAÇÃO DO PARQUE DE IP.....	17
2.1	Premissas Gerais da Rede de Iluminação Pública	17
2.1.1	<i>Outras Vias (Praças, parques e outros locais)</i>	<i>19</i>
2.1.2	<i>Resultados técnicos para modernização e adequação da iluminação pública em Outras Vias (praças, parques e outros locais)</i>	<i>20</i>
2.2	Software para simulação	22
2.3	Diretrizes Gerais para Modernização e Eficientização	25
2.3.1	<i>Portaria INMETRO.....</i>	<i>25</i>
2.3.2	<i>Selo PROCEL</i>	<i>26</i>
2.3.3	<i>Índice de Reprodução de Cores (IRC).....</i>	<i>26</i>
2.3.4	<i>Temperatura de Cor Correlata (TCC).....</i>	<i>27</i>
2.3.5	<i>Poluição Luminosa</i>	<i>28</i>
2.3.6	<i>Informações obtidas no trabalho de campo</i>	<i>30</i>
2.3.7	<i>Curvas Fotométricas</i>	<i>32</i>
2.3.8	<i>Norma ABNT NBR 5101.....</i>	<i>32</i>
2.4	Resultados das Simulações Luminotécnicas.....	33
2.4.1	<i>Simulações</i>	<i>34</i>
2.4.2	<i>Premissas para Parâmetros de Montagem</i>	<i>36</i>
2.4.3	<i>Resultados das Simulações.....</i>	<i>38</i>
2.4.4	<i>Redução das Emissões de CO₂.....</i>	<i>44</i>
2.5	Extrapolção das soluções luminotécnicas	47

2.5.1	Análise dos LEDs mantidos e substituídos	48
2.5.2	Alterações estruturais na montagem da luminária	55
2.5.3	Correção de pontos escuros (CPE)	57
2.5.4	Resultados da correlação entre inventário e amostra inspecionada	58
2.6	Ciclovias e Ciclofaixas	63
2.6.1	Requisitos de Iluminação para Ciclovias e Ciclofaixas	63
2.6.2	Estudo Referencial para Ciclovias	64
2.7	Faixa de Pedestre	68
2.6.3	Requisitos de Iluminação para Faixa de Pedestres	69
2.6.4	Estudo Referencial para Faixas de Pedestres – Vias V1, V2 e V3	70
2.8	Pontos de embarque e desembarque (PEDs)	74
2.8.1	Requisitos de Iluminação para PEDs	77
2.8.2	Estudo referencial para PEDs	78
2.9	Zona Rural	80
2.9.1	Requisitos de iluminação para Zona Rural	80
2.9.2	Resultados simulação luminotécnica (Estrutura IP na Zona Rural)	81
3	ILUMINAÇÃO ESPECIAL - IE	83
3.1	Descritivo dos Equipamentos para iluminação especial	89
3.2	Diretrizes Específicas	91
3.2.1	Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros	91
3.2.2	Caixa D'Água	97
3.2.3	Capela Nossa Senhora dos Milagres	100
3.2.4	Capela Santo Antônio	104
3.2.5	Capela Santo Antônio - Colônia Acioli	109

3.2.6	Capela Senhor Bom Jesus	112
3.2.7	Capelinha do Alto da Boa Vista	116
3.2.8	Centro de Vivência Cultura João Senegaglia	120
3.2.9	Colégio Estadual Silveira da Motta	123
3.2.10	Catedral Diocesana de São José dos Pinhais	127
3.2.11	Memorial Casarão - Paço Municipal	131
3.2.12	Museu Municipal Atílio Rocco	134
4	MODELO DE OPERAÇÃO.....	139
4.1	Modelo de Governança da PPP de IP	139
4.2	Fases do Projeto	140
4.2.1	Fase 0 – Preliminar.....	143
4.2.2	Fase 1 – Transição.....	143
4.2.3	Fase 2 – Modernização	143
4.2.4	Fase 3 – Operação.....	144
4.3	Modelo Operacional	145
4.3.1	Cadastro.....	146
4.3.2	Planos Operacionais.....	146
4.3.3	Modernização e Eficientização.....	146
4.3.4	Implantação de Telegestão	147
4.3.4.1	Estrutura Operacional do sistema de telegestão.....	147
4.3.4.2	Dimerização	148
4.3.4.2.1	Dimerização pela Otimização do Fluxo luminoso	149
4.3.5	Iluminação Especial.....	150
4.3.6	Centro de Controle Operacional (CCO).....	150

4.3.6.1	<i>Implantação do CCO</i>	150
4.3.6.1.1	<i>CCO Espelho</i>	151
4.3.7	<i>Serviços de Manutenção</i>	151
4.3.8	<i>Serviços de Poda</i>	152
4.3.9	<i>Estrutura operacional e organizacional</i>	152
4.3.9.1	<i>Operacional</i>	152
4.3.9.2	<i>Organizacional</i>	157
4.3.10	<i>Expansão da rede municipal de IP</i>	158
4.3.11	<i>Divulgação de Informações e Documentos da PPP</i>	164
4.4	<i>Parque de IP</i>	165
5	MODELO DE INVESTIMENTOS	167
5.1	Despesas Pré-Operacionais	169
5.2	Investimentos em Infraestrutura	170
5.3	Modernização e Eficientização	170
5.3.1	<i>Custo médio da Luminária LED</i>	171
5.4	Adequação da Rede de IP em áreas com Pontos Escuros	172
5.5	Implantação do Sistema de Telegestão	173
5.5.1	<i>Dimerização</i>	174
5.5.1.1	<i>Premissas técnicas e operacionais</i>	181
5.5.2	<i>Implantação do Sistema Central de Gestão Operacional</i>	181
5.6	Iluminação Especial	182
5.7	Faixa de Pedestre	183
5.8	Ciclovias e Ciclofaixas	184
5.9	Expansão da Rede de IP	184

5.10	Resumo CAPEX	188
6	MODELO DE CUSTOS E DESPESAS	192
6.1	Estrutura Operacional	192
6.1.1	<i>Dimensionamento de Solicitação de Manutenção</i>	<i>192</i>
6.1.2	<i>Custo de Veículos para Administração Operacional.....</i>	<i>193</i>
6.1.3	<i>Custos por Solicitações de Veículos Operacionais</i>	<i>193</i>
6.1.4	<i>Equipe de Verificação Ativa (rondas)</i>	<i>195</i>
6.2	Materiais de Manutenção	197
6.3	Poda.....	198
6.3.1	<i>Dimensionamento</i>	<i>198</i>
6.4	Software de Gestão e Sistema de Telegestão	200
6.4.1	<i>Custo Licenciamento de Software de Gestão</i>	<i>201</i>
6.4.2	<i>Custos Operacionais com Sistema de Telegestão</i>	<i>201</i>
6.5	Estrutura Administrativa	201
6.5.1	<i>Equipe Administrativa</i>	<i>202</i>
6.5.2	<i>Instalações e Utilidades.....</i>	<i>203</i>
6.6	Seguros e Garantias	204
6.7	Verificador Independente.....	206
6.8	Resumo OPEX	207
7	CUSTOS E DESPESAS DO PODER CONCEDENTE	210
7.5	Custos com Energia Elétrica.....	210
7.6	Instituição Financeira Depositária	213
	ANEXO I – INFORMAÇÕES DO TRABALHO DE CAMPO	214

Índice de Figuras

Figura 1 - Características das vias e calçadas incluídas no Dialux	23
Figura 2 - Características dos parâmetros de montagem incluídas no Dialux.....	24
Figura 3 - Exemplo de resultado do Dialux.....	24
Figura 4 - Visualização dos diferentes níveis para o IRC.....	27
Figura 5 - Visualização dos diferentes níveis para a TCC.....	28
Figura 6 - Mapeamento da poluição luminosa no Município (Word Atlas 2015)	29
Figura 7 - Mapeamento da poluição luminosa no Município (VIIRS 2023)	29
Figura 8 - Parâmetros Dialux.....	31
Figura 9 - Planta Esquemática Posteação Unilateral na Rua Maurilio da Cruz	35
Figura 10 - Planta Esquemática Posteação Canteiro Central na Rua Zacarias Alves Pereira.....	35
Figura 11 - Planta Esquemática Posteação Bilateral Alternado na Rua Dr. Manoel Ribeiro Campos	36
Figura 13 - Simulação de ciclofaixa na Avenida Rocha Pombo	64
Figura 14 - Simulação de ciclofaixa na Rua Veríssimo Marques.....	65
Figura 15 - Simulação de ciclofaixa na Rua Voluntários da Pátria	65
Figura 16 - Ilustração para iluminação de Ciclovias	66
Figura 17 - Estudo de Engenharia para Ciclovias.....	67
Figura 18 - Ilustração para iluminação de Faixas de Pedestres.....	71
Figura 19 – Estudo de Engenharia para Faixas de Pedestres	71
Figura 20 – PEDs no Município de São José dos Pinhais	74
Figura 21 – PEDs no Município de São José dos Pinhais	75
Figura 22 – PEDs no Município de São José dos Pinhais	76
Figura 23 –PEDs do município.....	77
Figura 24 – Planta Esquemática local com PED.....	78
Figura 25 - Simulação Luminotécnica da Estrutura IP na Zona Rural	82
Figura 26 - Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg – Sem Iluminação Especial.....	94
Figura 27 – Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros – Vista Fachada Frontal	95
Figura 28 – Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros – Vista Lateral Esquerda	95

Figura 29 – Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros – Vista Lateral Direita	96
Figura 30 – Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros – Fachada Posterior	96
Figura 31 – Caixa D'Água – Sem Iluminação Especial.....	98
Figura 32 – Caixa D'Água.....	99
Figura 33 – Caixa D'Água – Vista 1	99
Figura 34 – Caixa D'Água – Vista 2	100
Figura 35 - Capela Nossa Senhora dos Milagres – Sem Iluminação Especial	102
Figura 36 – Capela Nossa Senhora dos Milagres – Vista Frontal.....	103
Figura 37 – Capela Nossa Senhora dos Milagres – Vista Lateral 1	103
Figura 38 – Capela Nossa Senhora dos Milagres – Vista Lateral 2	104
Figura 39 – Capela Santo Antônio – Sem Iluminação Especial.....	107
Figura 40 - Capela Santo Antônio – Vista Frontal.....	107
Figura 41 - Capela Santo Antônio Vista Lateral 1	108
Figura 42 - Capela Santo Antônio Vista Lateral 2	108
Figura 43 - Capela Santo Antônio – Sem Iluminação Especial	111
Figura 44 – Capela Santo Antônio – Vista Frontal	111
Figura 45 – Capela Santo Antônio – Vista Lateral	112
Figura 46 - Capela Senhor Bom Jesus – Sem Iluminação Especial	114
Figura 47 – Capela Senhor Bom Jesus – Vista Frontal.....	115
Figura 48 – Capela Senhor Bom Jesus – Vista Lateral 1	115
Figura 49 – Capela Senhor Bom Jesus – Vista Lateral 2	116
Figura 50 - Capelinha do Alto da Boa Vista – Sem Iluminação Especial	118
Figura 51 – Capelinha do Alto da Boa Vista – Vista Frontal	118
Figura 52 – Capelinha do Alto da Boa Vista – Vista Lateral 1	119
Figura 53 – Capelinha do Alto da Boa Vista – Vista Lateral 2	119
Figura 54 - Centro de Vivência Cultura João Senegaglia – Sem Iluminação Especial	122
Figura 55 – Centro de Vivência Cultura João Senegaglia – Vista 1	122
Figura 56 – Centro de Vivência Cultura João Senegaglia – Vista 2	123
Figura 57 - Colégio Estadual Silveira da Motta – Sem Iluminação Especial.....	125
Figura 58 – Colégio Estadual Silveira da Motta – Vista 1	126

Figura 59 – Colégio Estadual Silveira da Motta– Vista 2	126
Figura 60 - Catedral Diocesana de São José dos Pinhais – Sem Iluminação Especial	129
Figura 61 – Catedral Diocesana de São José dos Pinhais– Vista Frontal	130
Figura 62 – Catedral Diocesana de São José dos Pinhais – Vista Lateral	130
Figura 63 - Memorial Casarão – Paço Municipal.....	133
Figura 64 - Memorial Casarão – Paço Municipal.....	133
Figura 65 - Museu Municipal Atílio Rocco – Sem Iluminação Especial.....	136
Figura 66 – Museu Municipal Atílio Rocco – Vista Frontal Calçada.....	137
Figura 67 – Museu Municipal Atílio Rocco – Vista Diagonal Lateral	137
Figura 68 – Museu Municipal Atílio Rocco – Vista Lateral	138
Figura 69 - Modelo de governança da PPP de iluminação pública	140
Figura 70 - Macro cronograma do contrato da PPP.....	142
Figura 71 - Estrutura operacional do Sistema de Telegestão.....	148

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Premissas Gerais.....	18
Tabela 2 - Distribuição de classes de iluminação pública no parque atual	18
Tabela 3 – Atendimento aos requisitos de Iluminância e Uniformidade	19
Tabela 4 – Resultados das proposições.....	21
Tabela 5 – Requisitos de Iluminância e Uniformidade	33
Tabela 6 - Tipologia de braços de IP utilizados	37
Tabela 7 - Resultado geral das simulações luminotécnicas	38
Tabela 8 - Percentual de lâmpadas utilizadas nas simulações por faixa de potência	39
Tabela 9 - Resultado das alterações estruturais nas simulações luminotécnicas	39
Tabela 10 - Resultado das alterações estruturais nas simulações luminotécnicas	40
Tabela 11 – Resumo dos resultados das simulações luminotécnicas por fornecedor	44
Tabela 12 – Resultados ambientais da PPP	47
Tabela 12 – Resumo do impacto ambiental da PPP	47
Tabela 13 - Situação definida para os LEDs existentes em vias V4	49
Tabela 14 - Situação definida para os LEDs existentes em vias V3	50
Tabela 15 - Situação definida para os LEDs existentes em vias V2	51
Tabela 16 - Situação definida para os LEDs existentes em vias V1	52
Tabela 17 – Pontos LED realocados	53
Tabela 18 - Resultado da análise de permanência dos LEDs existentes	54
Tabela 19 – Luminárias Substituídas e Mantidas por tipo de via	54
Tabela 20 - Resultado da análise de permanência dos LEDs existentes	55
Tabela 21 - Resultados de CPE	57
Tabela 22 - Resultado de eficientização para a iluminação viária no Município	61
Tabela 23 - Requisitos para Ciclovias e Ciclofaixas.....	63
Tabela 24 - Resultado de engenharia para Ciclofaixas (C1)	67
Tabela 25 - Resultado de engenharia para Ciclovias (C2)	68
Tabela 26 - Dimensionamento Ciclovias para Instalação de IP	68
Tabela 27 - Classe da via para faixa de pedestres	70

Tabela 28 - Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres V1	72
Tabela 29 - Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres V2	72
Tabela 30 – Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres V3	72
Tabela 31 – Estimativa quantidade de Faixas de Pedestres.....	73
Tabela 32 – Requisitos para PEDs	78
Tabela 33 – Luminárias fotovoltaicas a serem utilizadas nos pontos de IP em PEDs.....	79
Tabela 34 – Requisitos para Estrutura IP na Zona Rural	81
Tabela 35 – Luminárias a serem utilizadas nos pontos na Zona Rural	82
Tabela 36 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros	92
Tabela 37 - Previsão de custos com a solução para a Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros	93
Tabela 38 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Caixa D'Água	97
Tabela 39 - Previsão de custos com a solução para a Caixa D'Água	97
Tabela 40 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Capela Nossa Senhora dos Milagres	101
Tabela 41 - Previsão de custos com a solução para a Capela Nossa Senhora dos Milagres	101
Tabela 42 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Capela Santo Antônio	105
Tabela 43 - Previsão de custos com a solução para a Capela Santo Antônio.....	105
Tabela 44 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Capela Santo Antônio - Colônia Acioli.....	109
Tabela 45 - Previsão de custos com a solução para a Capela Santo Antônio – Colônia Acioli	110
Tabela 46 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Capela Senhor Bom Jesus .	113
Tabela 47 - Previsão de custos com a solução para a Capela Senhor Bom Jesus.....	113
Tabela 48 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Capelinha do Alto da Boa Vista	116
Tabela 49 - Previsão de custos com a solução para a Capelinha do Alto da Boa Vista	117
Tabela 50 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Centro de Vivência Cultura João Senegaglia	120

Tabela 51 - Previsão de custos com a solução para o Centro de Vivência Cultura João Senegaglia	121
Tabela 52 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Colégio Estadual Silveira da Motta	124
Tabela 53 - Previsão de custos com a solução para o Colégio Estadual Silveira da Motta.....	124
Tabela 54 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Catedral Diocesana de São José dos Pinhais	127
Tabela 55 - Previsão de custos com a solução para a Catedral Diocesana de São José dos Pinhais	128
Tabela 56 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Memorial Casarão - Paço Municipal	131
Tabela 57 - Previsão de custos com a solução para o Memorial Casarão – Paço Municipal	132
Tabela 58 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Museu Municipal Atílio Rocco	134
Tabela 59 - Previsão de custos com a solução para o Museu Municipal Atílio Rocco	135
Tabela 60 - Previsão de despesas com revitalização da iluminação especial.....	138
Tabela 61 – PEDs e Estruturas de IP para Zona Rural	162
Tabela 62 - Quantitativo de Pontos de IP ao longo da PPP	165
Tabela 63 - Composição para cálculo de BDI	168
Tabela 64 - Valores previstos de investimentos pré-operacionais.....	169
Tabela 65 - Infraestrutura Civil/Mobiliário/Tecnologia da Informação/Operacional	170
Tabela 66 - Valores unitários médios previstos de investimento para modernização.....	171
Tabela 67 - Custo unitário de substituição de luminárias LED	172
Tabela 68 - Custos destinados para a correção de pontos escuros	173
Tabela 69 - Análise dos orçamentos obtidos dos fornecedores de Telegestão	174
Tabela 70 - Economia de energia anual obtida pela dimerização por classe	178
Tabela 71 - Premissas para soluções de controle e comando	181
Tabela 72 - Custo para implantação do SCGO	181
Tabela 73 - Resumo valores dos investimentos por projeto de Iluminação Especial.....	182

Tabela 74 - Valor de investimento em estruturas de expansão para Faixas de Pedestre – Vias V1, V2 e V3	183
Tabela 75 - Valor de investimento em luminárias para Faixas de Pedestre - Vias V1, V2 e V3	183
Tabela 76 - Valor de investimento em estruturas de expansão para Ciclovias e Ciclofaixas	184
Tabela 77 - Valor de investimento em luminárias para Ciclovias e Ciclofaixas	184
Tabela 78 - Investimentos por estruturas de expansão	185
Tabela 79 - Valor de investimento em estruturas para PEDs	187
Tabela 80 - Valor de investimento em luminárias para PEDs	187
Tabela 81 - Valor de investimento em estruturas para Zona Rural	187
Tabela 82 - Valor de investimento em luminárias para Zona Rural	187
Tabela 83 – Investimentos por ponto de demanda reprimida	188
Tabela 84 - Valores de investimentos (CAPEX)	188
Tabela 85 – Valor Investimento CAPEX por ano (R\$ mil)	190
Tabela 86 – Taxa de Falha para Componentes	192
Tabela 87 – Custos referentes aos veículos para estrutura administrativa da SPE	193
Tabela 88 – Dimensionamento de Veículos Operacionais	194
Tabela 89 - Custos de locação, manutenção e combustível para veículos	195
Tabela 90 – Custos Mensais com Equipe de Verificação Ativa	196
Tabela 91 – Cálculo de produtividade por Verificador Ativo	196
Tabela 92 – Custo por Ponto de IP - Verificação Ativa	196
Tabela 93 – Taxa de Falha e Custo Médio dos Componentes de IP	197
Tabela 94 - Número anual de interferências na arborização	199
Tabela 95 – Custos Mensais com Atividades de Poda e Coleta de Resíduos	200
Tabela 96 Custo Licenciamento de Software de Gestão	201
Tabela 97 – Custo Operacional de Telegestão	201
Tabela 98 – Estrutura de pessoal dimensionada	203
Tabela 99 – Despesas Gerais e Administrativas	203
Tabela 100 – Premissas de Custos dos Seguros e Garantias	205
Tabela 101 – Custo com Verificador Independente	207
Tabela 102 – Valores de custos e despesas (OPEX)	208

Tabela 103 - Valor Investimento OPEX por ano (R\$ milhões)	209
Tabela 104 - Composição da tarifa de energia elétrica da Distribuidora	211
Tabela 105 - Custo adicional das bandeiras tarifárias (sem impostos)	211
Tabela 106 - Histórico de bandeiras tarifárias	212
Tabela 107 - Comparação do custo com energia elétrica no Município pré e pós modernização e eficientização	212
Tabela 108 - Informações do trabalho de campo	214

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Resultados das simulações luminotécnicas para o Fornecedor A	41
Gráfico 2 – Resultados das simulações luminotécnicas para o Fornecedor B	42
Gráfico 3 – Resultados das simulações luminotécnicas para o Fornecedor C	43
Gráfico 4 – Emissão de CO ₂ devido ao consumo de energia elétrica [MWh] pela rede de IP do município	46
Gráfico 5 - Quantidade de alterações estruturais definidos por fornecedor	56
Gráfico 6 - Resultados de eficientização obtidos por fornecedor	59
Gráfico 7 - Curva de decaimento do fluxo luminoso das luminárias em função das horas de uso	149
Gráfico 8 – Economia Total [kWh] x % Total	179
Gráfico 9 – Potência Total [kW] x Potência Total Dimerização [kW].	180

1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este relatório apresenta o estudo de engenharia para a rede de Iluminação Pública de São José dos Pinhais (Município), contendo os elementos referenciais de engenharia e a precificação dos investimentos e custos operacionais envolvidos. Este produto irá apresentar:

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

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

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

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

2 MODERNIZAÇÃO E EFICIENTIZAÇÃO DO PARQUE DE IP

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

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

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

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

2.1 Premissas Gerais da Rede de Iluminação Pública

Na presente seção, é fornecida uma visão abrangente da infraestrutura de iluminação pública no município, a qual foi minuciosamente abordada no relatório de Análise Técnico-Operacional. As informações contidas neste segmento derivam principalmente do cadastro de iluminação pública

fornecido pela Prefeitura Municipal e da pesquisa de campo. As pressuposições gerais adotadas para as simulações e o planejamento de engenharia são expostas ao longo desta seção.

Tabela 1 - Premissas Gerais

Premissa	Valor
Quantidade Total de Pontos de IP	34.843
Quantidade total de Pontos de LED	28.663
Quantidade de Pontos de IP em Vias Principais (V1, V2 e V3)	7.692
Quantidade de Pontos de IP em Outras Vias (V4, Praças, parques e outros locais)	26.948
Quantidade de Pontos Iluminação Especial	203
Carga Total LED	2.297,28 kW
Carga Total Luminárias Convencionais	1.177,75 kW
Carga Total	3.475,03 kW
Carga Média por Ponto de LED	80 W
Carga Média por Ponto de Luminária Convencional	191 W
Carga Média Total por Ponto de IP	100 W

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

No que diz respeito à distribuição dos pontos de Iluminação Pública (IP) no parque, classificados de acordo com a classe de iluminação para vias principais (V1, V2 e V3) e outras vias (V4 e Praças, parques e outros locais) e Iluminação Especial, os resultados demonstraram a seguinte proporção.

Tabela 2 - Distribuição de classes de iluminação pública no parque atual

Classe de Iluminação	Vias	% do parque de IP	Quantidade de Pontos
Vias Principais	V1	2,59%	904
	V2	4,51%	1.573
	V3	14,97%	5.215
Outras Vias	V4	74,53%	25.967
	Praças, parques e outros locais	2,82%	981
Iluminação Especial		0,58%	203
Total		100,00%	34.843

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

Conforme estabelecido pela Norma 5101 e delineado no *Produto 06 – Diagnóstico Técnico-Operacional*, a classificação da malha viária abrange as categorias de V1 a V5. Para o município de São José dos Pinhais, decidiu-se seguir a premissa de classificação das vias de V1 a V4. Essa mudança visa aprimorar a qualidade da iluminação nessas vias, geralmente caracterizadas como vias de bairros, mais tranquilas e com menor movimentação, contribuindo para a elevação da sensação de segurança.

Outro desdobramento da pesquisa de campo envolveu a avaliação da condição atual da iluminação no conjunto de Iluminação Pública (IP), considerando as diretrizes estabelecidas pela Norma 5101, amplamente reconhecida no Brasil. Os resultados mostram que aproximadamente 22,40% das vias atendem aos requisitos estabelecidos. No entanto, a conformidade varia entre as categorias, sendo as vias para pedestres menos conformes (36,00%) do que as vias para veículos (51,20%). É importante notar que as porcentagens de vias em geral que atendem apenas à iluminância e uniformidade são baixas, indicando áreas que precisam de melhorias. Esses dados oferecem insights valiosos sobre a situação das vias em relação à Norma 5101, apontando áreas que demandam atenção e aquelas que estão em conformidade satisfatória.

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

Tabela 3 – Atendimento aos requisitos de Iluminância e Uniformidade

Atendimento à Norma NBR 5101	Via de Veículos	Via de Pedestres
Atende Iluminância	89,31%	96,81%
Atende Uniformidade	52,67%	68,09%
Atende à Norma	50,38%	64,89%
Não atende	49,62%	35,11%
Total	100,00%	

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

2.1.1 Outras Vias (Praças, parques e outros locais)

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

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

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

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

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

No Município de São José dos Pinhais, tem-se dos pontos de iluminação pública como tecnologia implantada o LED, Vapor Metálico, Mista, Vapor Mercúrio e Vapor de Sódio. As premissas para a proposição em Outras Vias – praças, parques e outros locais, no caso do LED, incluem a proximidade com a potência instalada e a equivalência lumínica, com objetivo de manter o padrão de intensidade luminosa das luminárias já em uso, contudo buscando um melhoramento da

iluminação atual com a proposta de instalação de novos pontos para cobrir as áreas de sombreamento observadas em inspeção de campo.

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

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

Tabela 4 – Resultados das proposições

Tipo de Local	Situação atual		Proposição			Eficientização
	Quantidade de pontos de iluminação pública	Potência Total Atual [W]	Quantidade pontos propostos de iluminação pública	Quantidade Total de pontos de iluminação pública	Potência Total Proposta [W]	
Praças e outros locais	363	49.045	392	757	62.998	-27.9%
Parques	334	47.970	48	382	33.358	30.5%

	Situação atual		Proposição			
Tipo de Local	Quantidade de pontos de iluminação pública	Potência Total Atual [W]	Quantidade de pontos propostos de iluminação pública	Quantidade Total de pontos de iluminação pública	Potência Total Proposta [W]	Eficientização
Campos	54	6.830	602	654	130.800	-1815,1%
Quadras e similares	208	28.300	626	834	94.800	-235,3%
Cemitérios	22	2.190	151	173	10.022	-357,6%
TOTAL	981	134.335	1.819	2.800	331,978	-147,1%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

2.2 Software para simulação

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

Na condução dos estudos e simulações relacionados à modernização e efficientização do parque de IP, foi empregado o software Dialux (versão evo 12.0). O Dialux é amplamente reconhecido como um dos softwares de simulação luminotécnica mais utilizados globalmente, disponível em 25 (vinte e cinco) idiomas e com uma base de usuários superior a 750.000 (setecentos e cinquenta mil). O sistema permite a inserção de diversos cenários, incluindo características da via, calçadas e parâmetros de montagem do ponto de IP (como distância entre postes, altura da luminária etc.).

Combinado com diferentes soluções de tecnologia para luminárias LED, disponíveis em um banco de dados com curvas fotométricas e características diversas, o software gera resultados detalhados dos índices de iluminação para cada cenário. Estes incluem o valor médio de iluminância (E_m) e a uniformidade (U_o).

Figura 1 - Características das vias e calçadas incluídas no Dialux

Ruas

Gerar nova rua

Duplicar geometria de rua

Duplicar rua com distribuição de luminárias

Criar um novo campo de avaliação

Eliminar campo de avaliação selecionado

Rua ativa

Nome

L1

Padrão

EN 13201:2015

Avaliação energética segundo o IPEA*/IPEI*

Perfil da rua

Passeio 1

Via 1

Passeio 2

Elemento de perfil ativo

Nome

Via 1

Pavimento de pista de rodagem

CIE N3

Q0 0.07

Largura da pista de rodagem

6.920 m

Quantidade das faixas de rodagem

2

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

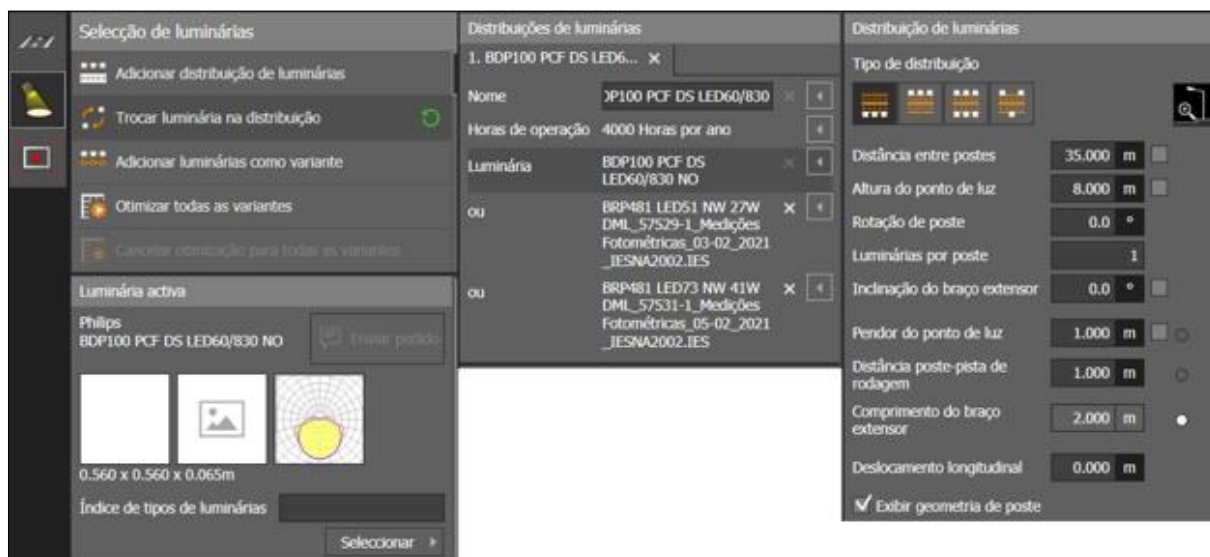
CONSÓRCIO HOUER/VIANA

HOUER
Concessões

Viana
Castro
Advogados

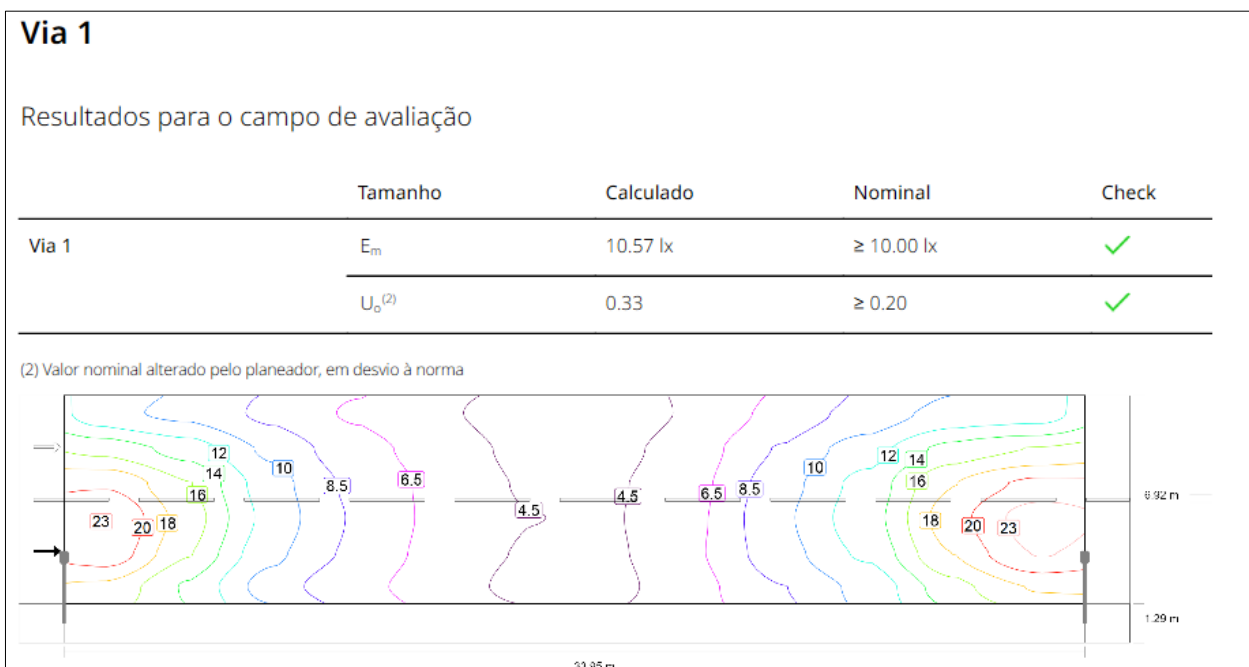
23

Figura 2 - Características dos parâmetros de montagem incluídas no Dialux



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

Figura 3 - Exemplo de resultado do Dialux



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

2.3 Diretrizes Gerais para Modernização e Eficientização

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

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

2.3.1 Portaria INMETRO

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

Essa Portaria define alguns requisitos mínimos para Luminárias LED:

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

Publicada em 17 de fevereiro de 2022, a Portaria nº 62 incorpora o conteúdo original da Portaria nº 20. No entanto, suas definições podem não refletir integralmente o atual mercado de Luminárias LED, que apresentou significativas evoluções nos últimos anos.

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

produtos disponíveis para o Município. Assim, as especificações mínimas consideradas no Estudo de Engenharia, plenamente atendidas por diversos fornecedores do mercado, são:

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

2.3.2 Selo PROCEL

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

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

Além do que, as luminárias LED devem apresentar eficiência energética declarada e medida superior a 140 lm/W, fluxo luminoso inicial superior a 95% do fluxo luminoso nominal declarado pelo fornecedor, potência total medida deve ser de mais ou menos 10%, da que fora declarada, e a temperatura de cor correlata nominal declarada deve estar entre 2.700K e 4.000K.

2.3.3 Índice de Reprodução de Cores (IRC)

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

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

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

Figura 4 - Visualização dos diferentes níveis para o IRC



Fonte: [Índice de Reprodução de Cor \(IRC\) \(2023\)](#)

2.3.4 Temperatura de Cor Correlata (TCC)

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

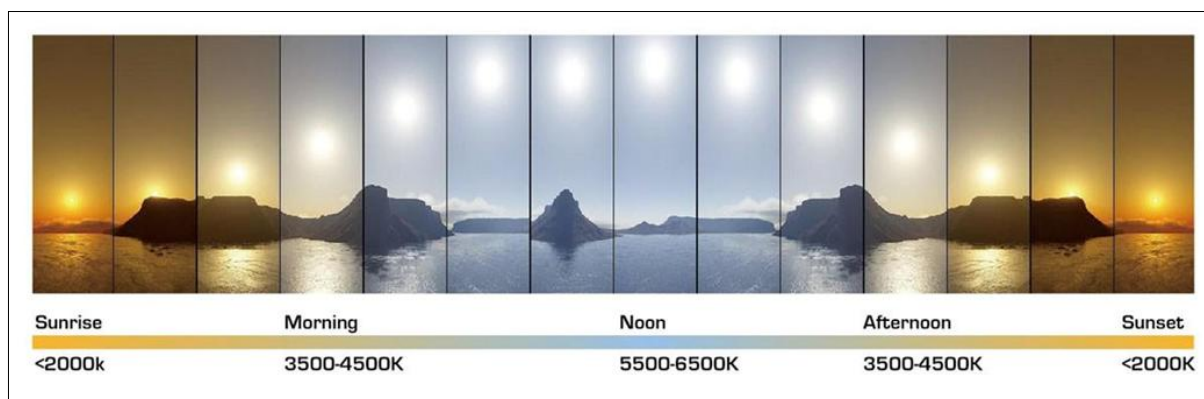
No projeto, foram avaliadas luminárias com temperatura de cor correlata (TCC) nas faixas de 3.000K e 4.000K, tonalidades mais quentes que a "luz branca natural" emitida pelo sol ao meio-dia em céu aberto, cuja temperatura de cor é de 5.000K ou superior.

Adotou-se como premissa para este projeto instalar equipamentos com TCC de 3.000K em vias de médio e baixo fluxo (V4), além de praças, parques e outros locais. Para vias de alto fluxo (V1, V2, V3) a sugestão é TCC de 4.000K.

Normativos internacionais, como por exemplo o *Roadway Lighting Manual* do Departamento de Trânsito da Califórnia e o *Code of practice for the design of road lighting* do Instituto Britânico de Normas, já estabelecem a instalação de equipamentos com TCC de até 3.000K em vias públicas, visando cuidados com a saúde pública da população e promovendo uma maior sensação de conforto no espaço público, incentivando sua ocupação e, conseqüentemente, garantindo maior segurança.

É importante mencionar que, a partir do que pôde ser observado no trabalho de campo, o Município apresenta um padrão muito pouco homogêneo de TCC na iluminação das vias públicas. Em alguns casos, pôde-se observar luzes de cores distintas em um mesmo logradouro, o que provoca uma iluminação não uniforme e visualmente desagradável. Esse cenário pode ser adequado a partir da definição dos parâmetros de qualidade mínimos para o futuro concessionário.

Figura 5 - Visualização dos diferentes níveis para a TCC



Fonte: [O que é a temperatura da cor?](#) (2023)

2.3.5 Poluição Luminosa

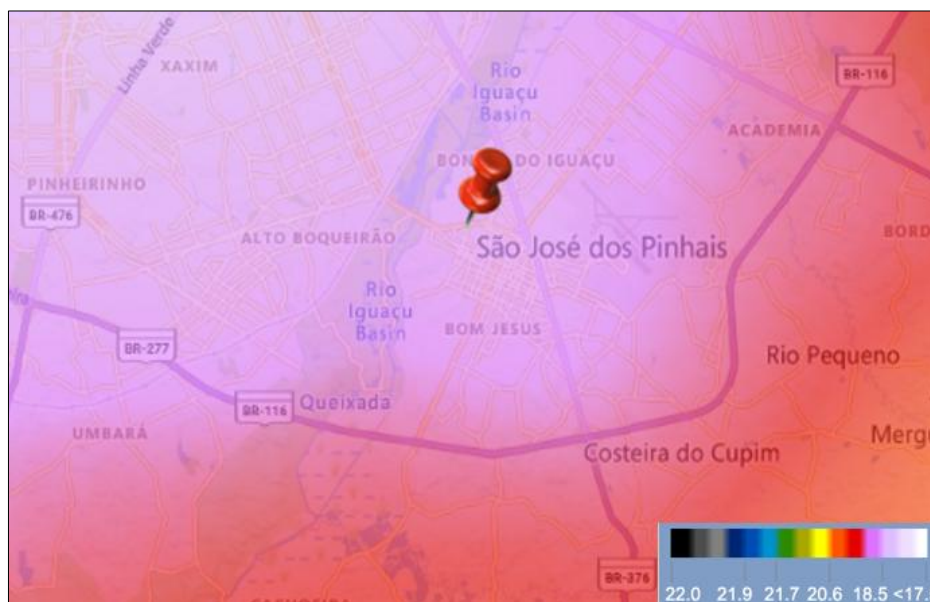
Conforme estabelecido pela Norma 5101, a poluição luminosa é definida como o desperdício de energia causado por luminárias, instalações e projetos inefficientes e mal elaborados. Para mitigar a poluição luminosa e seus possíveis impactos ambientais na iluminação pública do Município, é fundamental adotar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

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

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

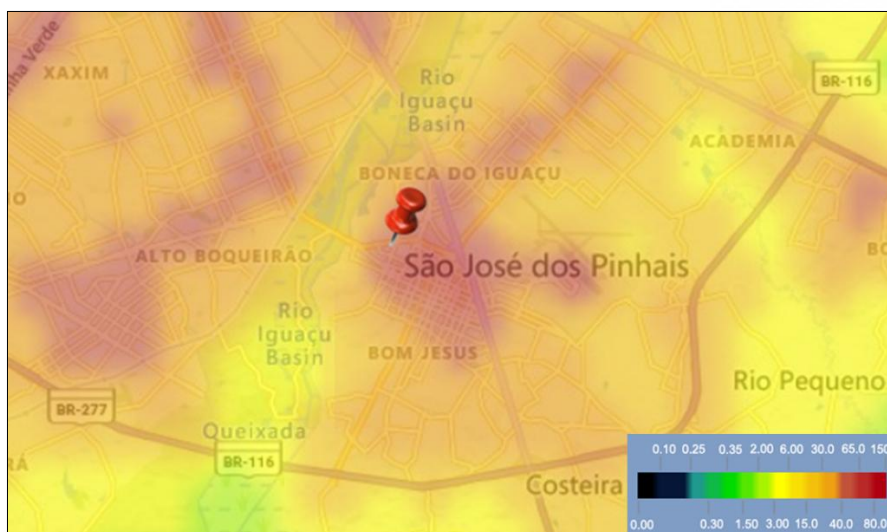
Nas figuras a seguir é possível verificar os níveis de poluição luminosa no Município.

Figura 6 - Mapeamento da poluição luminosa no Município (Word Atlas 2015)



Fonte: www.lightpollutionmap.info. Acesso em 30/04/2024

Figura 7 - Mapeamento da poluição luminosa no Município (VIIRS 2023)



Fonte: www.lightpollutionmap.info. Acesso em 30/04/2024

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

2.3.6 Informações obtidas no trabalho de campo

Os parâmetros empregados nas simulações têm sua base nas informações fornecidas pelo cadastro de Iluminação Pública (IP) disponibilizado pela Prefeitura do município e/ou no Inventário da distribuidora de energia, assim como nos dados coletados durante o trabalho de vistoria em campo, conforme explicado no item 0.

De acordo com o Relatório da Situação Técnico-Operacional, o trabalho de campo seguiu as diretrizes da Norma ABNT NBR 5426, sendo conduzido a partir de uma amostra aleatória de pontos de IP na rede municipal. Isso assegurou que os pontos avaliados representassem de maneira significativa todo o parque, possibilitando a extrapolação dos resultados obtidos para toda a rede.

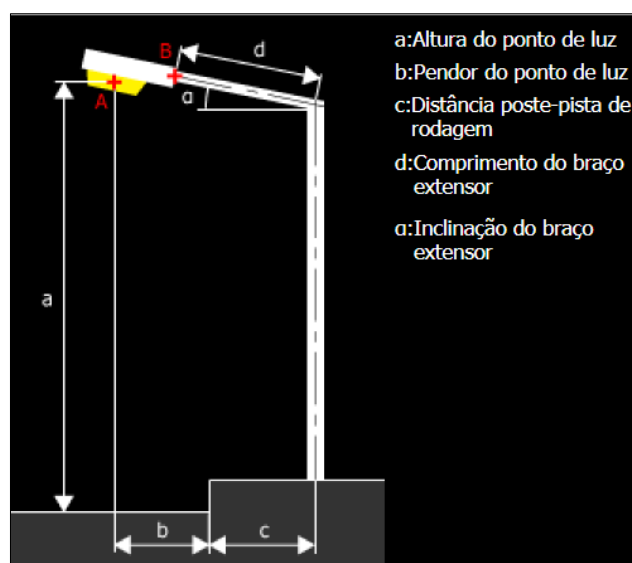
As informações coletadas durante o trabalho de vistoria em campo proporcionaram detalhes sobre as características das vias do município e os parâmetros de montagem nos pontos de IP. Esses dados serão fundamentais para o desenvolvimento dos projetos luminotécnicos no Dialux. Nesse

cenário, alguns parâmetros são considerados imutáveis, sendo inviáveis ou apresentando custos elevados para modificações, tais como:

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

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

Figura 8 - Parâmetros Dialux¹



Fonte: Dialux.

¹Na simulação no Dialux, o tamanho do braço (boom length) é determinado pela soma do recuo do poste (pole distance from road way) e da projeção da luminária ao longo da via, medida a partir da calçada (light overhang).

2.3.7 Curvas Fotométricas

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

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

O fator de manutenção das fontes luminosas afeta os resultados de iluminância nas curvas fotométricas. Este fator representa o desempenho da lâmpada ao final de sua vida útil, sendo fornecido pelo fabricante e caracterizado pelo percentual a ser aplicado no desempenho das fontes luminosas, considerando sua depreciação ao longo do tempo. Com o objetivo de assegurar o atendimento aos níveis de iluminância e uniformidade ao longo de toda a vida útil da fonte luminosa, este fator é considerado nas avaliações dos resultados das simulações, conforme indicado pelo fabricante.

Adicionalmente, foi analisada a Norma 5101, a qual estabelece no tópico 5.5.2:

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

2.3.8 Norma ABNT NBR 5101

Conforme delineado no relatório de Situação Técnico-Operacional, a Norma 5101 é o instrumento que normatiza a iluminação de vias públicas, estabelecendo os requisitos mínimos necessários para assegurar a segurança do tráfego de veículos e pedestres. Os principais parâmetros estão vinculados aos seguintes requisitos:

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

Para o desenvolvimento dos estudos de engenharia e execução das simulações luminotécnicas, foram considerados os requisitos específicos de cada classe de iluminação da via (V - Veículos e P - Pedestres).

Tabela 5 – Requisitos de Iluminância e Uniformidade

Classe de Iluminação	Iluminância Média Mínima [Emed min (lux)]	Fator de Uniformidade Mínimo [U = Emín / Emed]
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0,2
P1	20	0,3
P2	10	0,25
P3	5	0,2
P4	3	0,2

Fonte: Norma 5101:2018.

2.4 Resultados das Simulações Luminotécnicas

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

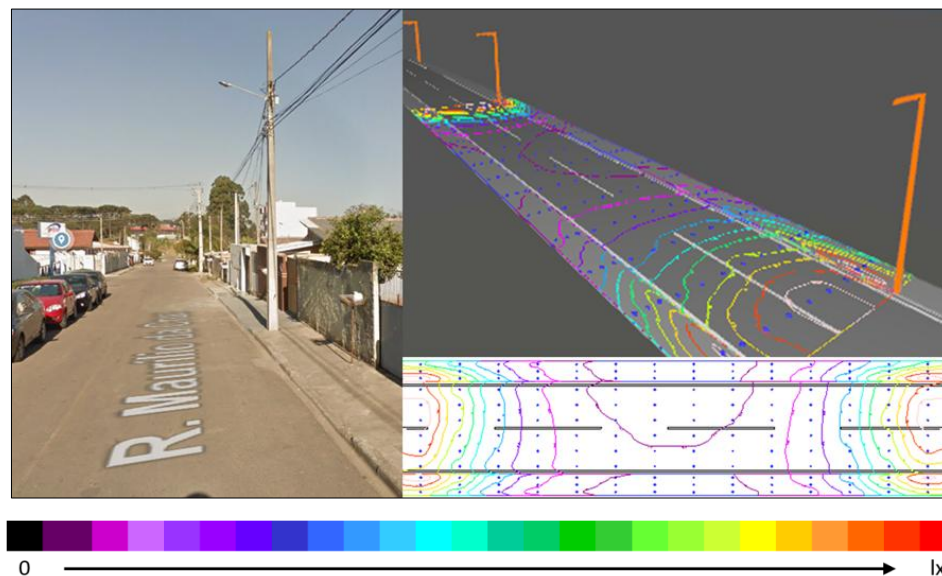
Vale ressaltar que durante a definição da solução de iluminação pública, é possível ser constatada a demanda de adequações estruturais ou acréscimos de pontos de iluminação pública para atingir os padrões normativos desejados.

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

2.4.1 Simulações

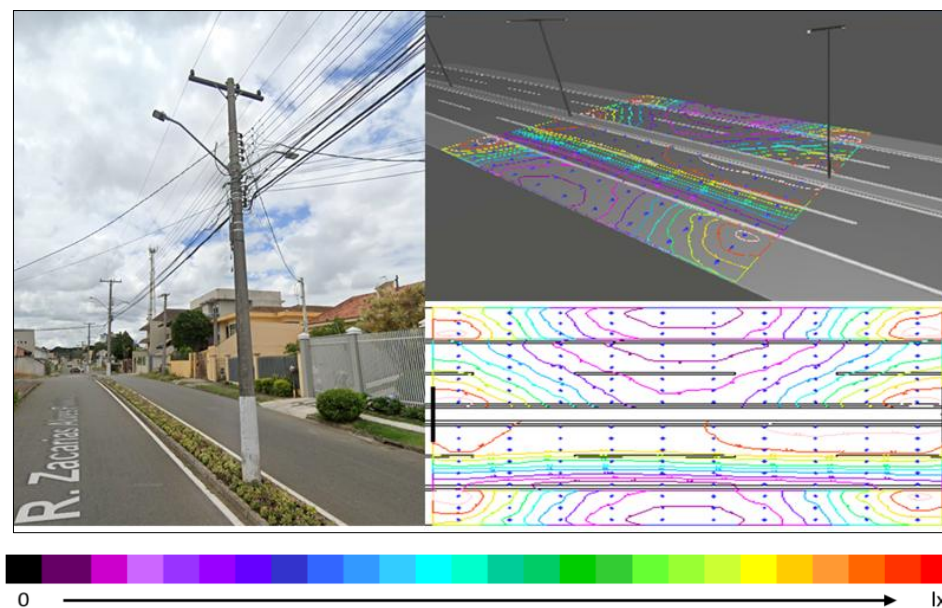
A seguir, apresenta-se alguns exemplos de vias simuladas no software Dialux Evo, sendo possível observar uma imagem real do logradouro, uma visão superior, em duas dimensões, da simulação deste, e um modelo em três dimensões da simulação. Sendo exemplificadas pela Rua Maurilio da Cruz (Classificação Viária V3), Rua Dr. Manoel Ribeiro Campos (Classificação Viária V4) e Rua Zacarias Alves Pereira (Classificação V3).

Figura 9 - Planta Esquemática Posteação Unilateral na Rua Maurílio da Cruz



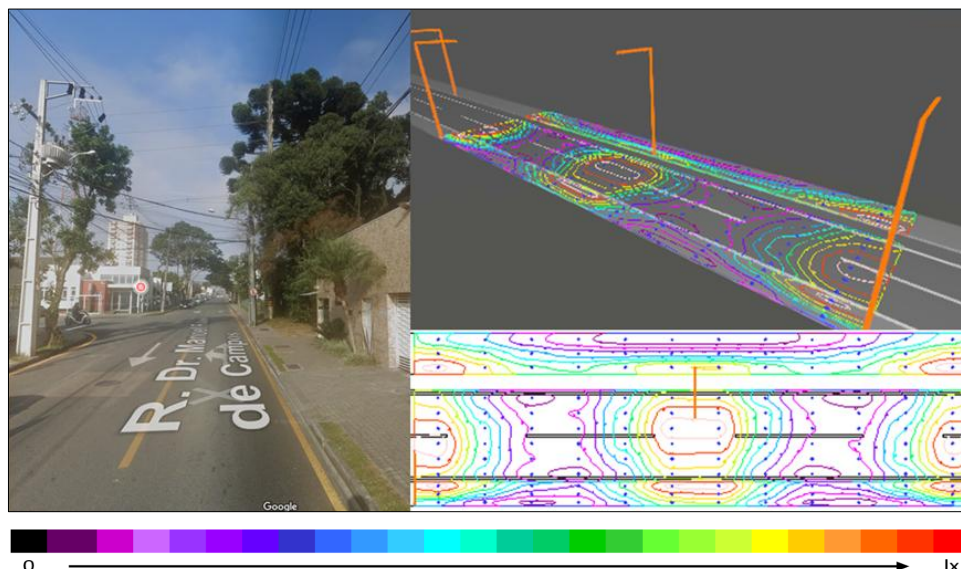
Fonte: Google Maps e Dialux. Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 10 - Planta Esquemática Posteação Canteiro Central na Rua Zacarias Alves Pereira



Fonte: Google Maps e Dialux. Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 11 - Planta Esquemática Posteação Bilateral Alternado na Rua Dr. Manoel Ribeiro Campos



Fonte: Google Maps e Dialux. Elaborado por Houer Concessões (2024).

2.4.2 Premissas para Parâmetros de Montagem

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

- Nos casos em que haverá substituição da luminária, a solução primária a ser avaliada é a alteração da luminária atual da via por luminárias de tecnologia LED com diferentes características técnicas.
- Nos casos em que a solução de iluminação LED de um fornecedor não atender os requisitos normativos mínimos da Norma 5101, avalia-se o ajuste angular na inclinação da luminária, limitando-se à faixa recomendada na referida norma, entre 0° e 10°,
 - Quando o ajuste angular se mostrar necessário, o cadastro técnico da rede de iluminação pública deve possuir referida informação, com o intuito de auxiliar equipes de modernização durante a instalação das luminárias.
- Quando o ajuste não se mostrou capaz de atender à norma, propõe-se a adequação estrutural relativa à substituição de braços de iluminação pública por outros dotados de

projeção e altura que melhor se adaptem ao logradouro em análise. Os braços de iluminação pública utilizados nos projetos luminotécnicos foram definidos a partir dos padrões verificados no trabalho de campo.

Tabela 6 - Tipologia de braços de IP utilizados

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

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

- No caso em que nenhuma das soluções prévias corroborou no atendimento à norma, entende-se como necessidade de incremento o número de pontos de iluminação pública para correção de pontos escuros:
 - Iluminação de segundo nível somente com adição de braço e luminária no mesmo poste onde se encontra a iluminação viária (ABS);
 - Adição de braço de iluminação pública e luminária em postes de distribuição já existentes, nos quais ainda não existam iluminação pública (AB);
 - Troca de suporte que comporte 2 luminárias para suporte que comporte 4 luminárias (TS);
 - Adição de poste pedonal para proporcionar adequação da iluminação pública em vias de pedestres (APS);
 - Adição de novos postes:
 - Poste com rede de distribuição aérea com iluminação pública compartilhada à distribuição de energia elétrica (APC);
 - Poste com rede de distribuição aérea destinado exclusivamente à iluminação pública (APEA).

- Adição de poste com rede de distribuição subterrânea, destinado exclusivamente à iluminação pública (APES).

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

2.4.3 Resultados das Simulações

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

A tabela a seguir apresenta a comparação entre a carga média instalada por ponto de iluminação e a perspectiva de eficientização, segundo o resultado das simulações, para cada fornecedor.

Tabela 7 - Resultado geral das simulações luminotécnicas²

Resultado	Carga média por ponto [W]	Meta de Eficientização ³
Amostra (Trabalho de Campo)	133	-
Fornecedor A	41,72	62,55%
Fornecedor B	48,39	58,51%
Fornecedor C	55,68	54,52%
Média Fornecedores	48,60	58,52%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

² Fornecedores A, B e C correspondem, respectivamente, a Signify, Tecnowatt e LEDSTAR.

³ Eficientização calculada utilizando as informações da amostra, e já considerando as correções de pontos escuros (CPEs) necessárias.

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

Tabela 8 - Percentual de lâmpadas utilizadas nas simulações por faixa de potência

Faixa de Potência	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Até 30W	13,65%	18,41%	3,81%
31W-50W	68,25%	31,11%	36,51%
51W-70W	13,02%	40,96%	41,27%
71W-90W	1,59%	4,76%	13,02%
91W-110W	1,59%	0,00%	3,49%
111W-150W	1,90%	4,44%	1,90%
151W-200W	0,00%	0,00%	0,00%
> 200W	0,00%	0,32%	0,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

Tabela 9 - Resultado das alterações estruturais nas simulações luminotécnicas

Fornecedor	Quantidade de alterações estruturais	% de alterações estruturais
A	11	13,58%
B	28	34,57%
C	42	51,85%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Na tabela a seguir, apresenta-se o resultado das alterações estruturais dividido por tipo de local de iluminação.

Tabela 10 - Resultado das alterações estruturais nas simulações luminotécnicas

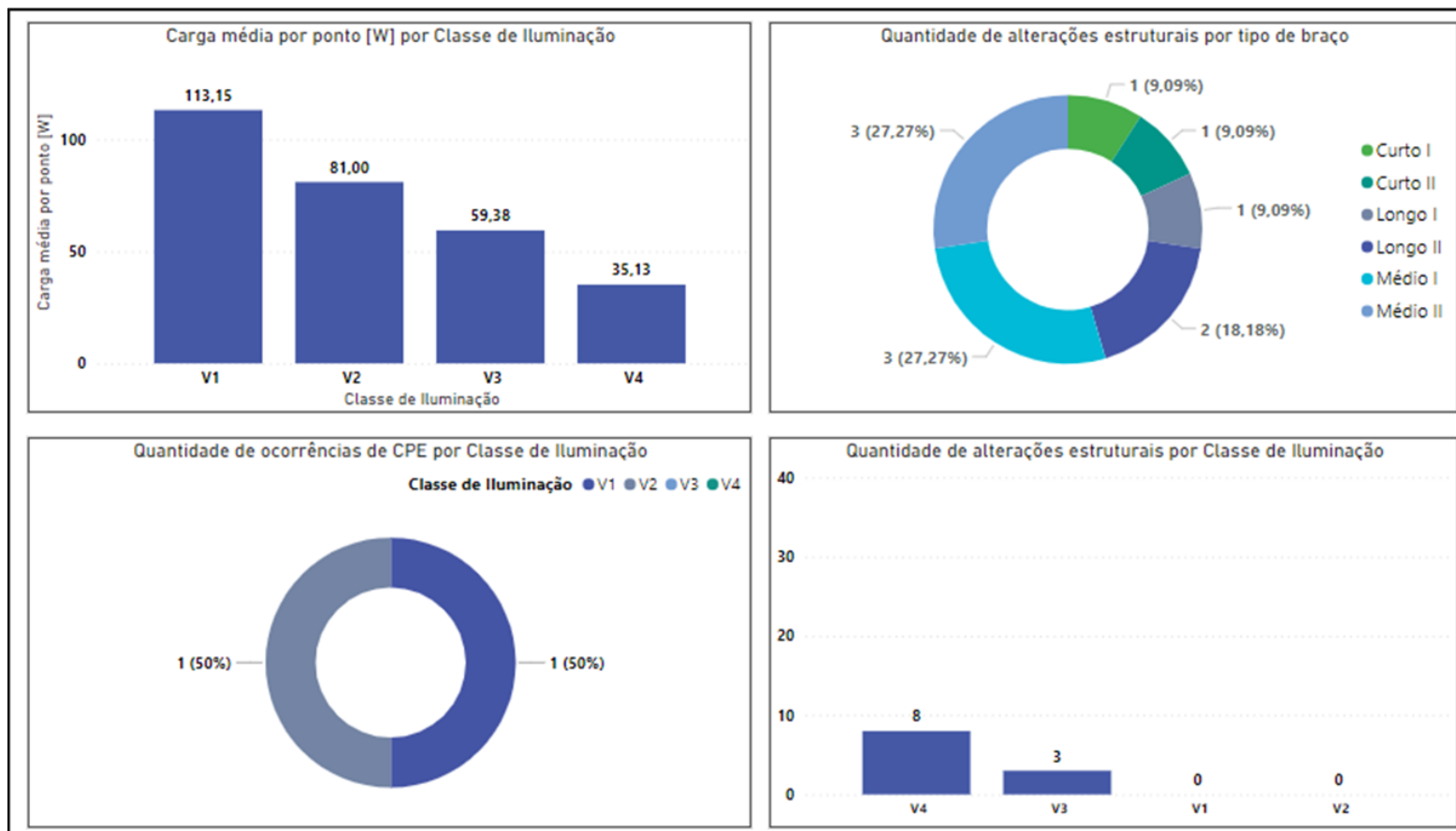
Fornecedor	Tipo de local	Quantidade de alterações estruturais	% de alterações estruturais
A	Vias principais	3	0,95%
	Outras vias	8	2,54%
B	Vias principais	8	2,54%
	Outras vias	20	6,35%
C	Vias principais	8	2,54%
	Outras vias	34	10,79%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

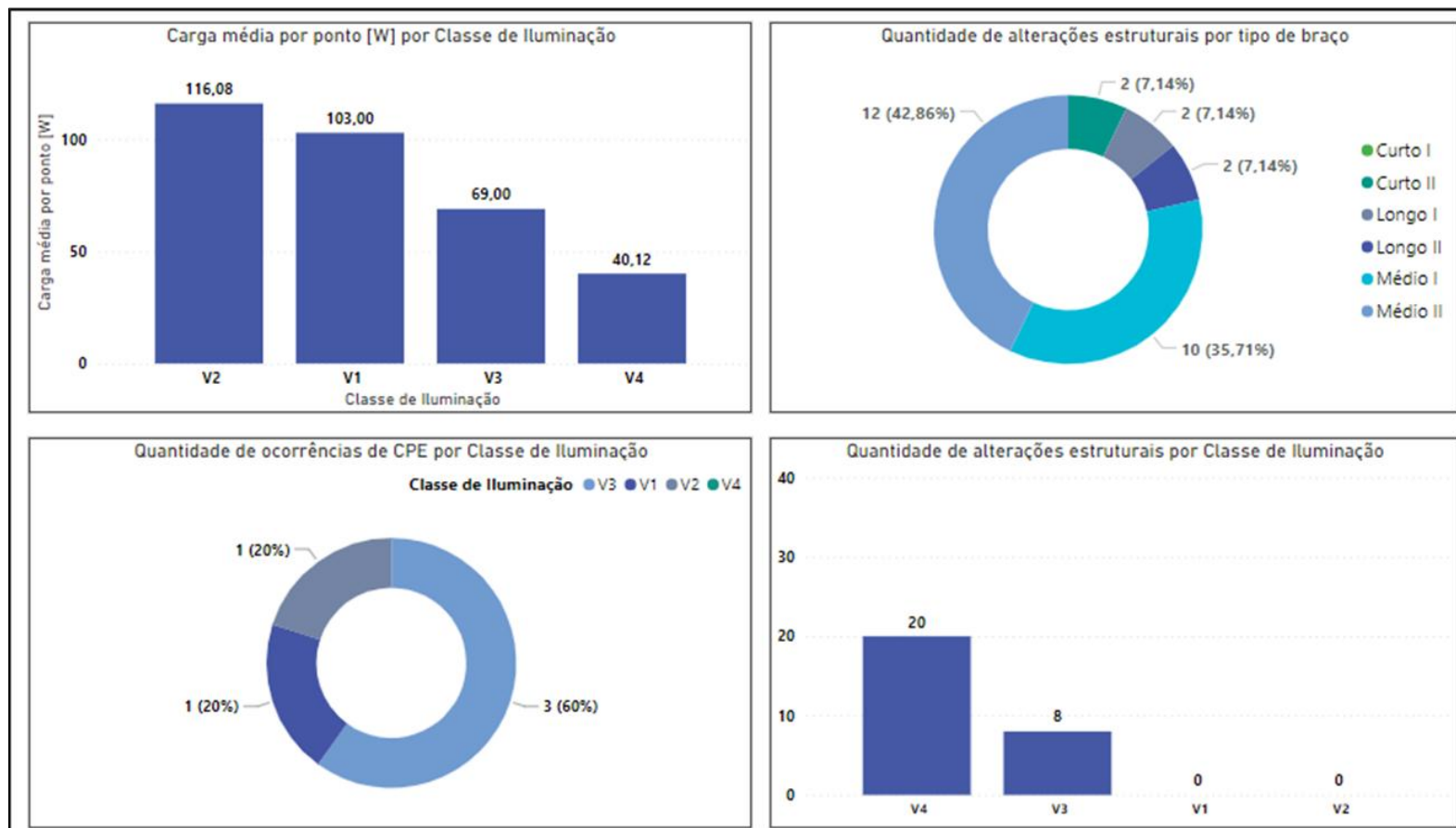
Nos gráficos a seguir, apresentam-se os principais dados relacionados aos resultados das simulações luminotécnicas para cada fornecedor utilizado.

Gráfico 1 – Resultados das simulações luminotécnicas para o Fornecedor A



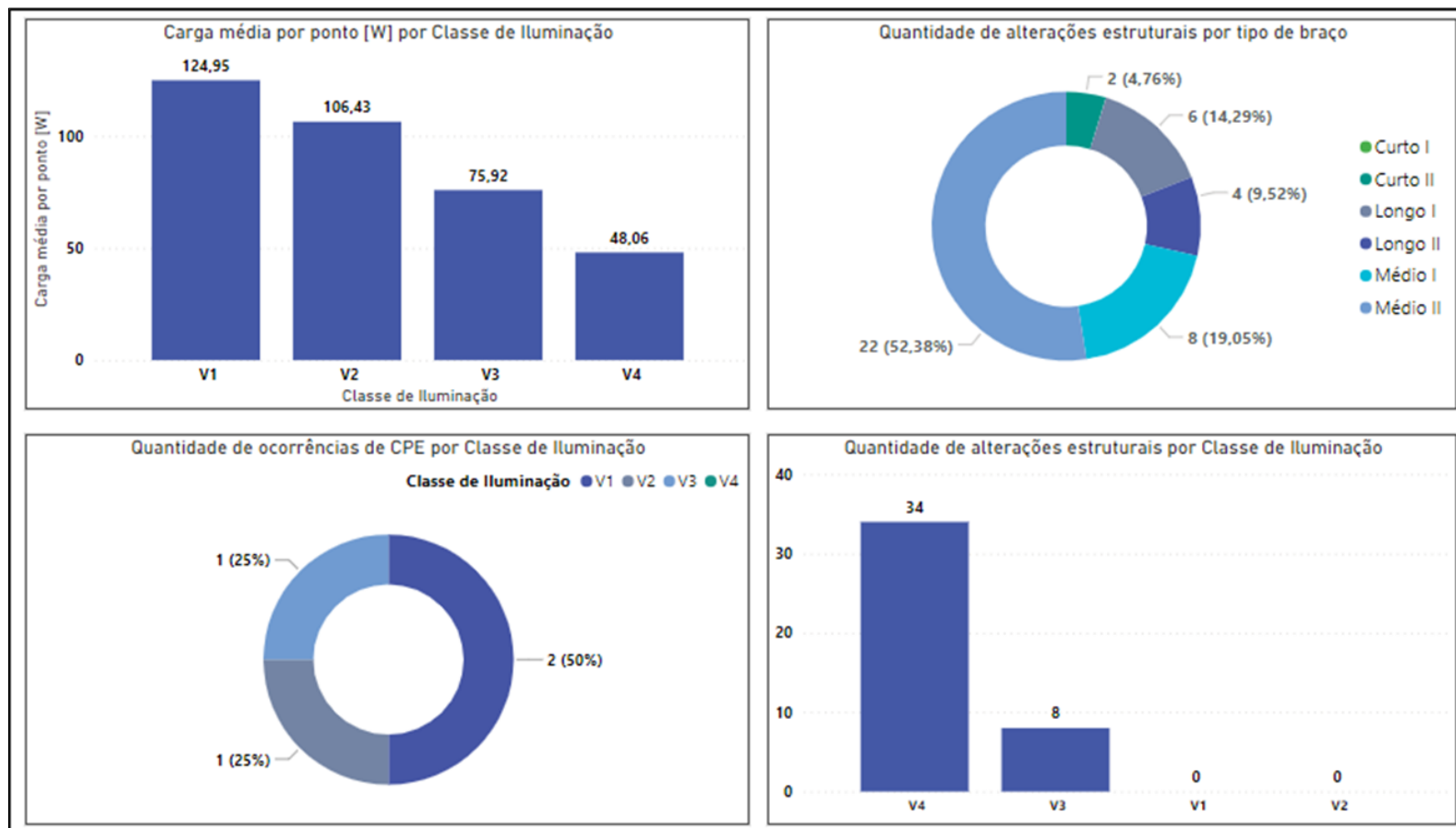
Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Gráfico 2 – Resultados das simulações luminotécnicas para o Fornecedor B



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Gráfico 3 – Resultados das simulações luminotécnicas para o Fornecedor C



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

Tabela 11 – Resumo dos resultados das simulações luminotécnicas por fornecedor

Parâmetro	Tipo de local	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Carga média por ponto	Vias principais	66,59 W	79,59 W	84,44 W
	Outras vias	35,13 W	40,00 W	48,06 W
	Geral	48,59 W	48,38 W	55,68 W
Meta de eficiência	Vias principais	35,72%	42,70%	45,30%
	Outras vias	29,49%	33,68%	40,35%
	Geral	36,32%	31,32%	58,20%
Alterações estruturais	Vias principais	0,95%	2,54%	2,54%
	Outras vias	2,54%	6,35%	10,79%
	Geral	3,49%	8,89%	13,33%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

2.4.4 Redução das Emissões de CO₂

É de grande importância a análise dos impactos da modernização e eficiência da rede de iluminação pública que se relacionam diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU⁴. Nesse sentido, pode-se mencionar a relação entre a produção de energia elétrica e emissão de GEE (gases do efeito estufa), especialmente o CO₂, devido a queima de combustíveis fósseis.

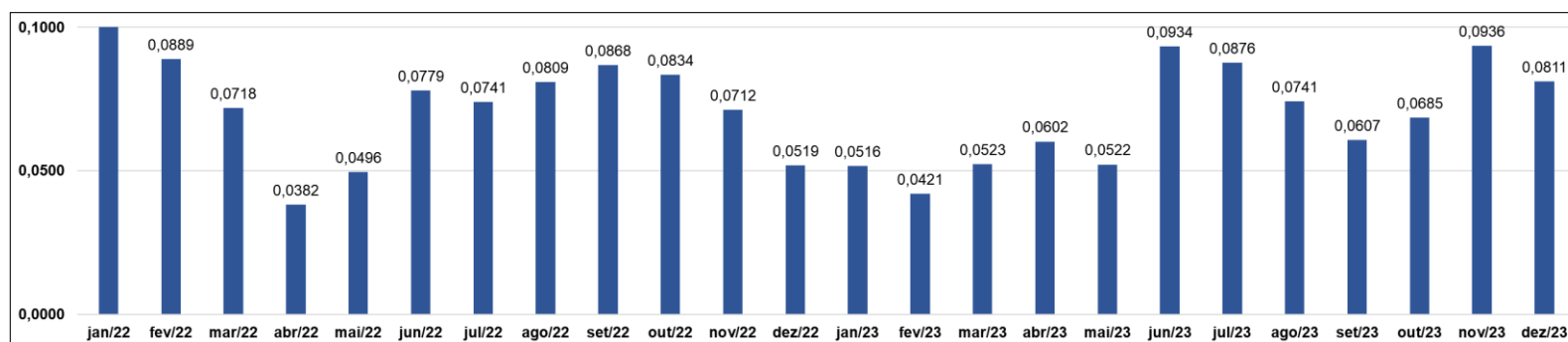
A partir da modernização e eficiência da rede de iluminação pública municipal, a redução da carga total instalada resultará em um menor consumo de energia elétrica e, portanto, em menores emissões de CO₂ na atmosfera. O gráfico a seguir exibe a quantidade de CO₂ emitido⁵, em toneladas, por MWh consumido em São José dos Pinhais nos anos de 2022 e 2023, considerando o consumo médio mensal apresentado na Situação Técnico Operacional.

⁴ Os ODSs para a Agenda 2030 das Nações Unidas no Brasil podem ser consultados em << <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> >>. Acesso em 30/01/2024.

⁵ Dados provenientes do Programa Brasileiro GHG Protocol. Disponível em << <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol> >>. Acesso em 30/01/2024.

Considerando a eficiência prevista para o projeto, apresentada nesta seção, apresenta-se a seguir a previsão da redução das emissões de CO₂ no Município, ao longo da concessão, devido ao consumo de energia elétrica.

Gráfico 4 – Emissão de CO₂ devido ao consumo de energia elétrica [MWh] pela rede de IP do município



Fonte: Dados do Programa Brasileiro GHG Protocol e dados próprios. Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

Tabela 12 – Resultados ambientais da PPP

Parâmetro	Quantidade
Toneladas CO ₂ mitigadas pela PPP	5.653,24
Árvores	39.573
Área de plantio	237.436,05 m ²
Campos de Futebol	27,9

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).⁶

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

Tabela 13 – Resumo do impacto ambiental da PPP

Parâmetro	Quantidade
Consumo mensal de energia da atual rede de IP	1.190,55 MWh
Redução do consumo mensal da rede de IP	498,00 MWh
Redução mensal das emissões de CO ₂	21,41t
Redução anual das emissões de CO₂	256,97t

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

2.5 Extrapolação das soluções luminotécnicas

Posteriormente à metodologia apresentada para a modernização e efficientização nos logradouros inspecionados, é importante extrapolar as soluções propostas para a rede de IP em sua totalidade.

⁶ Tela de fundo disponível em << <https://www.undp.org/destination-2030-accelerating-progress-sustainable-development-goals> >>. Acesso em 21/06/2024

Nesse sentido, a metodologia de extrapolação das soluções luminotécnicas propostas para os locais inspecionados segue a seguinte ordem de procedimentos:

- Definição do quantitativo de pontos de iluminação pública do inventário para vias de veículos e de pedestres, conforme apresentado na Situação Técnico-Operacional;
- Distribuição dos pontos de iluminação pública do inventário por potência existente;
- Distribuição dos pontos de iluminação pública do inventário por classe de iluminação, com suas respectivas potências atuais;
- Definição da representatividade das soluções de iluminação pública propostas de cada fornecedor por potência e classe de iluminação, conforme o resultado das simulações;
- Extrapolação das soluções a partir da representatividade das proposições de cada fornecedor, por potência e por classe de iluminação, e da distribuição de pontos de iluminação pública do inventário por potência e classe de iluminação.

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

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

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

2.5.1 Análise dos LEDs mantidos e substituídos

A fim de definir o quantitativo de LEDs que devem ser mantidos para o projeto, analisa-se o atendimento aos requisitos luminotécnicos, pelas diferentes potências, que pôde ser observado nas amostras. Em situações na qual uma mesma potência teve resultados positivos e negativos, analisa-se a montagem dessa luminária e se, nos locais não atendidos, é possível de se atingir os padrões normativos a partir de alterações estruturais, utilizando as configurações exibidas na seção 2.4.2.

Além disso, também é necessário identificar as potências que superam excessivamente os requisitos normativos de cada classe de iluminação a fim de se reduzir o consumo de energia da rede de iluminação pública e, ainda, trazer mais conforto visual para as vias públicas. Tais LEDs identificados como superdimensionados também podem ser realocados para vias de outras classes de iluminação, a fim de substituir potências que forem insuficientes para o atendimento normativo dessas classes.

Já os LEDs insuficientes, ou que não puderem ser aproveitados no atendimento das demais classes, serão substituídos pela melhor solução definida para cada classe de acordo com as simulações luminotécnicas. Dessa forma, é possível se concluir o quantitativo de LEDs a ser mantido para cada classe de iluminação, visando a solução mais eficiente e financeiramente viável.

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

Tabela 14 - Situação definida para os LEDs existentes em vias V4

Classe de Iluminação	Potência Atual	Quantitativo	LED mantido	Motivo
V4	20	2	Não	Não Atende
V4	40	3	Sim	Atende
V4	50	1931	Sim	Atende
V4	58	206	Sim	Atende

Classe de Iluminação	Potência Atual	Quantitativo	LED mantido	Motivo
V4	60	10894	Sim	Atende
V4	62	1	Não	Iluminância Excessiva
V4	64	1	Não	Iluminância Excessiva
V4	69	1700	Não	Iluminância Excessiva
V4	75	22	Não	Iluminância Excessiva
V4	80	5267	Não	Iluminância Excessiva
V4	150	2618	Não	Iluminância Excessiva

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 15 - Situação definida para os LEDs existentes em vias V3

Classe de Iluminação	Potência Atual	Quantitativo	LED mantido	Motivo
V3	50	429	Não	Não Atende
V3	80	993	Sim	Atende

Classe de Iluminação	Potência Atual	Quantitativo	LED mantido	Motivo
V3	85	365	Sim	Atende
V3	90	1798	Sim	Atende
V3	100	9	Não	Iluminância Excessiva
V3	105	1	Não	Iluminância Excessiva
V3	120	56	Não	Iluminância Excessiva
V3	125	1	Não	Iluminância Excessiva
V3	150	483	Não	Iluminância Excessiva
V3	180	73	Não	Iluminância Excessiva
V3	200	3	Não	Iluminância Excessiva
V3	250	4	Não	Iluminância Excessiva

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 16 - Situação definida para os LEDs existentes em vias V2

Classe de Iluminação	Potência Atual	Quantitativo	LED mantido	Motivo
V2	60	48	Não	Não Atende
V2	69	29	Não	Não Atende
V2	80	232	Não	Não Atende

Classe de Iluminação	Potência Atual	Quantitativo	LED mantido	Motivo
V2	150	132	Sim	Atende
V2	180	82	Não	Iluminância Excessiva

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 17 - Situação definida para os LEDs existentes em vias V1

Classe de Iluminação	Potência Atual	Quantitativo	LED mantido	Motivo
V1	60	72	Não	Não Atende
V1	80	136	Não	Não Atende
V1	150	359	Sim	Atende
V1	180	217	Sim	Atende

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Ao todo, nas tabelas anteriores são classificados como “não atende” e “iluminância excessiva” um total de 11.269 (onze mil, duzentos e sessenta e nove) LEDs existentes, sendo 9.611 (nove mil, seiscentos e onze) em vias V4, 1.059 (mil e cinquenta e nove) em vias V3, 391 (trezentos e noventa e um) em vias V2 e 208 (duzentos e oito) em vias V1.

Entretanto, os LEDs superdimensionados ou insuficientes podem ser aproveitados para substituir os LEDs não mantidos e pontos de tecnologia convencional nas demais classes. Neste caso a tabela a seguir demonstra a proposta de realocar 1.155 (mil cento e cinquenta e cinco) luminárias LED para pontos que já foram modernizados e realocar 1.186 (mil cento e oitenta e seis) luminárias LED para pontos a serem modernizados, ou seja, que ainda possuem lâmpadas com tecnologia defasada.

A tabela a seguir apresenta na coluna de Ponto atual, as informações de classe, tecnologia atual, potência e quantitativo de pontos que irão receber os LEDs realocados, e a Coluna LED realocado as informações pontos em que esses LEDs foram retirados.

Tabela 18 – Pontos LED realocados

Ponto atual				LED realocado		
Classe	Tecnologia	Potência [W]	Qtde	Classe	Potência [W]	Qtde
V1	LED	60	72	V3	180	72
V1	Vapor de Sódio	247	57	V2	180	57
V1	Vapor de Mercúrio	78	1	V2	180	1
V1	Vapor Metálico	399	24	V2	180	24
V2	Vapor de Sódio	70	3	V3	120	3
V2	Vapor de Mercúrio	124	1	V3	125	1
V2	Vapor Metálico	248	53	V3	120	53
V2	Vapor de Mercúrio	249	1	V3	105	1
V3	LED	50	429	V4	70	429
V3	Vapor de Sódio	98	29	V4	70	29
V3	Vapor de Mercúrio	124	66	V4	70	66
V3	Vapor de Sódio	148	162	V4	70	162
V3	LED	150	483	V4	70	483
V3	Vapor de Sódio	247	15	V2	80	15
V3	Vapor Metálico	248	182	V4	69	182
V3	Vapor de Sódio	398	43	V2	80	43
V3	Vapor Metálico	399	317	V4	69	317
V3	LED	100	9	V2	80	9
V3	LED	105	1	V2	80	1
V3	LED	120	56	V4	80	56
V3	LED	125	1	V2	80	1
V3	Vapor Metálico	149	154	V2	80	154
V3	LED	180	73	V4	80	73
V3	LED	200	3	V2	70	3
V3	LED	250	4	V2	70	4
V3	Vapor de Mercúrio	400	32	V4	70	32
V4	Vapor de Sódio	247	40	V2	60	40

Ponto atual				LED realocado		
Classe	Tecnologia	Potência [W]	Qtde	Classe	Potência [W]	Qtde
V4	Vapor de Mercúrio	249	2	V2	60	2
V4	LED	20	2	V2	60	2
V4	LED	75	22	V2	69	22
V4	Vapor Metálico	99	2	V2	60	2
V4	Vapor de Sódio	122	2	V2	60	2
TOTAL				2.341		

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Desse modo, apresenta-se o resumo da relação de LEDs mantidos, substituídos e realocados na tabela a seguir. Ressalta-se que os LEDs mantidos ou realocados serão substituídos ao longo da PPP, conforme o término de sua vida útil.

Tabela 19 - Resultado da análise de permanência dos LEDs existentes

Tipo	Quantidade
LEDs mantidos ou realocados	18.053
LEDs substituídos	10.114

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Ao todo, dentro da metodologia adotada foi identificada a necessidade de adequação imediata de 10.114 (dez mil, cento e catorze) LEDs, e os 18.053 (dezoito mil e cinquenta e três) pontos LED de iluminação viária restante, serão inicialmente mantidos e substituídos ao longo da PPP de acordo com a vida útil ou se necessário, adequar os mesmos de acordo com a norma. A seguir, apresenta-se o percentual e a distribuição das luminárias conforme a tipologia viária e a decisão sobre a manutenção ou substituição dos pontos de iluminação pública:

Tabela 20 – Luminárias Substituídas e Mantidas por tipo de via

Tipo de Via	LEDs substituídos imediatamente	%	LEDs inicialmente mantidos	%	Total de Luminária
Vias Principais	527	1,87%	4.995	17,73%	5.522
Outras Vias	9.587	34,04%	13.058	46,36%	22.645
Total	10.114	35,91%	18.053	64,09%	28.167

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2025).

O resumo da situação definida para os LEDs do Município, por cada Classe de Via, está apresentado na próxima tabela.

Tabela 21 - Resultado da análise de permanência dos LEDs existentes

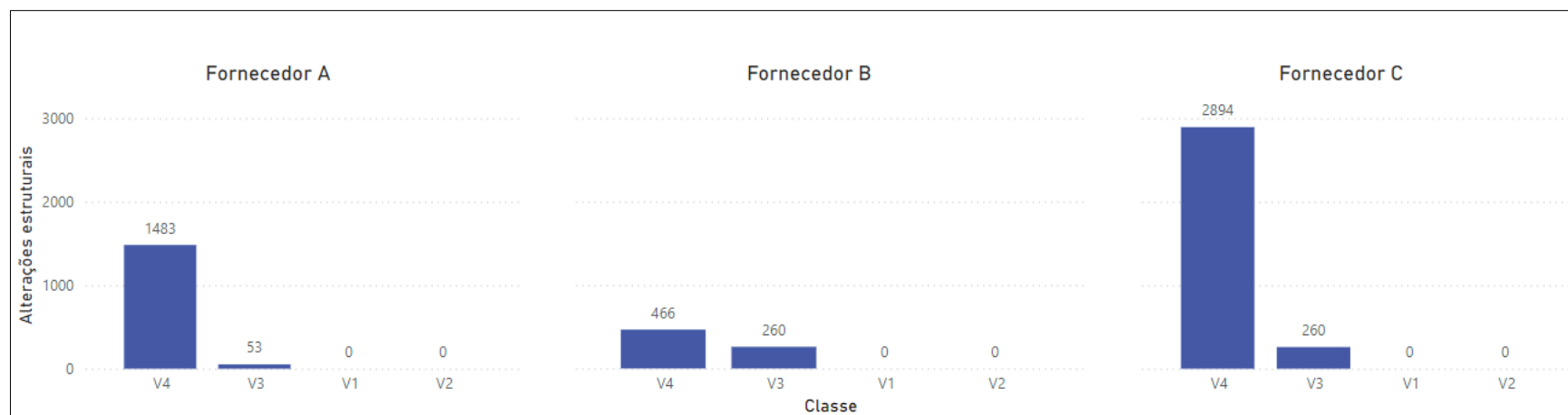
Classe	LEDs inicialmente mantidos	LEDs substituídos imediatamente	Total
V1	648	136	784
V2	132	391	523
V3	4.215	0	4.215
V4	13.058	9.587	22.645
Total	18.053	10.114	28.167

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

2.5.2 Alterações estruturais na montagem da luminária

Entende-se alterações estruturais por mudanças nos parâmetros de instalação das luminárias, isto é, na projeção e na altura dos braços de IP. Com o intuito de definir o total de braços de iluminação pública necessários para aquisição, estima-se, a partir da extrapolação das proposições luminotécnicas feitas para os locais amostrados, o quantitativo de pontos com necessidade de adequação. Portanto, no gráfico a seguir, tem-se a totalidade de aquisição de braços de iluminação pública para a solução de cada um dos fornecedores definidos.

Gráfico 5 - Quantidade de alterações estruturais definidos por fornecedor



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Portanto, para os fornecedores A, B e C, tem-se, respectivamente, os totais de 1.536 (mil, quinhentos e trinta e seis), 726 (setecentos e vinte e seis) e 3.154 (três mil, cento e cinquenta e quatro) alterações estruturais.

2.5.3 Correção de pontos escuros (CPE)

Como solução secundária para atendimento à Norma 5101, considerara-se ainda a correção de ponto escuro (CPE), que se refere à necessidade do aumento do número de pontos em um logradouro onde já existe iluminação, porém que é deficiente em relação à Norma 5101.

Para extrapolação das CPEs, contabiliza-se os números de pontos adicionados aos logradouros inspecionados e, posteriormente, calcula-se a representatividade de cada uma das CPEs em relação ao quantitativo de pontos existentes para cada classe de iluminação. Desse modo, a necessidade de execução de CPEs ocasiona em um aumento do número de pontos a serem implantados na Fase 2 da PPP. A tabela a seguir apresenta as tipologias apuradas, correspondentes à solução de cada fornecedor definido, conforme elencado pelo item 2.4.2.

Tabela 22 - Resultados de CPE

Classe	Tipo de CPE	Tipo de Braço	Fornecedor A		Fornecedor B		Fornecedor C	
			Quant	Potência [W]	Quant	Potência [W]	Quant	Potência [W]
V1	APC	Médio II	113	113	-	-	113	141,5
V1	APC	Longo I	-	-	-	-	113	141,5
V1	AB	Médio II	-	-	226	115	-	-

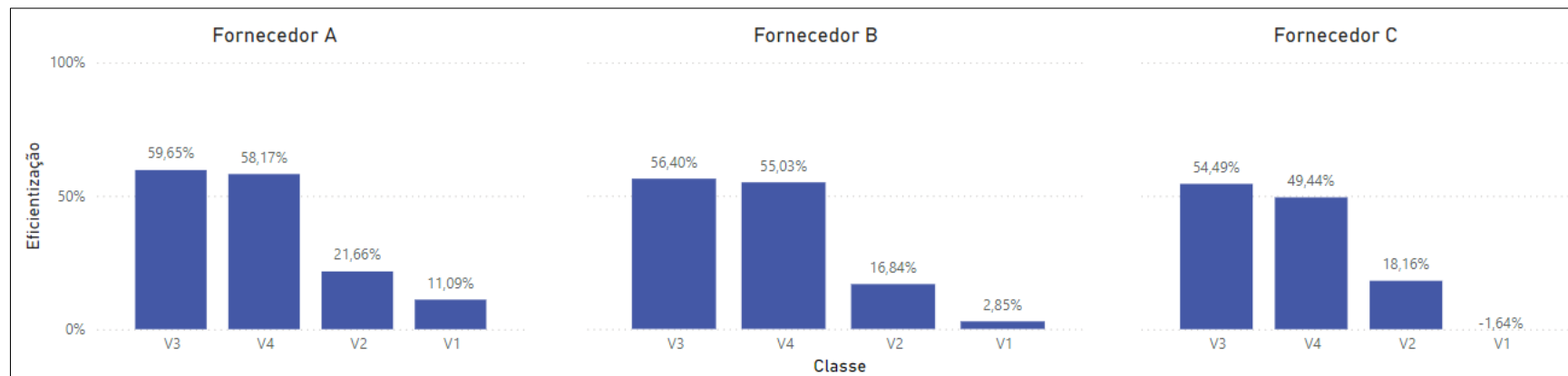
Classe	Tipo de CPE	Tipo de Braço	Fornecedor A		Fornecedor B		Fornecedor C	
			Quant	Potência [W]	Quant	Potência [W]	Quant	Potência [W]
V2	APC	Longo I	66	83	66	115	66	108,4
V3	APC	Longo II	-	-	53	68	54	87,9
V3	APC	Longo II	-	-	53	68	-	-
V3	APC	Curto II	-	-	53	68	-	-
Total relativo ao atual parque de IP			0,51%	0,48%	1,29%	1,15%	0,99%	1,16%
TOTAL			179	18.247	451	44.392	346	43.880

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

2.5.4 Resultados da correlação entre inventário e amostra inspecionada

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

Gráfico 6 - Resultados de eficiência obtidos por fornecedor



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Nota-se que V1 e V2 tiveram, em todos os cenários, percentuais de eficientização baixos quando comparados às demais vias. Isso se deve tanto ao fato de que essas classes exigem potências mais elevadas para que haja o atendimento pleno à Norma 5101, quanto à necessidade de adição de pontos para correção de pontos escuros em alguns casos. Já os resultados em vias V3 e V4 foram agradáveis, pelo fato de a potência atual ter sido reduzida drasticamente em comparação com a potência proposta do estudo em questão. Com isso, a eficientização global se manteve em um nível satisfatório.

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

Tabela 23 - Resultado de eficiência para a iluminação viária no Município

Classe Viária	Potência Atual [W]	Fornecedor A			Fornecedor B			Fornecedor C		
		Potência Proposta [W]	Potência Total [W] ⁷	Eficiência	Potência Proposta [W]	Potência Total [W]	Eficiência	Potência Proposta [W]	Potência Total [W]	Eficiência
V1	140.827	137.436	150.205	-6,66%	140.749	172.728	-22,65%	140.912	166.902	-18,52%
V2	247.082	141.852	147.330	40,37%	179.768	186.922	24,35%	183.272	190.862	22,75%
V3	661.628	272.285	272.285	58,85%	272.285	277.032	58,13%	272.285	283.097	57,21%
V4	2.232.929	1.222.735	1.222.735	45,24%	1.396.618	1.396.618	37,45%	1.279.345	1.279.345	42,71%
TOTAL	3.811.466	1.795.445	1.792.555	45,39%	1.917.972	2.033.300	38,06%	2.087.293	1.920.206	41,50%

Fonte: Elaborado por Huer Concessões (2024).

⁷ Potência total é a potência proposta mais a potência CPE.

A análise de efficientização apresentada na tabela acima considera as substituições realizadas pela Prefeitura entre as etapas de Situação Técnico Operacional e os Estudos de Engenharia. Conforme descrito na seção 2.5.1, ressalta-se que, parte das luminárias anteriormente previstas para modernização foi substituída pelo Município. Dessa forma, a metodologia adotada contemplou a análise estrutural e a dedução desses pontos da contagem original, de maneira que o cenário proposto nestes estudos está alinhado com a realidade atual do parque de iluminação pública e permite a elaboração da Modelagem Econômico-Financeira em conformidade com as obrigações que serão assumidas pela futura concessionária.

Além disso, considerando os resultados das Vias Principais (V1, V2 e V3) e Outras Vias (V4), estimou-se, segundo análise de potência total das classificações e levantamento do quantitativo de cada uma delas, uma carga média por ponto de 74,39 W e 47,09 W, respectivamente.

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

2.6 Ciclovias e Ciclofaixas

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

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

2.6.1 Requisitos de Iluminação para Ciclovias e Ciclofaixas

Como mencionado anteriormente, ciclovias e ciclofaixas possuem seus próprios padrões normativos de iluminância e uniformidade. Considerando as diferenciações entre ciclovias e ciclofaixas, e a convivência dos ciclos nesta última de forma mais próxima aos veículos, e conseqüentemente, um maior risco à segurança de todos utilizando as vias, faz-se necessária a exigência de requisitos luminotécnicos distintos.

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

Tabela 24 - Requisitos para Ciclovias e Ciclofaixas

Tipo	Classe de Iluminação	Iluminância Média Mínima [E _{med} , min (lux)]	Fator de Uniformidade Mínimo [U = E _{min} / E _{med}]
Ciclofaixas	C1	15	0,2
Ciclovias	C2	10	0,2

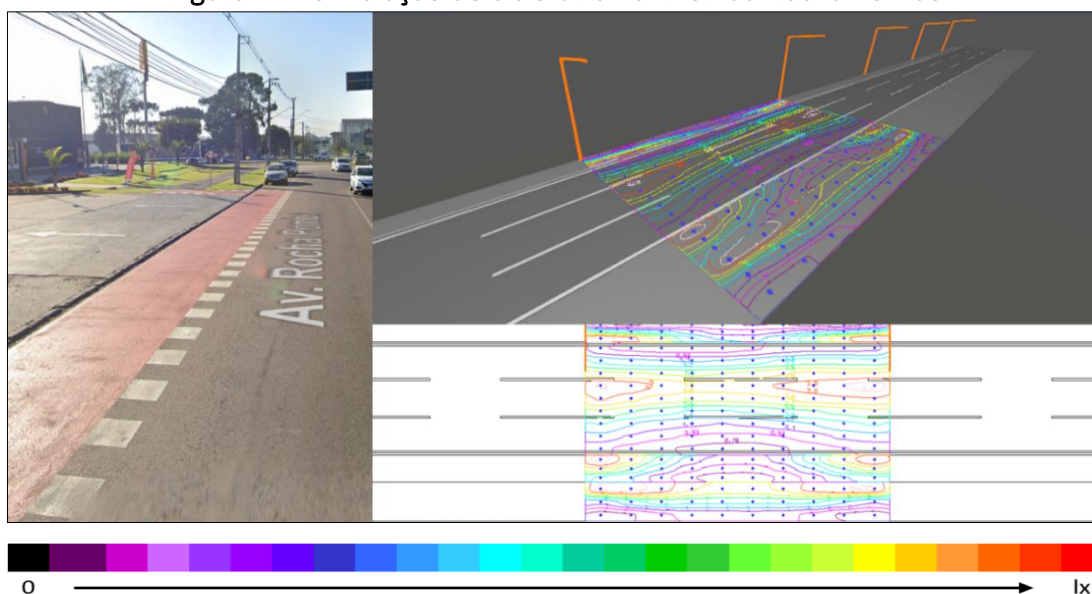
Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

2.6.2 Estudo Referencial para Ciclovias

Durante o trabalho de campo, foram vistoriados 3 logradouros com ciclofaixas e, portanto, foram feitas simulações luminotécnicas visando propor soluções de iluminação pública que atendam os parâmetros definidos, levando em consideração que todas são classificadas como V3.

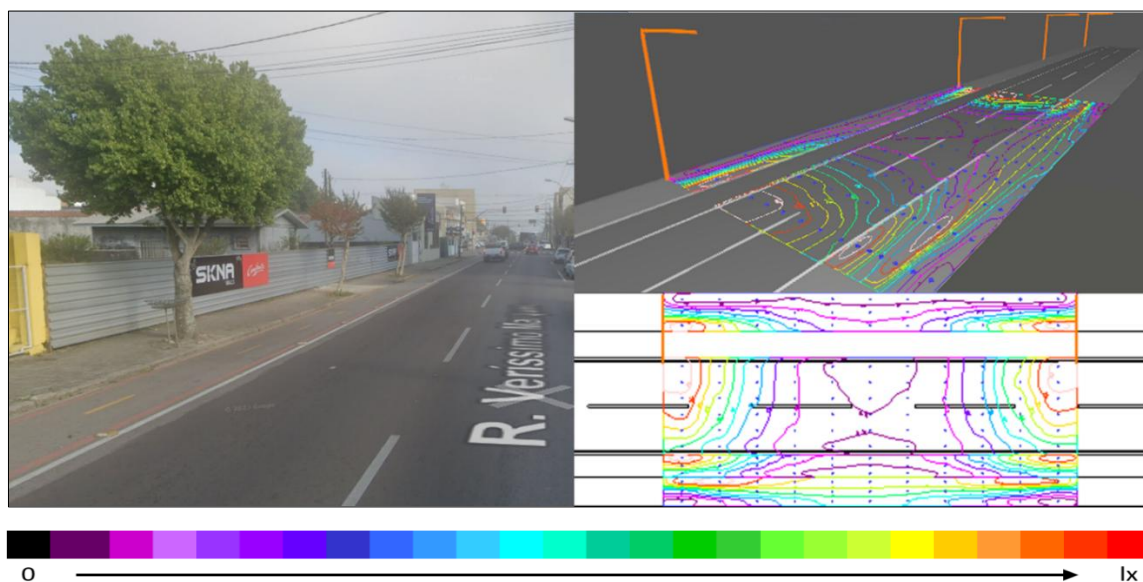
Nas figuras a seguir, exemplifica-se a montagem e a simulação desses locais.

Figura 12 - Simulação de ciclofaixa na Avenida Rocha Pombo



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 13 - Simulação de ciclofaixa na Rua Veríssimo Marques



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

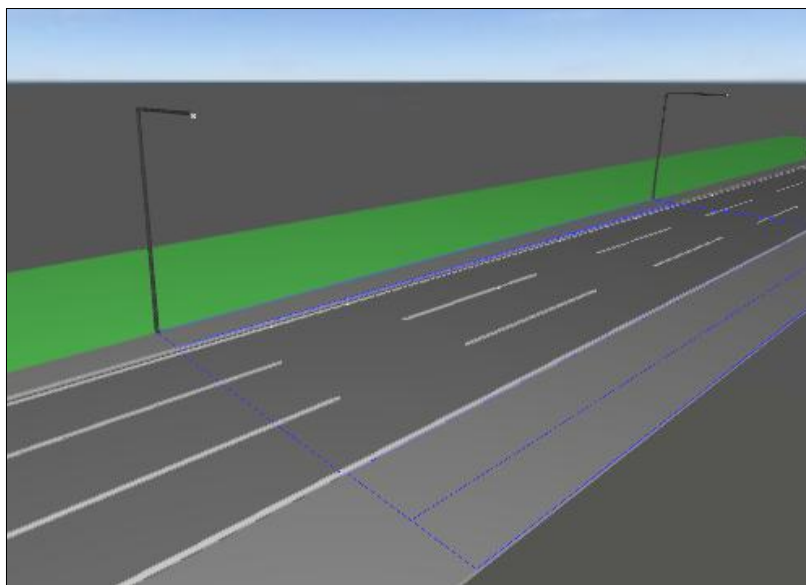
Figura 14 - Simulação de ciclofaixa na Rua Voluntários da Pátria



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

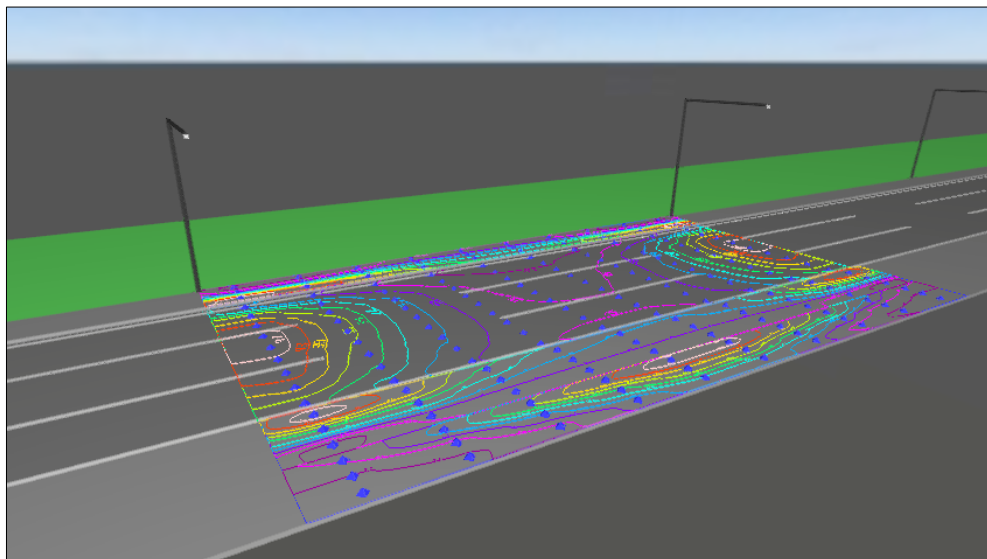
Figura 15 - Ilustração para iluminação de Ciclovias



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Utilizando o Dialux, foram avaliados os resultados luminotécnicos das ciclovias como parte do estudo de engenharia, garantindo o atendimento aos requisitos de iluminação previamente estabelecidos. A imagem abaixo ilustra o estudo desenvolvido.

Figura 16 - Estudo de Engenharia para Ciclovias



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Considerando as análises realizadas, sugerimos a implementação da iluminação em ciclovias utilizando postes com espaçamento de 20,0 metros entre eles e altura de instalação das luminárias de 5,0 metros. Essa recomendação é respaldada pelos resultados predominantes nos estudos de amostra e em conformidade com as infraestruturas de iluminação pública instaladas pela prefeitura para as ciclovias existentes. No que diz respeito à potência das Luminárias LED, os dados obtidos para atender aos requisitos de iluminação da Classe C1 e C2, são os seguintes:

Tabela 25 - Resultado de engenharia para Ciclofaixas (C1)

Fornecedor	Potência Luminária LED
A	55,00 W
B	60,00 W
C	70,00 W
Mediana Fornecedores	60,00 W

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 26 - Resultado de engenharia para Ciclovias (C2)

Fornecedor	Potência Luminária LED
A	33,00 W
B	36,00 W
C	52,00 W
Mediana Fornecedores	36,00 W

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

Tabela 27 - Dimensionamento Ciclovias para Instalação de IP

Logradouro	Classe	Latitude	Longitude	Extensão (km)
Av. Rocha Pombo	C1	-25,532024	-49,196174	0,087
Rua Veríssimo Marques	C1	-25,535350	-49,201351	0,93
Rua Voluntários da Pátria	C1	-25,539037	-49,204162	1,01
Rua Joaquim Nabuco ⁸	C2	-25.521568	-49.200748	2,20
Avenida Senador Souza Naves	C1	-25.530981	-49.213936	0,62
Rua Zacarias Alves Pereira ⁹	C1	-25.533729	-49.208919	0,48
Total Pontos de IP em Ciclovias e Ciclofaixas				267

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

2.7 Faixa de Pedestre

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

⁸ Dados provenientes da Prefeitura de São José dos Pinhais. Disponível em: <<[Ampliação dobrará a extensão da malha ciclovária em São José dos Pinhais - Prefeitura de São José dos Pinhais](https://www.sjp.pr.gov.br/prefeitura-oficializa-tracado-e-implantacao-do-1o-anel-central-ciclovuario-de-sao-jose-dos-pinhais-confira-o-trajeto-de-quase-6-km/)[Prefeitura de São José dos Pinhais \(sjp.pr.gov.br\)](https://www.sjp.pr.gov.br/prefeitura-oficializa-tracado-e-implantacao-do-1o-anel-central-ciclovuario-de-sao-jose-dos-pinhais-confira-o-trajeto-de-quase-6-km/)>>

⁹ Dados provenientes da Prefeitura de São José dos Pinhais. Disponível em: <<<https://www.sjp.pr.gov.br/prefeitura-oficializa-tracado-e-implantacao-do-1o-anel-central-ciclovuario-de-sao-jose-dos-pinhais-confira-o-trajeto-de-quase-6-km/>>>

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

É essencial esclarecer que, no *Produto 06 – Diagnóstico da Situação Técnico-Operacional*, foram apresentadas quantidades distintas de faixas de pedestres identificadas no Município através do Plano de Mobilidade. No entanto, o georreferenciamento dessas faixas não foi disponibilizado, e a metodologia acima mencionada foi estabelecida para determinar o número de faixas de pedestres que receberão iluminação exclusiva.

2.6.3 Requisitos de Iluminação para Faixa de Pedestres

Para garantir a segurança e visibilidade adequadas nas faixas de pedestres, é crucial seguir as normas nacionais e internacionais para iluminação. O índice de iluminância média mínima vertical, medido em lux (lx), é um parâmetro importante que deve ser atendido. Os níveis exigidos para a iluminação média mínima vertical variam conforme a classe de iluminação de veículos da via, de acordo com a Norma 5101, de acordo com a imagem abaixo.

A medição da iluminância vertical é realizada a 1,5 metros do piso, em um plano longitudinal ao longo do comprimento da faixa de pedestres. O cálculo do nível de iluminância vertical é feito através da média aritmética das medições realizadas nesse plano. É importante observar que as normas podem variar, e é crucial consultar as regulamentações locais ou nacionais específicas para garantir a conformidade com os requisitos locais. Além do índice de iluminância, outras considerações importantes incluem a uniformidade da iluminação ao longo da faixa de pedestres, a temperatura de cor da luz, e a presença de ofuscamento que possa prejudicar a visibilidade dos pedestres e motoristas. Esses fatores adicionais também podem ser abordados nas normas específicas.

Tabela 28 - Classe da via para faixa de pedestres

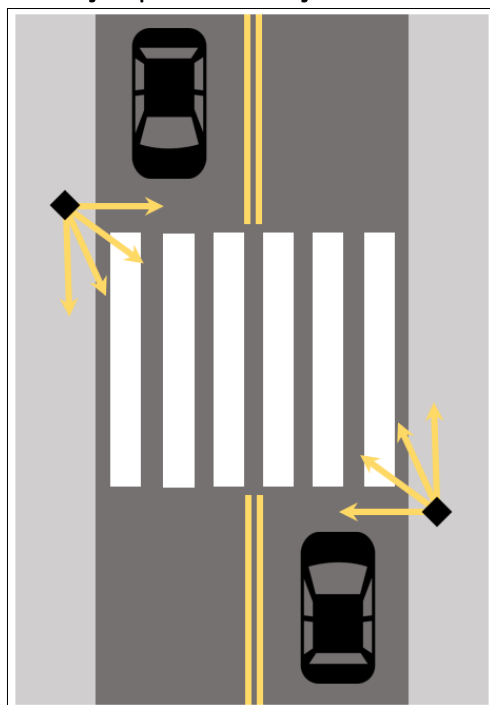
Classe de Iluminação	Iluminância Média Mínima Vertical	Iluminância Média Mínima Horizontal
V1	22,50	52,5
V2	15	35
V3	11,25	26,25
V4	7,5	17,5

Fonte: Norma 5101 (2018)

2.6.4 Estudo Referencial para Faixas de Pedestres – Vias V1, V2 e V3

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

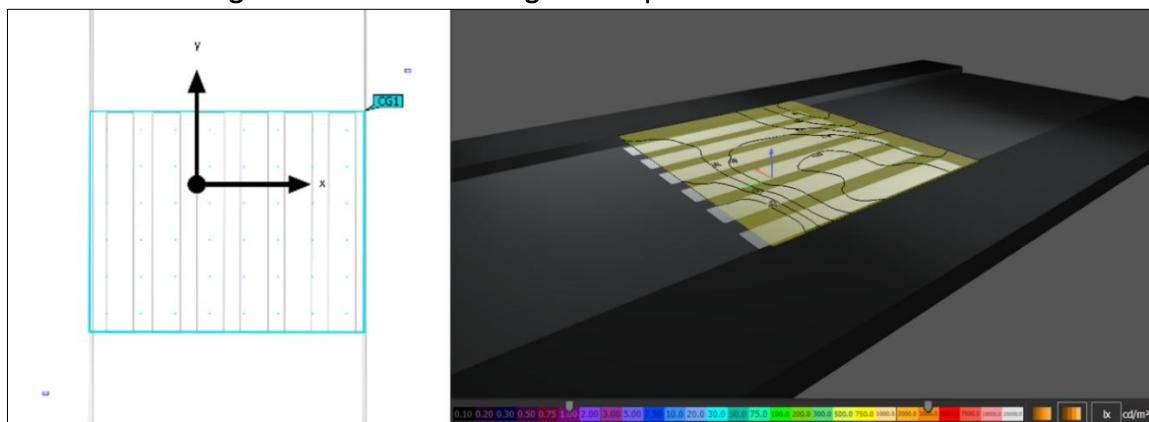
Figura 17 - Ilustração para iluminação de Faixas de Pedestres



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Utilizando o software Dialux, foram avaliados os resultados luminotécnicos para as faixas de pedestres, conforme os requisitos de iluminação previamente estabelecidos no estudo de engenharia, levando em consideração a simetria do feixe luminoso, e suas potências específicas. A imagem a seguir exemplifica o trabalho realizado.

Figura 18 – Estudo de Engenharia para Faixas de Pedestres



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Com base nos estudos realizados, foi possível determinar a potência das luminárias LED a serem instaladas, garantindo o cumprimento dos requisitos de iluminação estabelecidos. O resultado a seguir contempla o cenário para atendimento aos índices mínimos de iluminância vertical, sendo estimados em 22,50 lux para Vias V1, 15,00 lux para Vias V2 e 11,25 lux para Vias V3, considerando diferentes larguras de via.

Tabela 29 - Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres V1

Fornecedor	Largura Via 5,0m	Largura Via 7,0m	Largura Via 9,0m	Média Fornecedores
A	41,00 W	41,00 W	55,00 W	45,66 W
B	51,00 W	60,00 W	82,00 W	64,33 W
C	45,00 W	52,00 W	52,00 W	49,67 W
Média por Largura de Via	45,67 W	51,00 W	63,00 W	53,22 W

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 30 - Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres V2

Fornecedor	Largura Via 5,0m	Largura Via 7,0m	Largura Via 9,0m	Média Fornecedores
A	24,00 W	33,00 W	33,00 W	30,00W
B	36,00 W	51,00 W	51,00 W	46,00 W
C	36,00 W	45,00 W	45,00 W	42,00 W
Média por Largura de Via	32,00 W	43,00 W	43,00 W	39,33 W

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 31 – Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres V3

Fornecedor	Largura Via 5,0m	Largura Via 7,0m	Largura Via 9,0m	Média Fornecedores
A	24,00 W	24,00 W	24,00 W	24,00 W

Fornecedor	Largura Via 5,0m	Largura Via 7,0m	Largura Via 9,0m	Média Fornecedores
B	30,00 W	30,00 W	30,00 W	30,00 W
C	28,00 W	36,00 W	36,00 W	33,33 W
Média por Largura de Via	27,33 W	30,00 W	30,00 W	29,11 W

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Como forma de dimensionamento da quantidade de Faixas de Pedestres para implantação de uma iluminação exclusiva, conforme tabela abaixo, considerou-se a extensão das Vias V1, V2 e V3 e uma distância de 1 (um) km entre as faixas de pedestres, totalizando 202 (duzentas e duas) faixas de pedestres a serem iluminadas de forma exclusiva no Município, sendo cada faixa composta por 2 estruturas com luminárias, totalizando 404 pontos de iluminação pública exclusiva para as faixas de pedestre.

Tabela 32 – Estimativa quantidade de Faixas de Pedestres

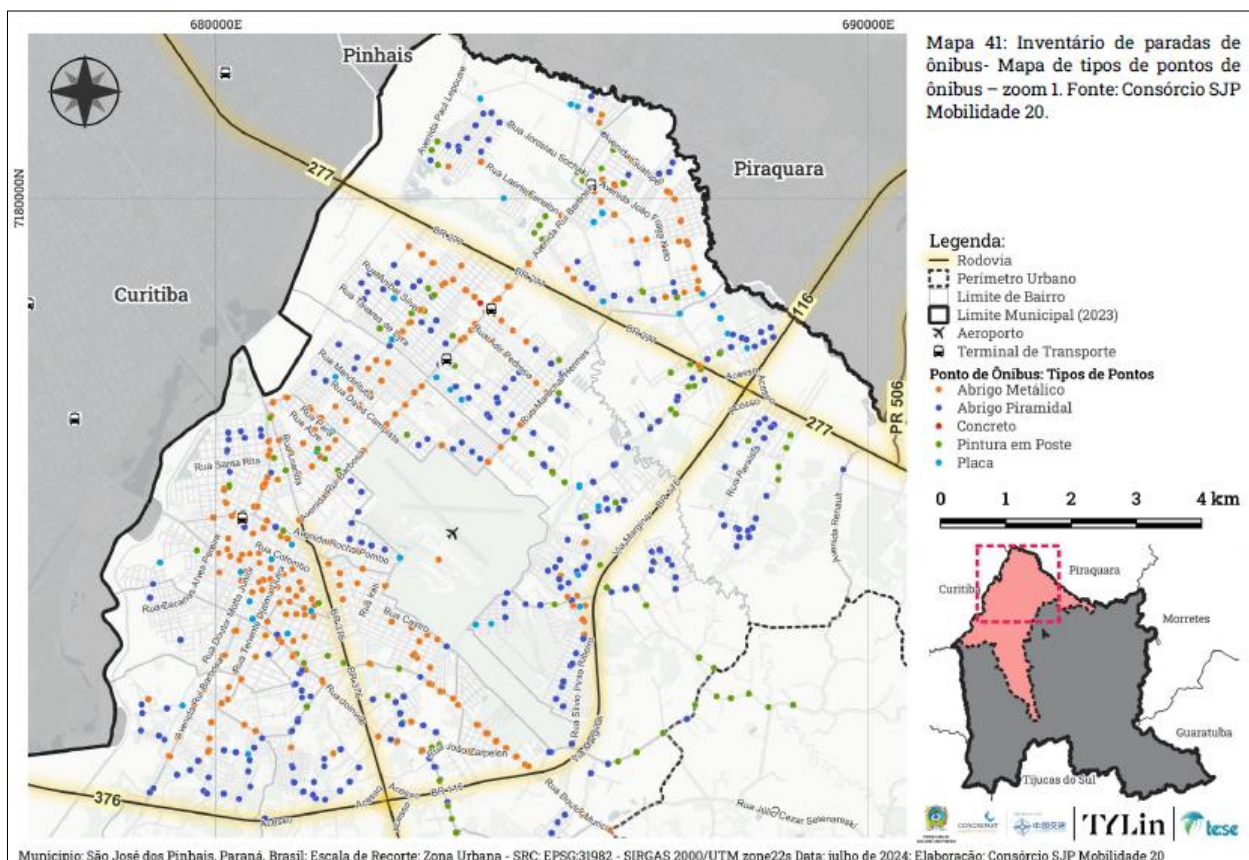
Premissa	Valor
Extensão estimada para V1	55,83 km
Extensão estimada para V2	58,87 km
Extensão estimada para V3	87,06 km
Distância média entre Faixas de Pedestres	1 km
Quantidade de Faixas de Pedestres	202 un.

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

2.8 Pontos de embarque e desembarque (PEDs)

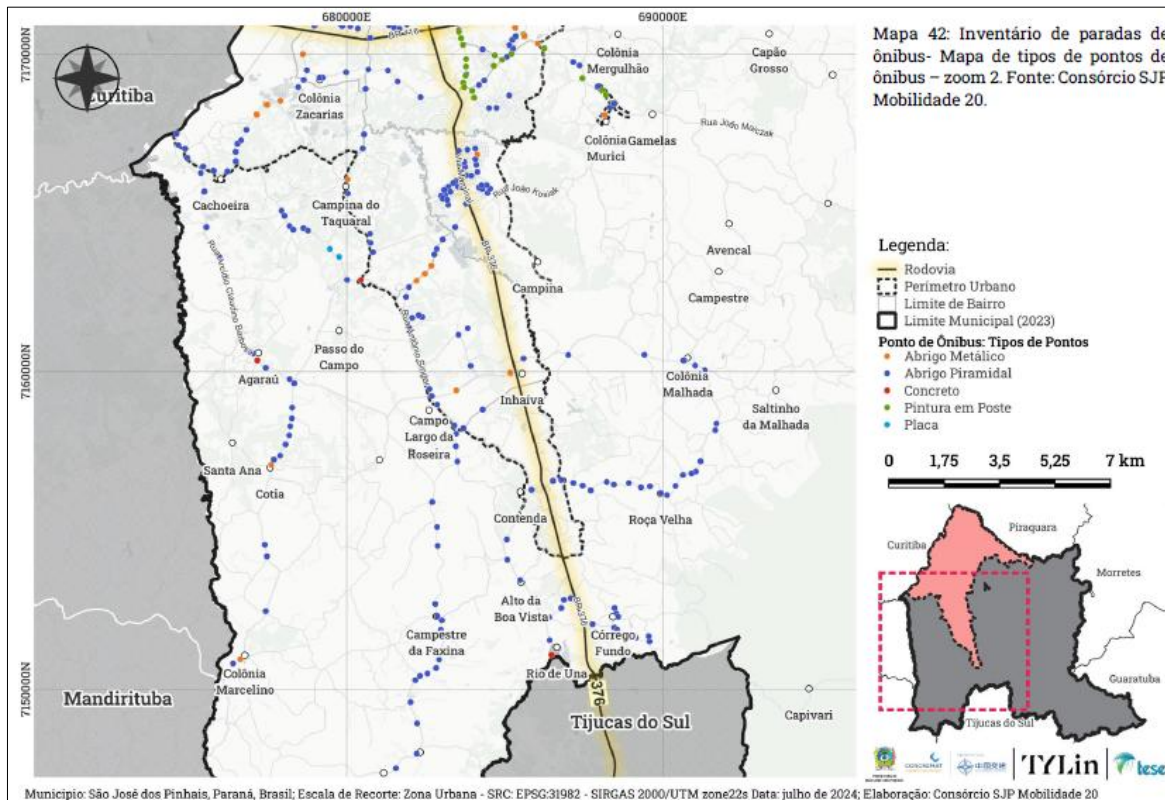
Dentro da modernização e efficientização, também foram contemplados os pontos de embarque e desembarque (PEDs) do sistema de transporte público viário do Município que possuem abrigo. Puderam ser levantados, de acordo com o mapa e informações disponibilizadas pelo Município no Plano de Mobilidade Urbana, 1096 paradas de ônibus inventariadas, nas quais 899 possuem abrigo de concreto, piramidal e metálico. Os locais levantados de PEDs com abrigo podem ser vistos nas figuras a seguir:

Figura 19 – PEDs no Município de São José dos Pinhais



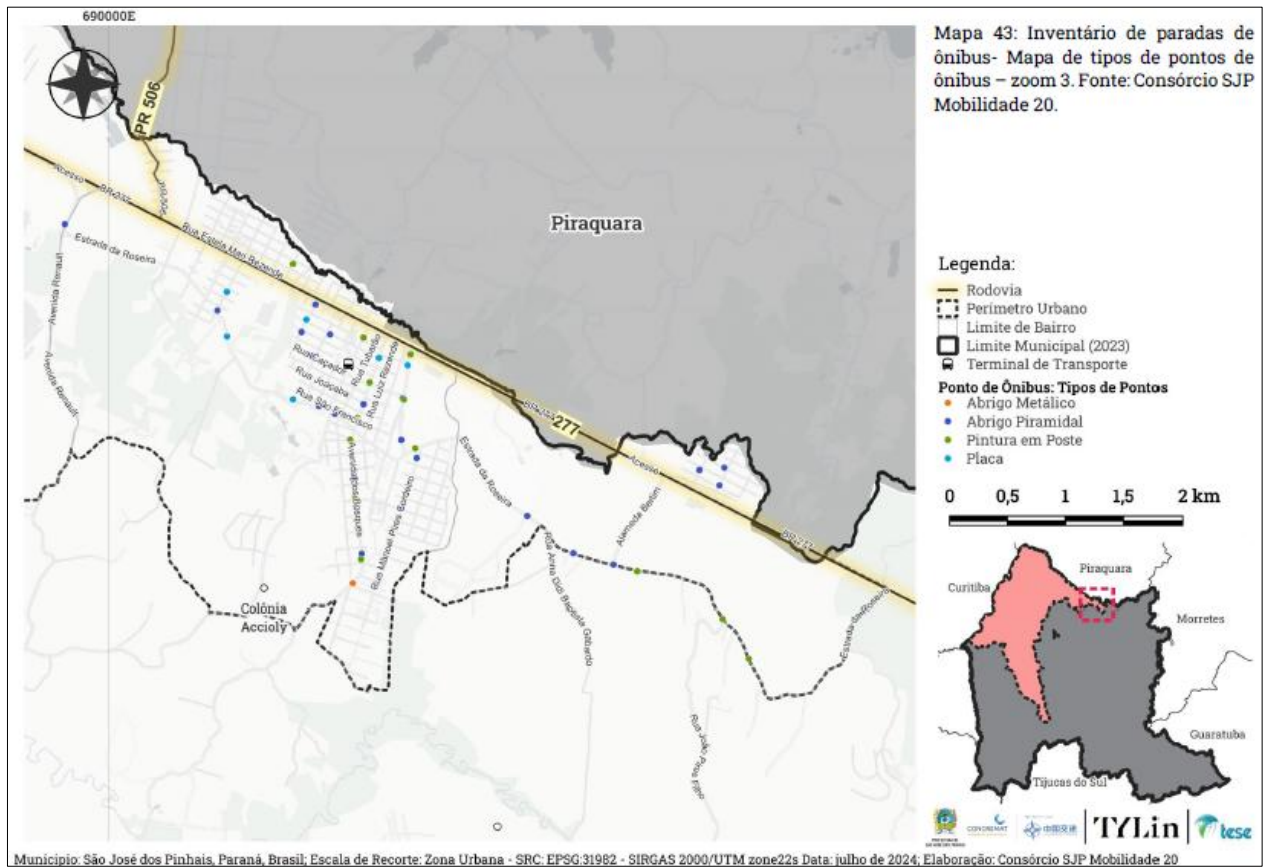
Fonte: Plano de Mobilidade Urbana de São José dos Pinhais (2024).

Figura 20 – PEDs no Município de São José dos Pinhais



Fonte: Plano de Mobilidade Urbana de São José dos Pinhais (2024).

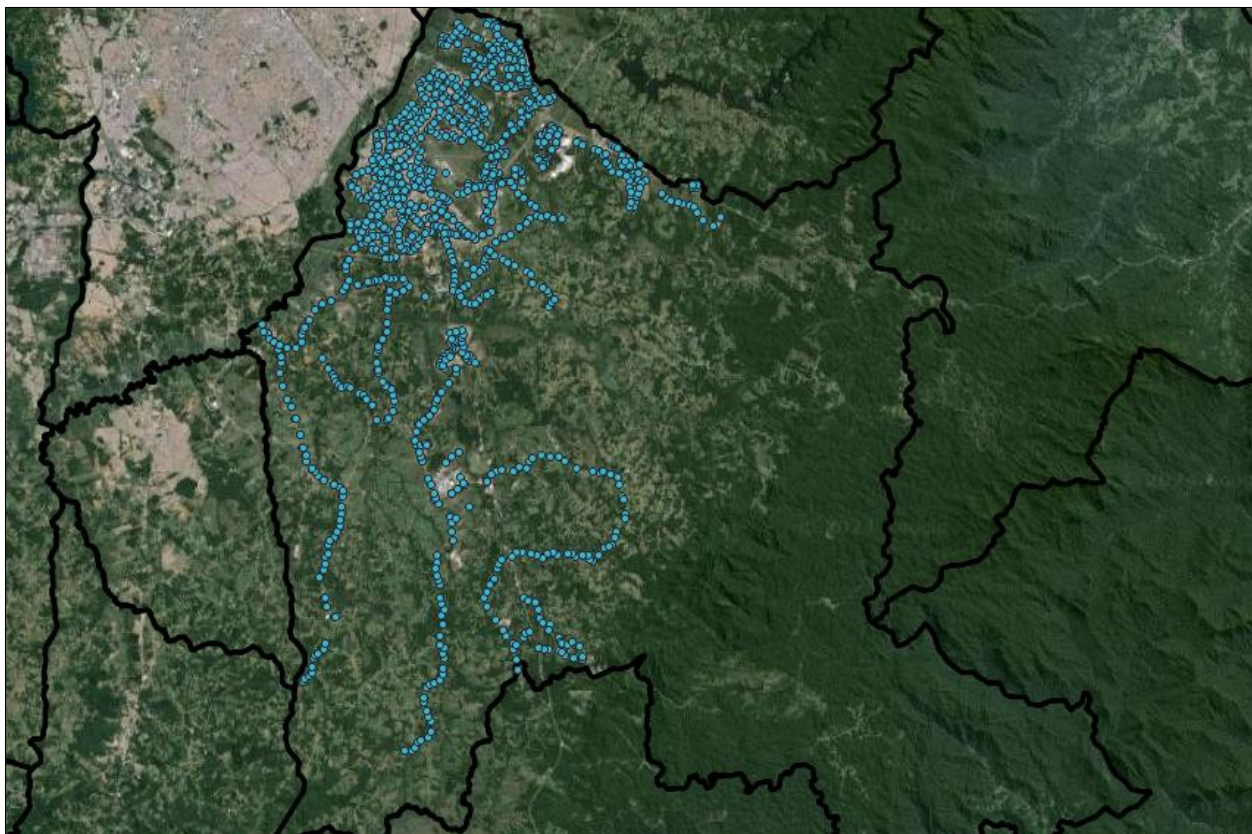
Figura 21 – PEDs no Município de São José dos Pinhais



Fonte: Plano de Mobilidade Urbana de São José dos Pinhais (2024).

Todos os pontos de embarque e desembarque do município estão apresentados na figura abaixo.

Figura 22 –PEDs do município



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024). QGIS 3.32.3.

2.8.1 Requisitos de Iluminação para PEDs

Adotou-se a premissa técnica de que os PEDs localizados em todas as vias, totalizando 899 novos locais, receberão iluminação pública por meio da instalação de luminárias fotovoltaicas. Para propor a solução mais adequada para esses pontos, foram realizadas simulações luminotécnicas com base na iluminância da classe de iluminação P2 (NBR 5101:2018), que foi a classificação definida para os locais de PEDs. Os requisitos de iluminação para esses pontos, utilizando luminárias fotovoltaicas, estão apresentados na tabela a seguir.

Tabela 33 – Requisitos para PEDs

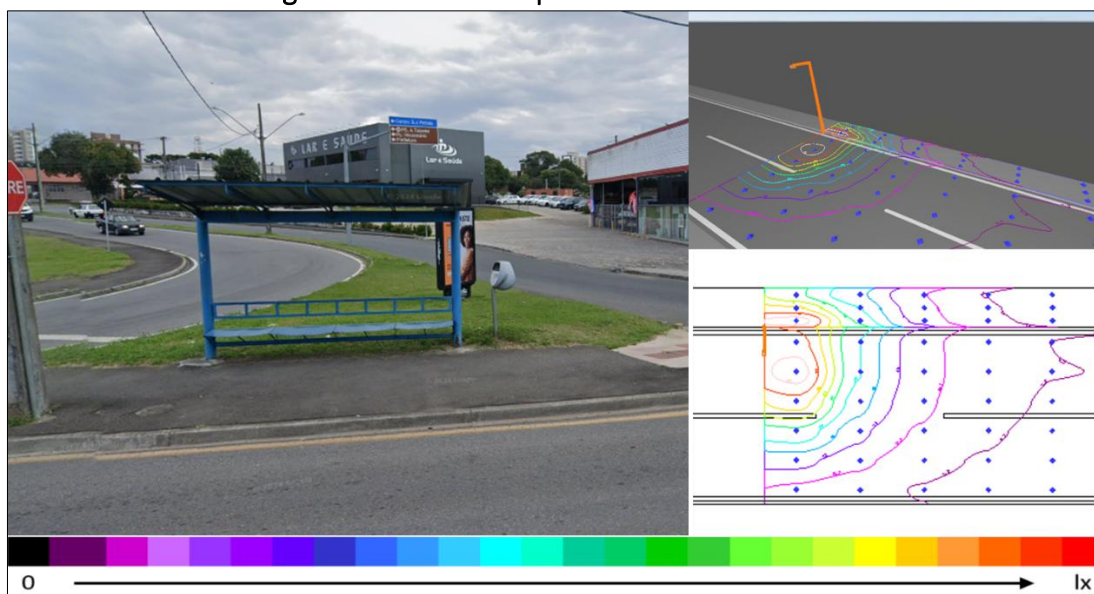
Tipo	Classe de Iluminação	Iluminância Média Mínima [Emed,min (lux)]
Pontos de embarque e desembarque	P2	10

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

2.8.2 Estudo referencial para PEDs

A solução de iluminação definidas para os PEDs foi um ponto exclusivo com braço de 1,0 m, instalado em um poste pedonal de 4,0 m, e uma luminária fotovoltaica. Um exemplo de simulação luminotécnica de local com PED pode ser visto a seguir.

Figura 23 – Planta Esquemática local com PED



Fonte: Google Maps e Dialux. Elaborado por Houer Concessões (2024).

A partir das simulações luminotécnicas e análises fotométricas, puderam ser definidas as luminárias a serem utilizadas nos PEDs. O resultado desse estudo é apresentado na tabela a seguir.

Tabela 34 – Luminárias fotovoltaicas a serem utilizadas nos pontos de IP em PEDs

Fornecedor	Potência Luminária LED
A	30,00 W
B	40,00 W
C	36,00 W
Mediana Fornecedores	36,00 W

Fonte: Elaborado por Huer Concessões (2024).

Também foi definido que todos os pontos de iluminação pública em locais com PEDs deverão ser contemplados com telegestão, a fim de sincronizar o horário de funcionamento desses pontos com o horário das suas respectivas linhas de ônibus.

2.9 Zona Rural

A zona rural deste município representa uma parte significativa do território, sendo essencial investir em melhorias na iluminação dessas áreas. Tais avanços podem proporcionar maior segurança aos habitantes, fomentar oportunidades econômicas e preservar o meio ambiente. Além disso, ao respeitar os direitos dos moradores, promove-se justiça social.

A iluminação na zona rural será distribuída no seguinte segmento:

- Demanda Reprimida: Pontos específicos serão destinados à zona rural, integrando-se à lógica de distribuição adotada para o restante das áreas em expansão;

Ressalta-se que a estrutura de iluminação pública será implementada em pontos estratégicos para atender à demanda reprimida na zona rural.

O quantitativo e a viabilidade das luminárias LED foram determinados considerando fatores como fluxo de pedestres, circulação de veículos, proximidade das vias urbanas e adequação ao georreferenciamento ideal.

As luminárias LED utilizadas no projeto são projetadas para oferecer alta eficiência energética e longa vida útil, garantindo iluminação de qualidade com baixo consumo de energia. Além de proporcionar maior segurança e conforto para a população, a modernização do sistema de iluminação pública reduz custos operacionais e contribui para a sustentabilidade, devido à menor emissão de carbono e maior durabilidade dos equipamentos.

A expansão da zona rural, conforme sugerido pelo município, será abordada e detalhada na subseção 4.3.10.

2.9.1 Requisitos de iluminação para Zona Rural

Foi adotada a premissa técnica de que 195 novos pontos na Zona Rural receberão pública. Para determinar a solução ideal de iluminação, foram realizadas simulações luminotécnicas considerando os parâmetros da classe V4 da NBR 5101:2018, classificação escolhida para esses

loais. Os requisitos de iluminação definidos para as implantações de Iluminação Pública na Zona Rural estão apresentados na tabela a seguir.

Tabela 35 – Requisitos para Estrutura IP na Zona Rural

Tipo	Classe de Iluminação	Iluminância Média Mínima [Emed,min (lux)]	Fator de Uniformidade Mínimo [U = Emin/Emed]
Estrutura IP na Zona Rural	V4	10	0,2

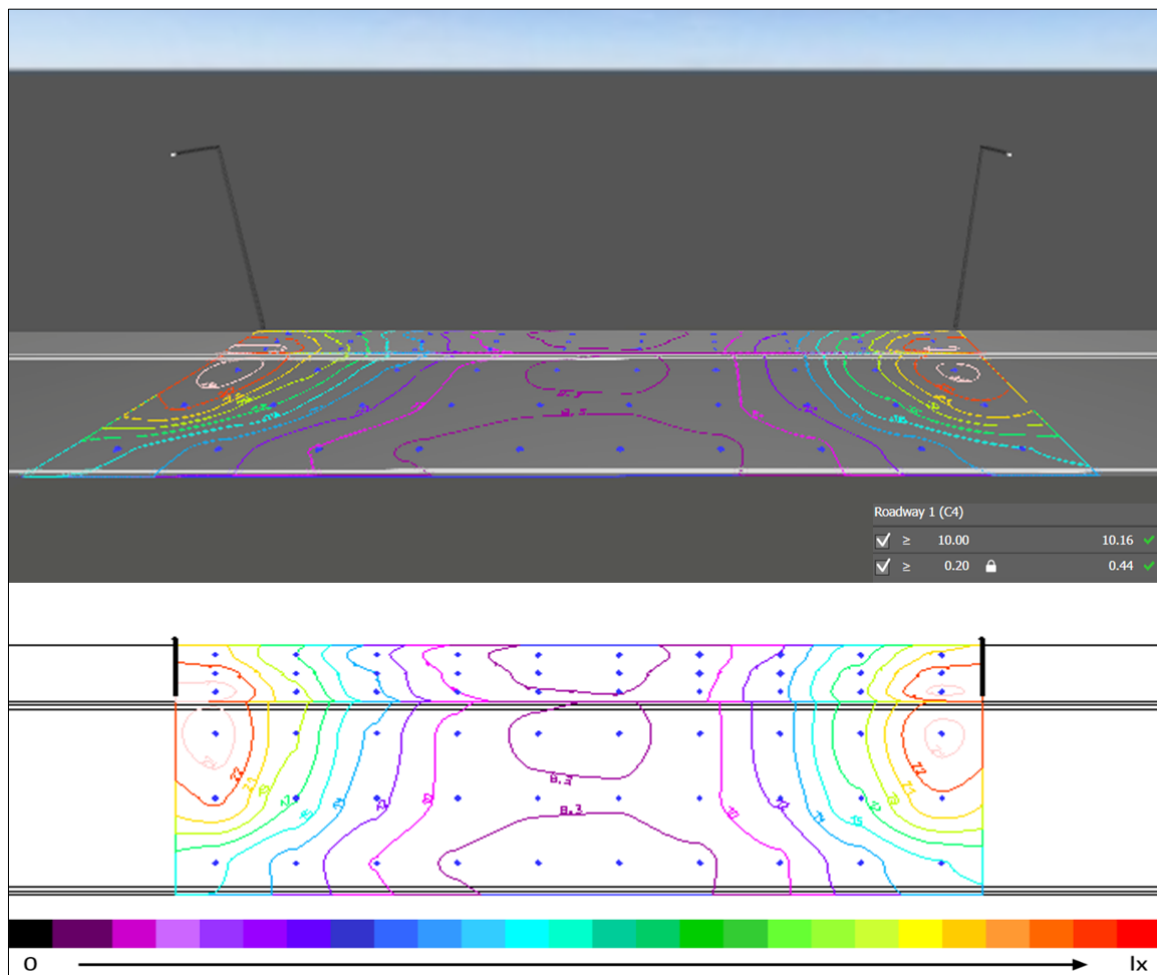
Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

2.9.2 Resultados simulação luminotécnica (Estrutura IP na Zona Rural)

Para identificar a solução mais adequada para a expansão e aprimoramento da infraestrutura de Iluminação Pública na Zona Rural, utilizamos para simulação o software Dialux (versão evo 12.0), conforme demonstrado na subseção 2.2. A análise, como apresentada anteriormente, considerou fatores como fluxo de pedestres, fluxo de veículos, proximidade às vias urbanas e georreferenciamento ideal.

Para a simulação, utilizamos um ponto exclusivo composto por luminária, braço de 2 metros, instalado em um poste pedonal de 7 metros de altura, com distanciamento típico da demanda reprimida de 35 metros entre os postes. O exemplo detalhado de simulação para a Zona Rural está ilustrado na figura a seguir.

Figura 24 - Simulação Luminotécnica da Estrutura IP na Zona Rural



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

A partir das simulações luminotécnicas e análises fotométricas, puderam ser definidas as luminárias a serem utilizadas nas áreas da Zona Rural. O resultado desse estudo é apresentado na tabela a seguir.

Tabela 36 – Luminárias a serem utilizadas nos pontos na Zona Rural

Fornecedor	Potência Luminária LED
A	33,00 W
B	51,00 W
C	52,00 W
Mediana Fornecedores	51,00 W

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

3 ILUMINAÇÃO ESPECIAL - IE

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

A seguir são apresentadas as diretrizes gerais relacionadas à IE para o contexto do município, as quais são consideradas como complementares às diretrizes previamente descritas no item 2.3.

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

históricos e culturais dos monumentos, contribuindo para a preservação e apreciação do patrimônio pela comunidade e visitantes

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

cuidadosamente planejada para garantir que sejam discretos e não prejudiciais à experiência dos pedestres ou à estética do local.

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

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

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

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

- Valorização dos espaços de convivência: A iluminação pode influenciar a maneira como as pessoas interagem e percebem os espaços compartilhados, tornando-os mais acolhedores e propícios à convivência.
- Preocupação com identidade cultural: A iluminação deve respeitar e realçar a identidade cultural dos locais, utilizando elementos luminosos que se conectem à história e à cultura locais.
- Ordenação do espaço público: A iluminação pode ajudar a organizar e estruturar o espaço público, criando hierarquias visuais que orientem as pessoas e destaquem pontos de interesse.
- Hierarquização e legibilidade dos monumentos e edificações: A iluminação visa destacar de maneira específica monumentos e edifícios importantes, realçando sua importância e valor arquitetônico.
- Adequação a novos usos: A flexibilidade na iluminação pode permitir a adaptação dos espaços para diferentes usos ao longo do tempo, garantindo que a iluminação possa ser ajustada conforme necessário.
- Sensação de segurança: Uma iluminação adequada também contribui para a sensação de segurança, iluminando áreas-chave e reduzindo áreas escuras que possam causar desconforto.

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

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

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

O processo de determinar os locais para receber iluminação especial foi realizado considerando critérios específicos, como a relevância histórica, cultural, turística e comunitária, indicados pelo Município, estabelecidos em conformidade com as diretrizes do Grupo de Trabalho da Prefeitura, que inclui especialistas, membros da comunidade local e autoridades relacionadas ao patrimônio cultural e urbanismo.

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

Foram definidos os bens apresentados a seguir.

Quadro 1 - Bens para implementação de Iluminação Especial

Local	Endereço
Capela Santo Antônio	R. Leone Décimo Dal Negro, 16 - Santo Antônio, São José dos Pinhais - PR, 83025-440
Capela Nossa Senhora dos Milagres	R. Benjamim Negoseki, 18738 - Cachoeira, São José dos Pinhais - PR, 83021-250
Biblioteca Pública Municipal	Praça Oito de Janeiro, 120 - Centro, São José dos Pinhais - PR, 83005-110
Scharffenberg de Quadros	R. Quinze de novembro - Centro, São José dos Pinhais - PR, 83005-000
Centro de Vivência Cultura João Senegaglia	R. Quinze de novembro, 1386 - Centro, São José dos Pinhais - PR, 83005-000
Igreja Matriz de São José/Catedral São José	R. Passos de Oliveira, 1197-1101 - Centro, São José dos Pinhais - PR, 83030-720
Memorial Casarão - Paço Municipal	R. Quinze de novembro, 1173-1033 - Centro, São José dos Pinhais - PR, 83005-000
Caixa d'Água	R. Quinze de novembro, 1608-1742 - Centro, São José dos Pinhais - PR, 83005-010
Museu Municipal Atílio Rocco	R. Étore Marenda, 2432 - Bom Jesus, São José dos Pinhais - PR, 83025-190
Capela Senhor Bom Jesus	Largo Ver. Segismundo Salata, 1123 - Centro, São José dos Pinhais - PR, 83005-115
Colégio Estadual Silveira da Motta	São Sebastiao, São José dos Pinhais - PR
Capela Santo Antônio	Area Rural, São José dos Pinhais - PR
Capelinha do Alto da Boa Vista	

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Apesar de não haver normativas específicas para a IE, a Norma 5101, que se concentra na Iluminação Pública, foi considerada para estabelecer conceitos e termos relevantes para o tema. Embora essa norma não regule diretamente a implementação de equipamentos para a Iluminação

Especial, compreender suas premissas pode ser valioso para integrar os bens culturais à paisagem urbana de forma harmoniosa.

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

3.1 Descritivo dos Equipamentos para iluminação especial

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

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

EMPIE02 – Projetor de baixa Intensidade: Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos e arbóreos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, compostos por corpo em alumínio ou aço galvanizado, difusor em vidro temperado, policarbonato ou acrílico, de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura, temperatura de cor variável entre 3.000K e 4.000K, com fluxo luminoso de até 6.000lm, que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.

EMPIE03 – Projetor de média Intensidade: Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos e arbóreos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, compostos por corpo em

alumínio ou aço galvanizado, difusor em vidro temperado, policarbonato ou acrílico, de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura, temperatura de cor variável entre 3.000K, 4.000K e RGB, com fluxo luminoso variando entre 6.000lm a 25.000lm, que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.

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

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

EMPIE06 – Poste: Acessório de uso externo utilizado como suporte para luminárias e projetores. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: postes com alturas e sistemas de fixação compatíveis com o uso e configuração do espaço urbano onde serão instalados, e que atendam às regulamentações dispostas na NBR-14744.

EMPIE07 – Projetor linear de baixa intensidade: Equipamento linear de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, compostos por corpo em alumínio, difusor em vidro temperado, de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura, temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, com fluxo luminoso de até 2.000lm,

comprimento de até 500mm, que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.

3.2 Diretrizes Específicas

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

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

A abordagem com faixas de valores proporciona uma maior flexibilidade ao Município no momento de analisar e validar os projetos apresentados pela Concessionária. Isso permite uma avaliação mais ampla e adaptável, garantindo que as diretrizes sejam aplicáveis aos futuros projetos de iluminação especial em cada bem de interesse.

3.2.1 Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros

São propostos para o local equipamentos de iluminação voltados para as fachadas indicadas no Relatório de Diagnóstico, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Prever equipamentos destinados a iluminação homogênea das fachadas do edifício de maneira a permitir a visibilidade integral dos elementos que compõem a volumetria da edificação;
- Prever tratativas para os equipamentos de IP que integram o cenário da fachada – projetores de sobrepor localizados em frente à fachada principal e lateral da edificação;
- Padronizar temperatura de cor e mesclar intensidade luminosa em volta de toda edificação;
- Prever equipamentos destinados à distinção aos seguintes elementos que compõem a volumetria da fachada: aberturas (janelas e portas), cobertura e ornamentos;

Tabela 37 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachada Lateral Esquerda	Projetor de média intensidade	03	10.000	3.000
Todas as fachadas – Platinbandas superiores e inferiores	Fita de LED	10	700	3.000
Fachada Frontal – Aberturas (Porta principal)	Projetor de baixa intensidade	01	570	3.000
Fachadas Laterais – Aberturas Janelas e portas	Projetor de baixa intensidade	30	5.000	3.000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 38 - Previsão de custos com a solução para a Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3D e cálculos	1	-	5.210,35
Projeto executivo de instalação elétrica, inclusive projeto básico, apresentado em Autocad, inclusive as legalizações pertinentes (formato A1)	1	-	2.068,93
Projeto led - Sobrepor - 3000 K - 10000 lm - 100W	3	300	4.009,28
Fita LED - 3000 K - 700 lm - 10 W	10	100	378,05
Projeto Led - Sobrepor - 3000 K - 570 lm - 8 W	1	8	950,18
Projeto Led - Sobrepor - 3000 K - 5000 lm - 31 W	30	930	16.781,77
Controlador	2	10	7.115,82
Materiais elétricos	1		5.847,02
Mão de obra	1		2.923,51
BDI 27,13%	0		4.354,31
TOTAL		1348	49.639,22

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Abaixo são apresentadas as imagens do projeto luminotécnico referencial.

Figura 25 - Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg – Sem Iluminação Especial



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 26 – Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros – Vista Fachada Frontal



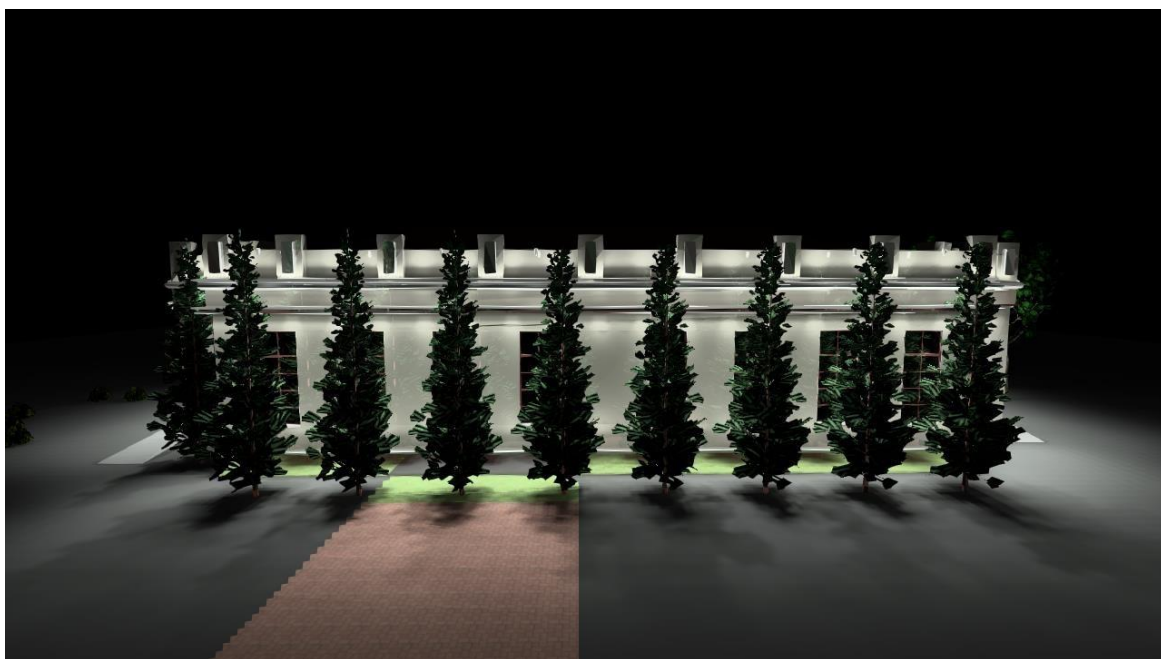
Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 27 – Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros – Vista Lateral Esquerda



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 28 – Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros – Vista Lateral Direita



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 29 – Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros – Fachada Posterior



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

3.2.2 Caixa D'Água

São propostos para o local equipamentos de iluminação voltados para as fachadas indicadas no Relatório de Diagnóstico, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar temperatura de cor e mesclar intensidade luminosa nos pontos que compõem a construção, como o topo e a da construção, além do contorno do local onde possui a água;
- Prever tratativas para os equipamentos de IP que integram o cenário da construção – projetores de sobrepor localizados no chão e no topo do bem.

Tabela 39 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Caixa D'Água

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Topo da construção	Projetor de baixa intensidade	03	5.500	4.000
Base da construção	Projetor de baixa intensidade	03	5.500	4.000
Estrutura e espelho d'água do bem	Fita de LED	09	700	4.000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 40 - Previsão de custos com a solução para a Caixa D'Água

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3D e cálculos computacionais para atendimento aos critérios dos órgãos de patrimônio	1		4.332,35

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto executivo de instalação elétrica, inclusive projeto básico, apresentado em Autocad, inclusive as legalizações pertinentes (formato A1)	1		2.068,93
Projetor LED - Sobrepor - 4000 K- 5500 lm - 54 W	6	324	5.767,48
Fita LED - 4000 K - 700 lm - 10 W	9	90	340,24
Controlador	1	5	3.557,91
Materiais elétricos	1		1.933,13
Mão de obra	1		966,56
BDI 27,13%	0		2.523,35
TOTAL		419	21.489,95

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

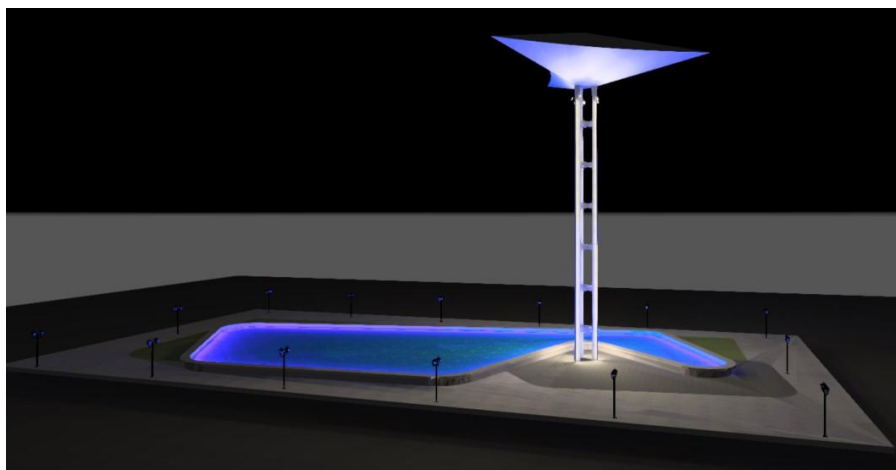
Abaixo são apresentadas as imagens do projeto luminotécnico referencial.

Figura 30 – Caixa D'Água – Sem Iluminação Especial



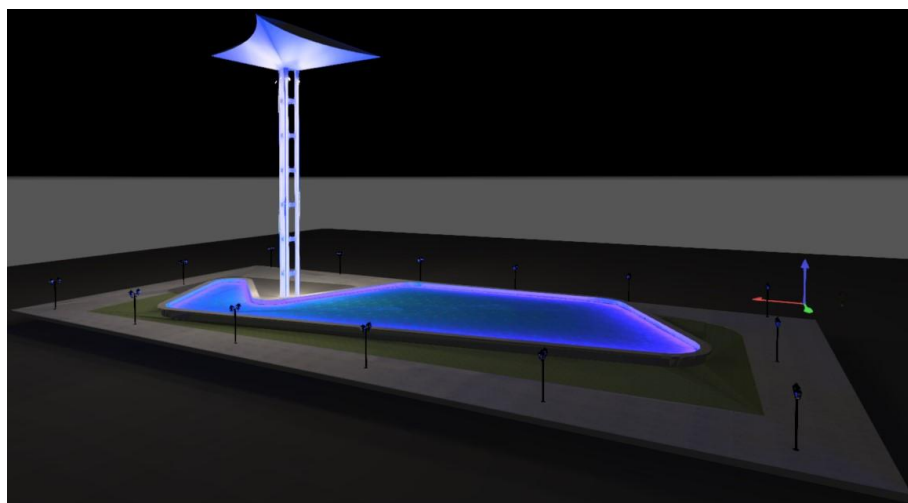
Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 31 – Caixa D'Água



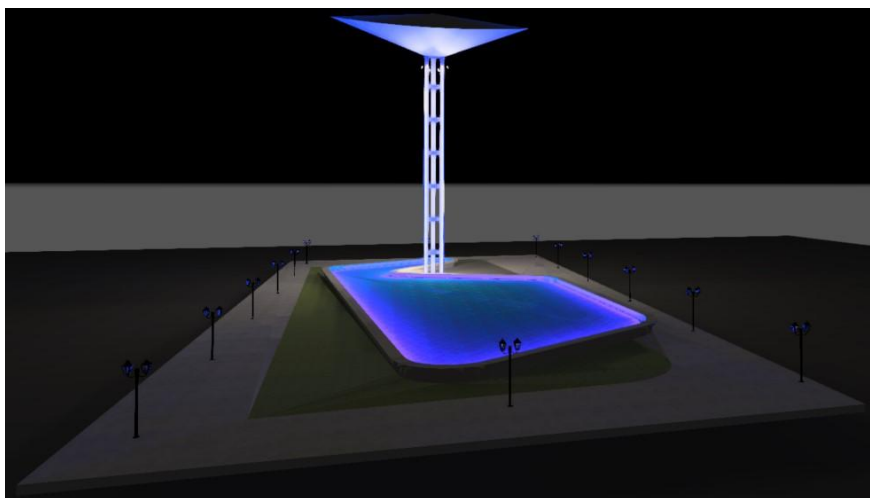
Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 32 – Caixa D'Água – Vista 1



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 33 – Caixa D'Água – Vista 2



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

3.2.3 Capela Nossa Senhora dos Milagres

São propostos para o local equipamentos de iluminação voltados para as fachadas indicadas no Relatório de Diagnóstico, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Prever equipamentos destinados a iluminação homogênea da fachada frontal do bem, de maneira a permitir a visibilidade integral dos elementos que compõem a volumetria da edificação;
- Prever equipamentos destinados ao destaque dos seguintes elementos que compõem a volumetria da fachada: janelas frontais, platibandas e elementos de ornamentação localizados na parte superior do bem;
- Prever tratativas para os equipamentos de IP que integram o cenário da fachada – projetores de embutir e sobrepor localizados em frente à fachada principal da edificação.

Tabela 41 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Capela Nossa Senhora dos Milagres

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachada Frontal – Cruz	Fita de LED	01	700	3.000
Fachada Frontal – Platibandas e ornamentos	Fita de LED	01	700	4.000
Fachada Frontal – Fachadas laterais e ao redor do bem	Embutir de solo	17	1.800	3.000
Fachada Frontal – Ornamentos / Cobertura	Projektor de baixa intensidade	03	5.000	4.000
Fachada Frontal – Aberturas, pilastras e paredes	Projektor de baixa intensidade	24	1.800	3.000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 42 - Previsão de custos com a solução para a Capela Nossa Senhora dos Milagres

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3D e cálculos computacionais para atendimento aos critérios dos órgãos de patrimônio	1		3.499,45
Projeto executivo de instalação elétrica, inclusive projeto básico, apresentado em Autocad, inclusive as legalizações pertinentes (formato A1)	1		2.068,93
Fita LED - 3000 K - 700 lm - 10 W	1	10	37,80
Fita LED - 4000 K - 700 lm - 10 W	1	10	37,80
Projektor LED - Embutir - 3000 K - 1800 lm - 18 W	17	306	20.865,99

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto LED - Sobrepor - 3000 K- 1800 lm - 18 W	24	432	29.457,87
Projeto LED - Sobrepor - 4000 K- 5000 lm - 31 W	3	93	1.678,18
Controlador	1	5	3.557,91
Materiais elétricos	1		11.127,11
Mão de obra	1		5.563,56
BDI 27,13%	0		6.038,88
TOTAL		856	83.933,48

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Abaixo são apresentadas as imagens do projeto luminotécnico referencial.

Figura 34 - Capela Nossa Senhora dos Milagres – Sem Iluminação Especial



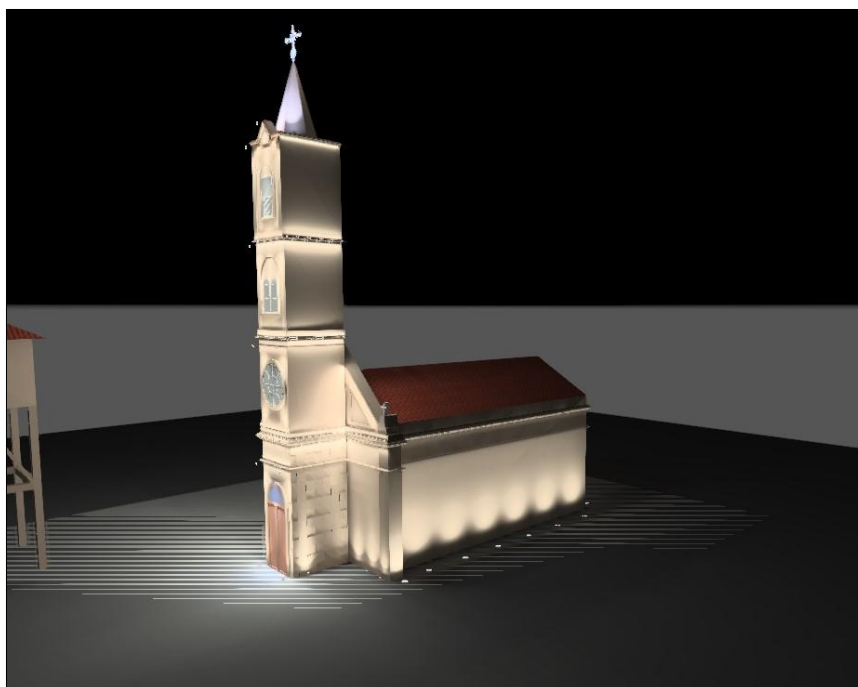
Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 35 – Capela Nossa Senhora dos Milagres – Vista Frontal



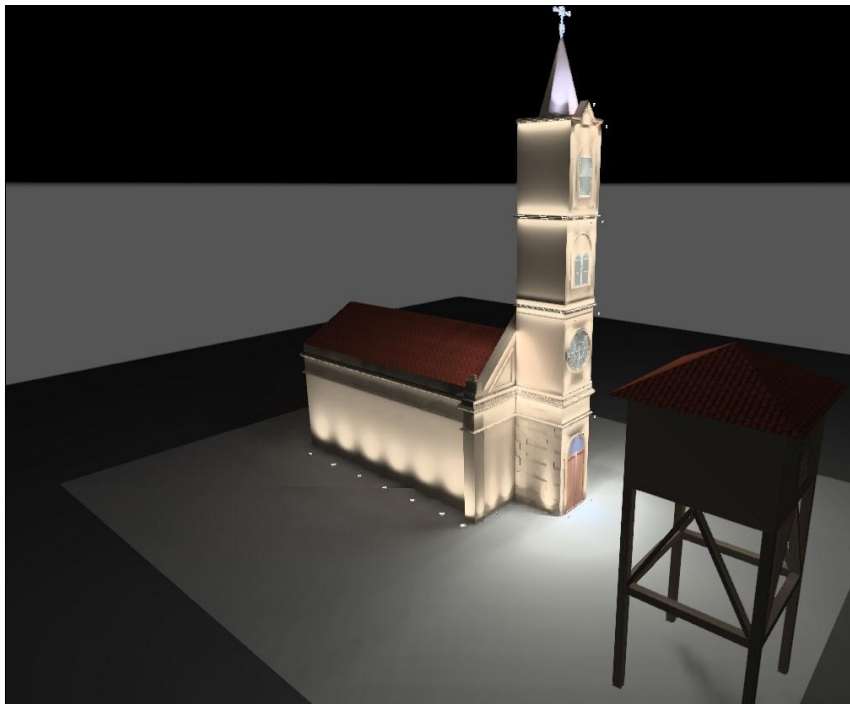
Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 36 – Capela Nossa Senhora dos Milagres – Vista Lateral 1



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 37 – Capela Nossa Senhora dos Milagres – Vista Lateral 2



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

3.2.4 Capela Santo Antônio

São propostos para o local equipamentos de iluminação voltados para as fachadas indicadas no Relatório de Diagnóstico, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Mesclar temperatura de cor e intensidade luminosa nos pontos que compõem as fachadas da edificação;
- Prever tratativas para os equipamentos de IP que integram o cenário da fachada – projetores de embutir e sobrepor localizados principalmente nas fachadas laterais e fachada frontal da edificação, além da própria cruz principal instalada no chão próximo ao bem;
- Prever equipamentos destinados ao destaque dos seguintes elementos que compõem a volumetria da fachada: cruz frontal embutida na construção, ornamentos e adornos superiores.

Tabela 43 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Capela Santo Antônio

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachada Lateral – Colunas	Projektor de baixa intensidade	16	3.100	4.000
Fachada Frontal – Cruz e ornamentos	Projektor linear de baixa intensidade	13	888	4.000
Fachada Frontal – Aberturas (porta principal)	Projektor de baixa intensidade	01	5.000	4.000
Ornamentos superiores na torre principal	Embutido de solo	04	1.800	4.000
Cruz principal de entrada	Projektor de baixa intensidade	01	3.100	4.000
Fachada Frontal – Telhado central	Projektor de baixa intensidade	02	5.000	4.000
Fachada lateral	Projektor de baixa intensidade	11	5.000	3.000
Fachada frontal - Coluna	Projektor de baixa intensidade	02	1.800	4.000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 44 - Previsão de custos com a solução para a Capela Santo Antônio

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3d e cálculos computacionais para atendimento aos critérios dos órgãos de patrimônio	1		4.332,35

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto executivo de instalação elétrica, inclusive projeto básico, apresentado em Autocad, inclusive as legalizações pertinentes (formato A1)	1		2.068,93
Barra LED - 4000 K - 888 lm - 14 W	13	182	25.501,28
Projeto LED - Embutir - 4000 K - 3100 lm - 35 W	17	595	45.324,48
Projeto LED - Embutir - 4000 K - 1800 lm - 18 W	4	72	4.909,65
Projeto LED - Sobrepor - 4000 K - 5000 lm - 31 W	3	93	1.678,18
Projeto LED - Sobrepor - 3000 K - 5000 lm - 31 W	11	341	6.153,31
Projeto LED - Sobrepor - 4000 K - 1800 lm - 18 W	2	36	2.454,82
Controlador	2	10	7.115,82
Materiais elétricos	1		18.627,51
Mão de obra	1		9.313,75
BDI 27,13%	0		9.317,13
TOTAL		1329	136.797,21

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Abaixo são apresentadas as imagens do projeto luminotécnico referencial.

Figura 38 – Capela Santo Antônio – Sem Iluminação Especial



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 39 - Capela Santo Antônio – Vista Frontal



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 40 - Capela Santo Antônio Vista Lateral 1



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 41 - Capela Santo Antônio Vista Lateral 2



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

3.2.5 Capela Santo Antônio - Colônia Acioli

São propostos para o local equipamentos de iluminação voltados para as fachadas indicadas no Relatório de Diagnóstico, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Prever equipamentos destinados a iluminação homogênea das fachadas do edifício de maneira a permitir a visibilidade integral dos elementos que compõem a volumetria da edificação;
- Mesclar temperatura de cor e intensidade luminosa nas fachadas que compõem a edificação;
- Prever tratativas para os equipamentos de IP que integram o cenário da fachada – projetores de embutir e sobrepor localizados em frente à fachada principal e lateral da edificação;
- Prever equipamentos destinados ao destaque dos seguintes elementos que compõem a volumetria da fachada: platibandas superiores frontal e laterais, coberturas e ornamentos presentes em todo o bem de destaque;

Tabela 45 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Capela Santo Antônio - Colônia Acioli

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachada Frontal – Vitrais	Fita de LED	03	700	3.000
Fachada Frontal – Cruz	Fita de LED	01	700	4.000
Fachada Frontal e Lateral – Aberturas (Janelas)	Fita de LED	02	700	3.000
Fachada Lateral – Contornos da fachada	Fita de LED	04	700	3.000
Fachada Frontal – Parte inferior da torre	Fita de LED	01	700	3.000

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachada Lateral – Colunas	Projektor de baixa intensidade	08	1.800	3.000
Fachada Frontal – No contorno da torre da cruz	Projektor linear de baixa intensidade	04	888	3.000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 46 - Previsão de custos com a solução para a Capela Santo Antônio – Colônia Acioli

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3d e cálculos computacionais para atendimento aos critérios dos órgãos de patrimônio	1		4.620,84
Projeto executivo de instalação elétrica, inclusive projeto básico, apresentado em Autocad, inclusive as legalizações pertinentes (formato A1)	1		2.068,93
Projektor LED - Embutir - 3000 K- 1800 lm - 18 W	8	144	9.819,29
Barra LED - 3000 K - 888 lm - 14 W	4	56	7.846,55
Fita LED - 3000 K - 700 lm - 10 W	10	100	378,05
Fita LED - 4000 K - 700 lm - 10 W	1	10	37,80
Controlador	1	5	3.557,91
Materiais elétricos	1		4.327,92
Mão de obra	1		2.163,96
BDI 27,13%	0		3.576,18
TOTAL		315	38.397,43

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Abaixo são apresentadas as imagens do projeto luminotécnico referencial.

Figura 42 - Capela Santo Antônio – Sem Iluminação Especial^{10 11}



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 43 – Capela Santo Antônio – Vista Frontal



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

¹⁰ Disponível em <<[World Orgs](#)>>. Acesso em 01/08/2024.

¹¹ Disponível em <<[Jornal de Fato PR](#)>>. Acesso em 01/08/2024.

Figura 44 – Capela Santo Antônio – Vista Lateral



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

3.2.6 Capela Senhor Bom Jesus

São propostos para o local equipamentos de iluminação voltados para as fachadas indicadas no Relatório de Diagnóstico, com o objetivo de cumprir com a premissas apresentada a seguir:

- Prever tratativas para os equipamentos de IP que integram o cenário da fachada – Barra LED e projetores de embutir localizados em frente à fachada principal e nas duas fachadas laterais da edificação;
- Mesclar temperatura de cor e intensidade luminosa nas fachadas que compõem a edificação.
- Prever equipamentos destinados à distinção aos seguintes elementos que compõem a volumetria da fachada: aberturas (porta e janelas) e ornamentações;
- Prever equipamentos destinados a iluminação homogênea das fachadas do edifício de maneira a permitir a visibilidade integral dos elementos que compõem a volumetria da edificação;

Tabela 47 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Capela Senhor Bom Jesus

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachadas Laterais	Embutido de solo	08	1.800	4.000
Fachadas Frontais – Aberturas (janelas e porta)	Embutido de solo	03	3.100	3.000
Fachada Frontal – Ornamento Cruz e Telhado	Projektor linear de baixa intensidade	04	888	4.000
Fachada Frontal – Aberturas (Janelas)	Embutido de solo	02	1.800	3.000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 48 - Previsão de custos com a solução para a Capela Senhor Bom Jesus

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3d e cálculos computacionais para atendimento aos critérios dos órgãos de patrimônio	1		4.332,35
Projeto executivo de instalação elétrica, inclusive projeto básico, apresentado em Autocad, inclusive as legalizações pertinentes (formato A1)	1		2.068,93
Barra LED - 4000 K – 888 lm - 14 W	4	56	7.846,55
Projektor LED - Embutir - 3000 K- 3100 lm - 35 W	3	105	7.998,44
Projektor LED - Embutir - 3000 K - 570 lm - 8 W	2	16	2.344,54

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto LED - Embutir - 4000 K - 1800 lm - 18 W	8	144	9.819,29
Controlador	1	5	3.557,91
Materiais elétricos	1		6.313,35
Mão de obra	1		3.156,67
BDI 27,13%	0		4.305,88
TOTAL		326	51.743,91

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Abaixo são apresentadas as imagens do projeto luminotécnico referencial.

Figura 45 - Capela Senhor Bom Jesus – Sem Iluminação Especial



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 46 – Capela Senhor Bom Jesus – Vista Frontal



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 47 – Capela Senhor Bom Jesus – Vista Lateral 1



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 48 – Capela Senhor Bom Jesus – Vista Lateral 2



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

3.2.7 Capelinha do Alto da Boa Vista

São propostos para o local equipamentos de iluminação voltados para as fachadas indicadas no Relatório de Diagnóstico, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar temperatura de cor, mesclando intensidade luminosa em todos os pontos que compõem a capela;
- Prever tratativas para os equipamentos de IP que integram o cenário da fachada – Fitas LED na cruz superior da capelinha, projetores de LED localizados de frente e nas laterais do bem e dois postes como suporte para dois desses projetores;

Tabela 49 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Capelinha do Alto da Boa Vista

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachada Frontal – Cruz superior	Fita de LED	01	700	4.000
Fachada Frontal	Poste	02	-	-

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachadas do bem – Frontal e lateral	Projektor de baixa intensidade	06	3.100	4.000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 50 - Previsão de custos com a solução para a Capelinha do Alto da Boa Vista

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3d e cálculos computacionais para atendimento aos critérios dos órgãos de patrimônio	1		3.454,36
Projeto executivo de instalação elétrica, inclusive projeto básico, apresentado em Autocad, inclusive as legalizações pertinentes (formato A1)	1		2.068,93
Poste Aco Cônico Reto Tubular 7,0m engastado	2	-	2.965,86
Fita LED - 4000 K - 700 lm - 10 W	1	10	37,80
Projektor LED - Sobrepor - 4000 K- 3100 lm - 35 W	6	210	15.996,88
Controlador	1	5	3.557,91
Materiais elétricos	1		4.511,69
Mão de obra	1		2.255,85
BDI 27,13%	0		3.334,50
TOTAL		225	38.183,78

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Abaixo são apresentadas as imagens do projeto luminotécnico referencial.

Figura 49 - Capelinha do Alto da Boa Vista – Sem Iluminação Especial



Figura 50 – Capelinha do Alto da Boa Vista – Vista Frontal



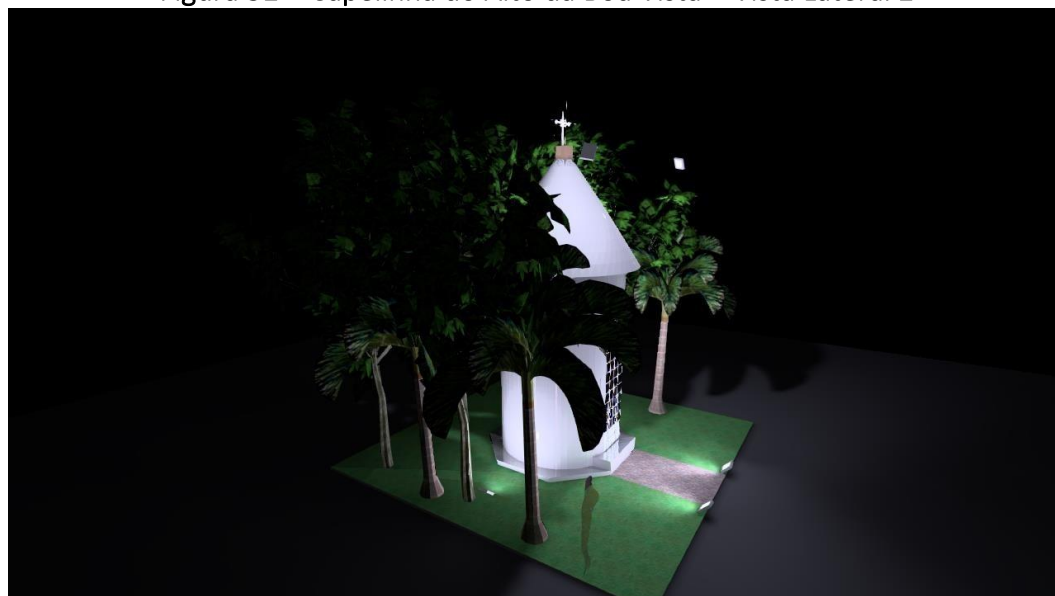
Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 51 – Capelinha do Alto da Boa Vista – Vista Lateral 1



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 52 – Capelinha do Alto da Boa Vista – Vista Lateral 2



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

3.2.8 Centro de Vivência Cultura João Senegaglia

São propostos para o local equipamentos de iluminação voltados para as fachadas indicadas no Relatório de Diagnóstico, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Mesclar temperatura de cor e intensidade luminosa nos pontos que compõem a construção;
- Prever equipamentos destinados à distinção aos seguintes elementos que compõem a volumetria da fachada: aberturas (portas e janelas), pilastras, letreiros e ornamentações;
- Prever equipamentos destinados a iluminação homogênea das fachadas do edifício de maneira a permitir a visibilidade integral dos elementos que compõem a volumetria da edificação;
- Prever tratativas para os equipamentos de IP que integram o cenário da fachada – projetores de embutir e sobrepor espalhados em pontos estratégicos no local, bem como fitas LED em todo o contorno superior da construção.

Tabela 51 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Centro de Vivência Cultura João Senegaglia

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachada Frontal – Aberturas (Janelas)	Embutido de solo	25	1.800	4.000
Fachada Frontal - Cobertura	Fita de LED	07	700	3.000
Fachada Frontal – Letreiro e janelas	Projetor de baixa intensidade	04	5.000	4.000
Fachada Frontal – Aberturas (Portas)	Projetor de baixa intensidade	07	1.800	4.000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 52 - Previsão de custos com a solução para o Centro de Vivência Cultura João Senegaglia

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3d e cálculos computacionais para atendimento aos critérios dos órgãos de patrimônio	1		5.255,44
Projeto executivo de instalação elétrica, inclusive projeto básico, apresentado em Autocad, inclusive as legalizações pertinentes (formato A1)	1		2.068,93
Projeto LED - Embutir - 4000 K- 1800 lm - 18 W	25	450	30.685,28
Fita LED - 3000 K - 700 lm - 10 W	7	70	264,63
Projeto LED - Sobrepor - 4000 K- 5000 lm - 31 W	4	124	2.237,57
Projeto LED - Sobrepor - 3000 K- 570 lm - 8 W	7	56	8.205,88
Controlador	1	5	3.557,91
Materiais elétricos	1		8.990,26
Mão de obra	1		4.495,13
BDI 27,13%	0		5.645,68
TOTAL		705	71.406,71

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Abaixo são apresentadas as imagens do projeto luminotécnico referencial.

Figura 53 - Centro de Vivência Cultura João Senegaglia – Sem Iluminação Especial



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 54 – Centro de Vivência Cultura João Senegaglia – Vista 1



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 55 – Centro de Vivência Cultura João Senegaglia – Vista 2



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

3.2.9 Colégio Estadual Silveira da Motta

São propostos para o local equipamentos de iluminação voltados para as fachadas indicadas no Relatório de Diagnóstico, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Mesclar temperatura de cor e intensidade luminosa nos pontos que compõem a construção;
- Prever equipamentos destinados à distinção aos seguintes elementos que compõem a volumetria da fachada: aberturas (portas e janelas), pilastras e letreiro;
- Prever equipamentos destinados a iluminação homogênea das fachadas do edifício de maneira a permitir a visibilidade integral dos elementos que compõem a volumetria da edificação;
- Prever tratativas para os equipamentos de IP que integram o cenário da fachada – projetores de embutir espalhados em pontos estratégicos no local.

Tabela 53 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Colégio Estadual Silveira da Motta

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachada Frontal – Colunas	Embutido de solo	04	3.100	3.000
Fachada Frontal – Hall entrada interna	Embutido de solo	06	3.100	3.000
Fachada Frontal – Letreiro	Projektor linear de baixa intensidade	04	888	4.000
Fachada Frontal – Aberturas (Janelas e Porta principal)	Projektor de baixa intensidade	20	1.800	4.000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 54 - Previsão de custos com a solução para o Colégio Estadual Silveira da Motta

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3d e cálculos computacionais para atendimento aos critérios dos órgãos de patrimônio	1		3.499,45
Projeto executivo de instalação elétrica, inclusive projeto básico, apresentado em Autocad, inclusive as legalizações pertinentes (formato A1)	1		2.068,93
Projektor LED - Embutir - 4000 K - 1800 lm - 18 W	20	360	24.548,23
Projektor LED - Embutir - 3000 K- 3100 lm - 35 W	10	350	26.661,46
Barra LED - 4000 K- 888 lm - 14 W	4	56	7.846,55
Controlador	1	5	3.557,91

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Materiais elétricos	1		12.522,83
Mão de obra	1		6.261,41
BDI 27,13%	0		6.606,87
TOTAL		771	93.573,64

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Abaixo são apresentadas as imagens do projeto luminotécnico referencial.

Figura 56 - Colégio Estadual Silveira da Motta – Sem Iluminação Especial



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 57 – Colégio Estadual Silveira da Motta – Vista 1



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 58 – Colégio Estadual Silveira da Motta– Vista 2



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

3.2.10 Catedral Diocesana de São José dos Pinhais

São propostos para o local equipamentos de iluminação voltados para as fachadas indicadas no Relatório de Diagnóstico, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Mesclar temperatura de cor e intensidade luminosa nos pontos que compõem a construção;
- Prever equipamentos destinados à distinção aos seguintes elementos que compõem a volumetria da fachada: aberturas (portas e janelas), pilastras frontais e laterais e ornamentos no geral;
- Prever equipamentos destinados a iluminação homogênea das fachadas do edifício de maneira a permitir a visibilidade integral dos elementos que compõem a volumetria da edificação;
- Prever tratativas para os equipamentos de IP que integram o cenário da fachada – projetores de embutir e sobrepor espalhados em pontos estratégicos no local.

Tabela 55 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Catedral Diocesana de São José dos Pinhais

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachada Frontal e fachada lateral – Vitrais das janelas	Fita LED	06	700	4.000
Fachadas Frontal – Pilastras das imagens	Fita LED	01	700	3.000
Fachada Frontal e fachada lateral – Contornos da fachada	Fita LED	14	700	3.000
Fachada Frontal e Fachada Lateral – Arcos	Fita LED	02	700	3.000

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachada Frontal – Aberturas (Janela da torre)	Fita LED	01	700	3.000
Fachada Frontal – Parte triangular da torre	Fita LED	01	700	3.000
Fachada Frontal – Aberturas (Porta) - Contorno	Fita LED	01	700	3.000
Fachada Lateral – Palmeiras	Embutido de solo	26	1.800	3.000
Fachada Frontal – Contornos da torre	Embutido de solo	04	1.800	3.000
Fachadas Frontal – Pilastras das imagens	Projektor de baixa intensidade	08	1.200	3.000
Fachada Frontal – Pedestal da cruz	Projektor de baixa intensidade	01	1.200	3.000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 56 - Previsão de custos com a solução para a Catedral Diocesana de São José dos Pinhais

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3d e cálculos computacionais para atendimento aos critérios dos órgãos de patrimônio	1		6.376,83
Projeto executivo de instalação elétrica, inclusive projeto básico, apresentado em Autocad, inclusive as legalizações pertinentes (formato A1)	1		2.068,93
Fita LED - 3000 K- 700 lm - 10 W	20	200	756,10

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Fita LED - 4000 K- 700 lm - 10 W	6	60	226,83
Projetor LED - Sobrepor - 3000 K- 1200 lm - 12 W	9	108	7.379,87
Projetor LED - Embutir - 3000 K- 1800 lm - 18 W	30	540	36.822,34
Controlador	1	5	3.557,91
Materiais elétricos	1		9.748,61
Mão de obra	1		4.874,30
BDI 27,13%	0		6.258,53
TOTAL		913	78.070,25

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Abaixo são apresentadas as imagens do projeto luminotécnico referencial.

Figura 59 - Catedral Diocesana de São José dos Pinhais – Sem Iluminação Especial



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 60 – Catedral Diocesana de São José dos Pinhais– Vista Frontal



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 61 – Catedral Diocesana de São José dos Pinhais – Vista Lateral



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

3.2.11 Memorial Casarão - Paço Municipal

São propostos para o local equipamentos de iluminação voltados para as fachadas indicadas no Relatório de Diagnóstico, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Mesclar temperaturas de cor e intensidades luminosas na edificação;
- Prever equipamentos RGB voltados para a fachada do casarão, distribuídos uniformemente;
- Prever tratativas para os equipamentos de IP que integram o cenário da fachada – projetores de embutir espalhados em pontos estratégicos no local, entre o próprio casarão e os mastros das bandeiras situados bem próximo ao bem, local como um todo que fica localizado dentro do espaço que envolve a Prefeitura do Município.

Tabela 57 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Memorial Casarão - Paço Municipal

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachada Frontal- Parte superior do casarão	Fita de LED	04	700	3.000
Fachada Frontal – Colunas em branco	Embutido de solo	03	1.542	RGB
Fachada Frontal – Casarão	Embutido de solo	08	1.542	RGB
Fachada Frontal – Colunas em branco	Projetor de baixa intensidade	03	1.542	RGB
Fachada Frontal – Colunas em branco	Projetor de baixa intensidade	03	3.100	3.000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 58 - Previsão de custos com a solução para o Memorial Casarão – Paço Municipal

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3d e cálculos computacionais para atendimento aos critérios dos órgãos de patrimônio	1		3.454,36
Projeto executivo de instalação elétrica, inclusive projeto básico, apresentado em Autocad, inclusive as legalizações pertinentes (formato A1)	1		2.068,93
Projeto LED - Embutir - RGB K- 1542 lm - 45 W	11	495	35.489,87
Projeto LED - Sobrepor - RGB K- 1542 lm - 45 W	3	135	9.679,06
Projeto LED - Embutir – 3000 K- 3100 lm - 35 W	3	105	7.998,44
Fita LED - 3000 K- 700 lm - 10 W	4	40	151,22
Controlador	1	5	3.557,91
Materiais elétricos	1		11.375,30
Mão de obra	1		5.687,65
BDI 27,13%	0		6.127,65
TOTAL		780	85.590,39

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Abaixo são apresentadas as imagens do projeto luminotécnico referencial.

Figura 62 - Memorial Casarão – Paço Municipal



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 63 - Memorial Casarão – Paço Municipal



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

3.2.12 Museu Municipal Atílio Rocco

São propostos para o local equipamentos de iluminação voltados para as fachadas indicadas no Relatório de Diagnóstico, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Prever equipamentos destinados a iluminação da fachada do edifício de maneira a permitir a visibilidade integral dos elementos que compõem a volumetria da edificação;
- Mesclar temperatura de cor e intensidade luminosa em volta de toda edificação;
- Prever equipamentos RGB externos ao edifício e voltados para as fachadas laterais e frontal do bem;
- Prever equipamentos destinados à distinção aos seguintes elementos que compõem a volumetria da fachada: aberturas (janelas e portas), cobertura e ornamentos;
- Implantar equipamentos para corrigir possíveis distorções e sombreamentos causados pela volumetria do edifício.

Tabela 59 - Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para o Museu Municipal Atílio Rocco

Elemento para iluminação	Equipamento	Qtde.	Fluxo Luminoso (lm)	Temperatura de Cor (K)
Fachadas da construção – Aberturas (Janelas)	Projektor de baixa intensidade	14	1.542	RGB
Fachada - Mastros das bandeiras	Embutido de solo	03	3.100	4.000
Fachada frontal e fachada lateral da construção	Embutido de solo	15	570	4.000
Fachada Frontal - Cobertura	Fita de LED	15	700	4.000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

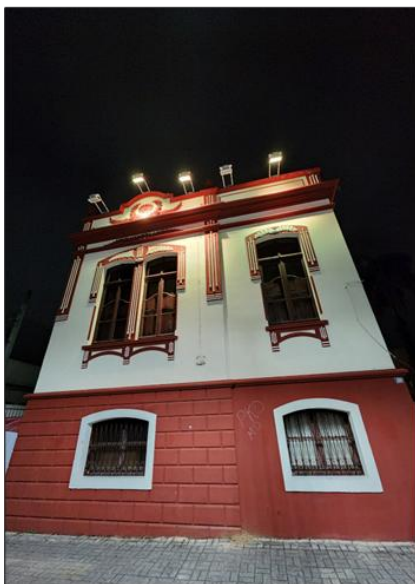
Tabela 60 - Previsão de custos com a solução para o Museu Municipal Atílio Rocco

Item	Quantidade	Potência (W)	Valor (R\$)
Projeto luminotécnico especial de iluminação de fachadas com elaboração de simulações em 3d e cálculos computacionais para atendimento aos critérios dos órgãos de patrimônio	1		4.377,44
Projeto executivo de instalação elétrica, inclusive projeto básico, apresentado em Autocad, inclusive as legalizações pertinentes (formato A1)	1		2.068,93
Projetor LED - Sobrepor - RGB K- 1542 lm - 45 W	14	630	45.168,93
Projetor LED - Embutir - 4000 K- 3100 lm - 35 W	3	105	7.998,44
Projetor LED - Embutir - 4000 K- 570 lm - 8 W	15	120	17.584,04
Fita LED - 4000 K - 700 lm - 10 W	15	150	567,07
Controlador	2	10	7.115,82
Materiais elétricos	1		15.686,86
Mão de obra	1		7.843,43
BDI 27,13%	0		8.132,67
TOTAL		1015	116.543,63

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

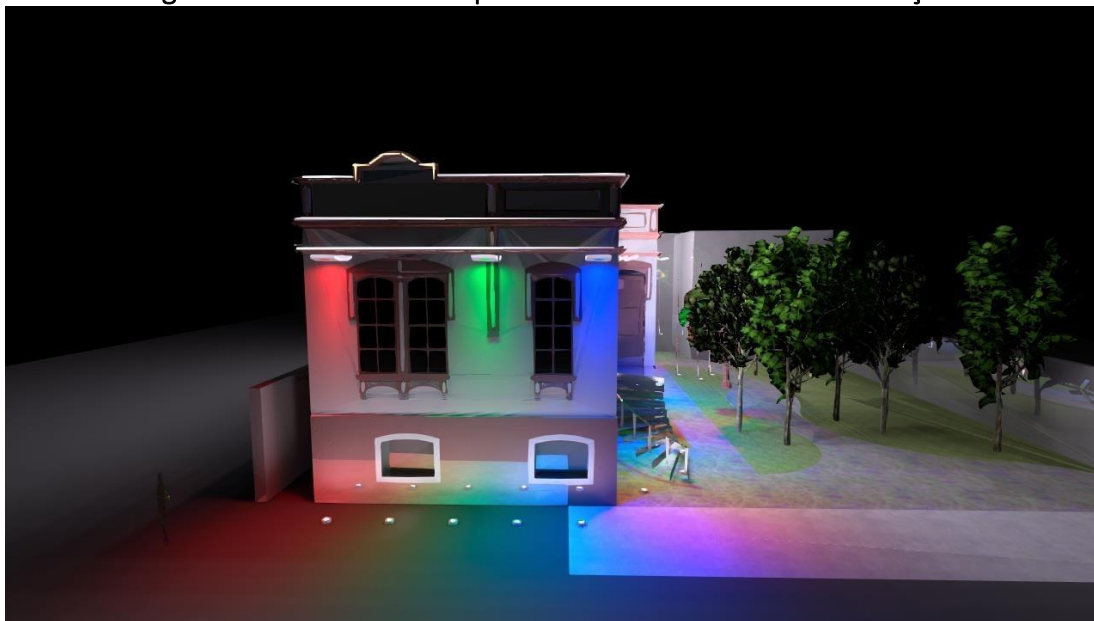
Abaixo são apresentadas as imagens do projeto luminotécnico referencial.

Figura 64 - Museu Municipal Atílio Rocco – Sem Iluminação Especial



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 65 – Museu Municipal Atílio Rocco – Vista Frontal Calçada



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 66 – Museu Municipal Atílio Rocco – Vista Diagonal Lateral



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Figura 67 – Museu Municipal Atílio Rocco – Vista Lateral



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

A seguir são apresentados de forma resumida, os custos referentes a revitalização e inclusão de sistemas de iluminação de destaque nos bens de interesse elencados.

Tabela 61 - Previsão de despesas com revitalização da iluminação especial

Bens de interesse	Custo previsto (R\$)
Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros	49.639,22
Caixa D'Água	21.489,95
Capela Nossa Senhora dos Milagres	83.933,48
Capela Santo Antônio	136.797,21
Capela Santo Antônio – Colônia Acioli	38.397,43
Capela Senhor Bom Jesus	51.743,91
Capelinha do Alto da Boa Vista	38.183,78
Centro de Vivência Cultura João Senegaglia	71.406,71
Colégio Estadual Silveira da Motta	93.573,64
Igreja Matriz de São José	78.070,25
Memorial Casarão – Paço Municipal	85.590,39
Museu Municipal Atílio Rocco	116.543,63
TOTAL	865.369,60

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

4 MODELO DE OPERAÇÃO

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

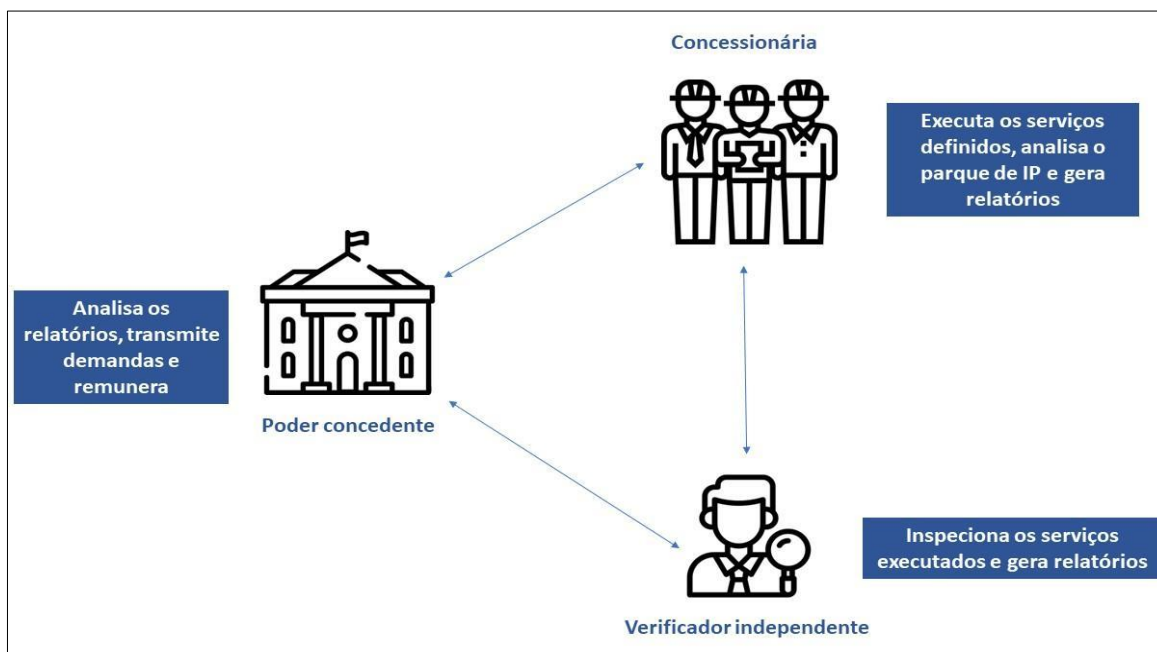
4.1 Modelo de Governança da PPP de IP

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

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

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

Figura 68 - Modelo de governança da PPP de iluminação pública



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Esclarece-se que a remuneração mensal da Concessionária só poderá ser concretizada após a validação do Relatório de Desempenho, gerado pelo Verificador Independente a partir de inspeções presenciais.

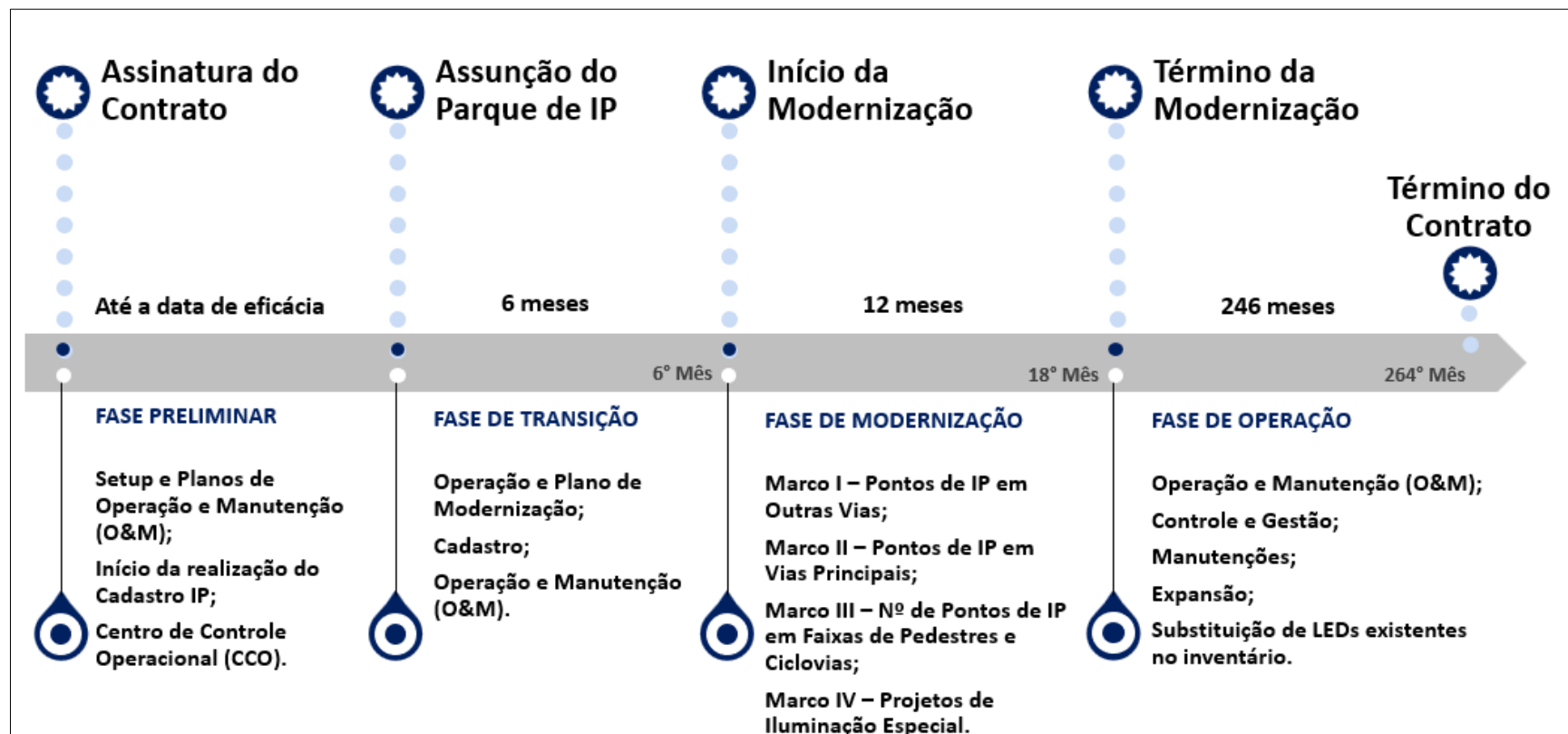
Além disso, como mencionado anteriormente, essa remuneração não se dá diretamente entre o Poder Concedente e a Concessionária, mas pelo intermédio da CIP. Para isso, é criada uma Conta Vinculada à PPP, junto à Instituição Financeira Depositária, que será a única responsável pelas movimentações.

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

4.2 Fases do Projeto

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

Figura 69 - Macro cronograma do contrato da PPP



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

Quadro 2 - Duração das fases do projeto

Fases	Prazos
Fase 0 – Preliminar	4 meses
Fase 1 – Transição	2 meses
Fase 2 – Modernização	12 meses
Fase 3 – Operação	246 meses
Prazo da Concessão	22 anos

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

4.2.1 Fase 0 – Preliminar

A Fase 0 envolve a mobilização da SPE (Sociedade de Propósito Específico) – isto é, a Concessionária - para alinhamentos junto ao Poder Concedente, treinamento de equipes e desenvolvimento de atividades necessárias para o início da PPP, como a elaboração do Plano de Transição Operacional, de um novo Cadastro dos pontos de iluminação pública, e do Plano de Operação e Manutenção. Também nessa fase deve ser estruturado o CCO (Centro de Controle Operacional).

4.2.2 Fase 1 – Transição

A Fase 1 é marcada pela assunção do parque de iluminação pública pela Concessionária, conclusão a elaboração do Cadastro georreferenciado, e início dos serviços de operação e manutenção, bem como à elaboração do Plano de Modernização.

4.2.3 Fase 2 – Modernização

Na Fase 2 é iniciada a execução dos projetos de modernização e eficiência definidos nos Estudos de Engenharia. Também nesta fase deve ser implantado o Sistema de Telegestão, executados os projetos de Iluminação Especial e atendidas toda a Demanda Reprimida e

necessidades CPE (Correção de Pontos Escuros) levantadas. Além disso, também deve ser iniciada a implantação de iluminação nas Faixas de Pedestre e Ciclovias do Município.

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

- I. Marco I da Concessão: execução das atividades e investimentos relacionados aos Pontos de Iluminação Pública (IP) em Outras Vias;
- II. Marco II da Concessão: execução das atividades e investimentos relacionados aos Pontos de Iluminação Pública (IP) em Vias Principais;
- III. Marco III da Concessão: execução das atividades e investimentos relacionados ao número de pontos de Iluminação Pública (IP) em Faixas de Pedestres e Ciclovias e Ciclofaixas;
- IV. Marco IV da Concessão: execução das atividades e investimentos relacionados aos Projetos de Iluminação Especial.

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

4.2.4 Fase 3 – Operação

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

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

4.3 Modelo Operacional

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

- Elaboração de cadastro, que deve ser constantemente atualizado ao longo da PPP;
- Elaboração dos planos e projetos operacionais, que são o PTO (Plano de Transição Operacional), o PMO (Plano de Modernização e Operação) e o PDO (Plano de Desmobilização Operacional);
- Modernização e efficientização da rede de iluminação pública do Município;
- Implantação do sistema de telegestão;
- Implantação de Iluminação Especial nos bens de destaque selecionados pelo Município;
- Implantação e operação do Centro de Controle Operacional (CCO);
- Manutenção da rede de iluminação pública;
- Execução do serviço de poda na vegetação que impacta a qualidade da iluminação pública;
- Implantação e operação da estrutura operacional e organizacional;
- Expansão da rede de iluminação pública;
- Atendimento à demanda reprimida;
- Divulgação pública e periódica de informações e documentos relacionados a PPP.

4.3.1 Cadastro

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

4.3.2 Planos Operacionais

Entre os planos que a Concessionária deverá apresentar, constam:

- Plano de Operação e Manutenção (POM), que apresentará a descrição, procedimento operacional e planejamento de todas as atividades relacionadas ao planejamento e à estruturação necessários para a operação e manutenção dos pontos de iluminação pública da rede municipal de iluminação pública ao longo do prazo da concessão.
- Plano de Modernização e Eficientização (PM), que apresentará a descrição, procedimento operacional e planejamento de todas as atividades relacionadas à modernização e efficientização, implantação do sistema de telegestão e iluminação especial, ao longo do prazo da concessão. O PM deverá ser composto, no mínimo, pelos seguintes programas:
 - a. Programa de Modernização e Eficientização (PME);
 - b. Programa de Implantação do Sistema de Telegestão (PIST);
 - c. Programa de Iluminação Especial (PIE).
- Plano de Desmobilização Operacional (PDO), que deverá detalhar o procedimento de reversão dos Bens reversíveis e a transição operacional no advento do prazo contratual.

4.3.3 Modernização e Eficientização

A modernização e efficientização refere-se à adequação dos pontos de IP do Município aos padrões de iluminância e uniformidade da Norma 5101 e à redução do consumo de energia da rede de

iluminação pública por meio de adequações estruturais e da substituição das tecnologias de IP existentes por luminárias LED de alto padrão de qualidade - cujas especificações mínimas foram detalhadas na seção 2, assim como todos os demais serviços que envolvem a modernização e eficiência.

4.3.4 Implantação de Telegestão

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

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

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

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

4.3.4.1 Estrutura Operacional do sistema de telegestão

O Sistema de Telegestão é composto de forma geral por central de controle, servidor de telegestão, concentrador e telecomando controlador de luminária. Cada elemento dessa estrutura

de telegestão apresenta características básicas, obrigações e especificações técnicas que devem ser contempladas. A figura a seguir retrata uma possível solução para o sistema por completo.

Figura 70 - Estrutura operacional do Sistema de Telegestão



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Os telecomandos controladores das luminárias comunicam-se com o concentrador através de protocolos abertos de comunicação. As informações são coletadas pelos concentradores dotados de conexão com internet para que possam transmitir as informações ao servidor de telegestão, esse, por sua vez, armazena e disponibiliza as informações à central de controle localizada no centro de controle operacional (CCO).

4.3.4.2 Dimerização

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

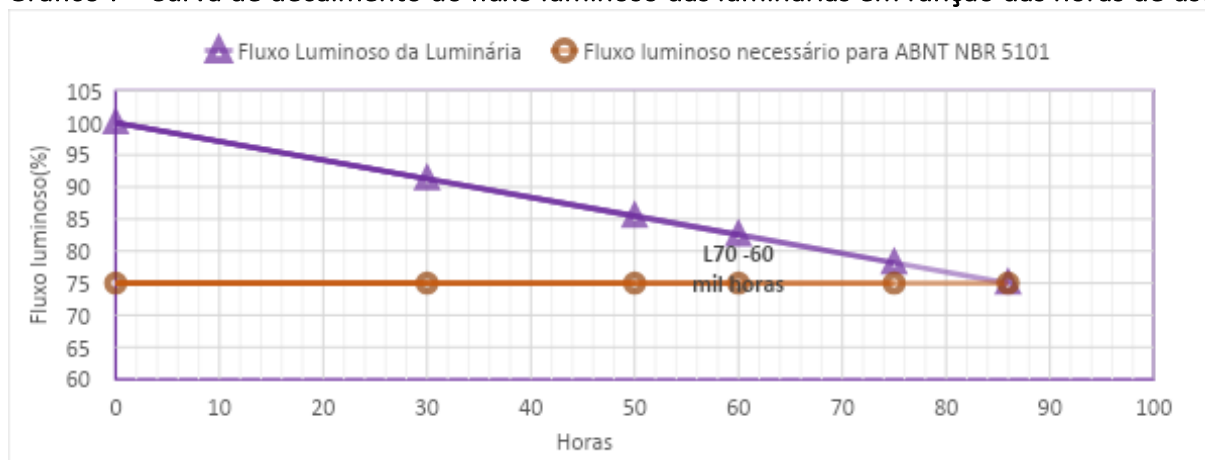
O ajuste de fluxo luminoso nos pontos de iluminação pública com Sistema de Telegestão deverá seguir aspectos legais e normativos relativos pertinentes (especialmente a Norma 5101).

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

4.3.4.2.1 Dimerização pela Otimização do Fluxo luminoso

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

Gráfico 7 - Curva de decaimento do fluxo luminoso das luminárias em função das horas de uso



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

- Cumprimento integral da Norma 5101 até o ciclo de trocas das luminárias LED;
- Consideração da curva decaimento do fluxo luminoso até o ciclo de trocas das luminárias LED;
- 75% do fluxo luminoso necessário para cumprimento dos requisitos normativos da Norma 5101;
- Potências típicas nas classes de iluminação com sistema de telegestão;
- Período de operação de 11 horas e 25 minutos conforme Resolução Homologatória Nº 2.590, de 13 de agosto de 2019 da ANEEL;

4.3.5 Iluminação Especial

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

4.3.6 Centro de Controle Operacional (CCO)

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

4.3.6.1 Implantação do CCO

O CCO deve apresentar infraestrutura capaz de monitorar, operar e controlar, de forma remota, o funcionamento da rede de iluminação pública em tempo real - para os pontos de IP equipados com sistema de telegestão. Além disso, a operação do CCO deve ser baseada na norma técnica ISO/IEC 27000 – Gestão da Segurança da Informação.

A Concessionária deve garantir à administração pública o acesso integral e em tempo real, baseado em hierarquia de acessos, a todas as etapas da execução contratual dos dados primários,

disponíveis no CCO, por meio de equipamentos instalados em local definido e de relatórios dinâmicos e mapas temáticos para monitoramento dos serviços realizados. Deve garantir a integração da rede municipal de iluminação pública e o sistema a ser utilizado pelo Verificador Independente com o Sistema Central de Gestão Operacional.

O CCO deve ter a capacidade de hospedar diferentes *softwares* para o gerenciamento da iluminação pública, dentre eles o SCGO, o *software* de telegestão, o *call center* e os *softwares* operacionais, devendo eles trabalharem de forma integrada. A integração de todos os sistemas e a convergência de dados e informações em um único banco de dados deve ser feita de forma rápida, confiável e compatível, visando otimizar os processos ou gerar informações de suporte e decisão para os gestores.

4.3.6.1.1 CCO Espelho

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

4.3.7 Serviços de Manutenção

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

- **Manutenção corretiva:** Deve ser executada sempre que for identificado o funcionamento incorreto de algum dos equipamentos que compõem a rede de iluminação pública que pode ocorrer devido a danos estruturais, defeitos de fabricação, falhas de software, acidentes, furtos, vandalismo, dentre outros fatores. A manutenção corretiva deve ser

realizada em todos os equipamentos da rede de iluminação pública sempre que houver a necessidade;

- **Manutenção preditiva:** Deve ser executada quando se observar a iminência de algum tipo de falha nos equipamentos de iluminação pública ocasionado, por exemplo, pela proximidade do fim da vida útil de algum componente. Para que essa falha possa ser prevista e corrigida, deve-se haver o monitoramento constante da performance dos equipamentos;
- **Manutenção preventiva:** Deve ser realizada com base em um período a ser definido, de acordo com a taxa de falhas ou de depreciação dos equipamentos, a fim de se analisar, criteriosamente, o estado de conservação e de funcionamento da rede de iluminação pública;
- **Manutenção emergencial:** Deve ser realizada de maneira imediata quando se constatar a necessidade. Esse tipo de manutenção é destinado a problemas que colocam em risco a integridade física da sociedade ou do patrimônio público, como casos de incêndio, braços quebrados, postes abalroados, dentre outros.

4.3.8 *Serviços de Poda*

Um dos fatores que influenciam na qualidade da prestação do serviço de iluminação pública é a harmonia entre a arborização e pontos de iluminação pública. Nesse sentido, é fundamental, para a boa compatibilização entre vegetação local e iluminação pública, a manutenção periódica de galhos e árvores que interferem na rede de iluminação pública, seguindo as orientações das legislações ambientais e as diretrizes expressas pela Norma 5101 e pelo Guia de Arborização de Vias Públicas da distribuidora local. Aclara-se que, ambos os documentos trazem diretrizes para o corte e poda da vegetação, porém a sua indicação não tem a função de limitar as opções, podendo ser utilizadas outras técnicas de corte e poda, desde que aprovadas pelo Município.

4.3.9 *Estrutura operacional e organizacional*

4.3.9.1 *Operacional*

O sistema central de gestão operacional (SCGO) corresponde ao sistema de controle e processamento central de todas as informações das equipes, CCO, almoxarifado, controle de

frotas, softwares e controles informatizados da Concessionária. Por meio do SCGO deve ser possível realizar:

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

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

- Gerenciamento do cadastro técnico de iluminação pública:
 - O SCGO deve dispor de sistema que contenha cadastro técnico e ferramenta para gerenciamento dos ativos administrados pela Concessionária. O sistema deve contemplar base de dados georreferenciada GIS (*Geographic Information System*) de todos os ativos abarcados pela concessão, a qual deve ser utilizada como base de informações às demais soluções do sistema. Este cadastro deve ser permanentemente atualizado conforme ocorrerem as intervenções na rede de iluminação pública do Município, por meio de dispositivos móveis ou diretamente na interface *web*. É responsabilidade da Concessionária a manutenção da atualização do cadastro.
- Gerenciamento de projetos:

- Este sistema deve permitir a gestão de projetos relacionados aos serviços prestados pela Concessionária. Todos os projetos devem ser visualizados em correspondência com mapas e dados cartográficos da base de dados GIS e do sistema de gerenciamento de ativos. O sistema deve:
 - Ter acesso aos dados do cadastro técnico;
 - Realizar a interface de informações entre projetos, serviços e seus respectivos locais de execução;
 - Monitorar o andamento de cada projeto, os custos e os recursos empregados.
- O sistema deve gerar relatórios gerenciais sobre o andamento dos projetos de forma que permita o monitoramento pela Concessionária, pelo Verificador Independente e pelo Poder Concedente.
- Gestão de manutenção e operação:
 - A gestão de manutenção e operação deve ser garantida por meio de sistema que garanta o controle do processo de manutenção e operação da rede de iluminação pública. O sistema deve fazer a integração entre protocolos de manutenção ou operação de obras, e os dados controle da frota e equipes em campo para o monitoramento da execução de cada serviço, bem como a localização da equipe responsável. Deve controlar, distribuir as ordens de serviço para as equipes e realizar a atualização dos dados do cadastro técnico de acordo com as informações enviadas pelas equipes de campo e os respectivos protocolos e OS (ordem de serviço);
 - Por meio de dispositivos móveis com acesso à rede de dados, as equipes de campo devem ter acesso ao sistema, permitindo a visualização do histórico de intervenções do ponto de iluminação pública relacionado na solicitação de serviço. O sistema deve permitir o controle de materiais utilizados por cada equipe. O planejamento das rotas de vistoria das rondas deve ser fornecido pelo SCGO, o qual deve fazer o controle das equipes de vistoria de todos os pontos de iluminação

pública, e garantir que a inspeção completa da rede seja feita dentro do prazo estabelecido.

- Gestão do consumo de energia:
 - O SCGO deve realizar o processamento entre todos os dados do controle de monitoramento remoto das luminárias para fins de cálculo do consumo e gastos de energia. O sistema deve possibilitar comparações entre os consumos de energia elétrica estimado, medido (pela telegestão) e faturado;
 - O consumo de energia estimado deve ser baseado nas potências das luminárias cadastradas na base de dados georreferenciada, considerando as perdas, e no tempo de operação previsto na resolução 1.000 da ANEEL. A proposta é que seja feita comparação entre o consumo estimado e o consumo computado pelo sistema de telegestão nos pontos beneficiados com essa tecnologia;
 - Os dados devem ser armazenados para a criação de série histórica de todo o período de concessão.
- Atendimento ao usuário:
 - Deve ser utilizado sistema capaz de gerenciar as demandas apresentadas pelos usuários do sistema de iluminação pública, integrando com o *call center*. O sistema deve efetuar o registro da ocorrência, o despacho do serviço necessário e a comunicação de resposta com o usuário solicitante informando o atendimento da demanda. Deve ser integrado à gestão de manutenção e operação para a abertura de ordem de serviço e acompanhamento do chamado. Deve registrar as ocorrências com base no cadastro técnico, permitindo a análise de fenômenos recorrentes.
- Telegestão:
 - O SCGO deve estar integrado ao sistema de telegestão, sendo capaz de controlar e monitorar as luminárias, ponto-a-ponto e enviar todas as informações para o CCO. O sistema de telegestão deve dispor de todas as funcionalidades apresentadas no presente relatório para o operador do CCO;

- O sistema de telegestão deve permitir integração com a gestão de manutenção e operação para que, em tempo real, seja informado às equipes de operação e manutenção as ocorrências na rede de iluminação pública identificadas pelos telecomandos controladores, antecipando-se às chamadas dos usuários;
- Todas as operações, mudanças de estado e valores de medições registrados pelo sistema de telegestão devem ser armazenados historicamente permitindo a análise de ocorrências e do comportamento da rede de iluminação pública, e fornecendo insumos para a realização de estudos posteriores.
- Indicadores de desempenho:
 - O SCGO deve apresentar sistema de mensuração de desempenho que vai aferir os aspectos operacionais e gerenciais da execução do contrato de concessão. Deve representar o quadro de indicadores de desempenho que vai fazer parte do contrato, permitindo o monitoramento do desempenho da Concessionária. Os dados devem estar disponíveis para a Prefeitura e para o verificador independente do contrato, a fim de que seja monitorado e verificado o desempenho da Concessionária.
- Planejamento de recursos da Concessionária:
 - A Concessionária deve contar com sistema de planejamento de recursos (ERP) para suportar seus processos de negócios. Os processos atendidos e funcionalidades devem ser, no mínimo, os seguintes:
 - Gestão de materiais:
 - ✓ Cadastro de materiais, fornecedores e serviços;
 - ✓ Administração de compras de materiais, de contratação de obras e serviços e controle dos respectivos prazos e garantias;
 - ✓ Gestão de fornecimento de materiais;
 - ✓ Inventário físico estoque (anual, rotativo, amostra);
 - ✓ Previsão e planejamento de materiais;

- ✓ Administração de estoques centralizado e depósitos.
- Controladoria:
 - ✓ Gestão de custos;
 - ✓ Alocação de custos;
 - ✓ Orçamento de despesa.
- Gestão de investimentos:
 - ✓ Gestão de orçamento de investimento;
 - ✓ Acompanhamento da realização orçamentária.
- Contabilidade:
 - ✓ Balanço patrimonial;
 - ✓ Demonstração de resultados do exercício;
 - ✓ Gestão dos ativos contábeis.
- Financeiro:
 - ✓ Contas a pagar;
 - ✓ Contas a receber;
 - ✓ Administração de caixa;
 - ✓ Fluxo financeiro;
 - ✓ Fluxo orçamentário.
 - ✓ Gestão da frota de veículos.

4.3.9.2 Organizacional

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

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

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

4.3.10 Expansão da rede municipal de IP

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

Como mencionado na Situação Técnico-Operacional, a taxa de expansão estimada para o Município foi de 2,10%, o que equivale a um total de 732 (setecentos e trinta e dois) novos pontos ao ano.

A demanda por novos pontos poderá surgir em diversos tipos de locais e, assim, apresentar diferentes exigências, como extensões da rede de distribuição aérea no caso de pontos não exclusivos, ou da rede de distribuição subterrânea no caso de pontos exclusivos. A fim de contemplar todas essas possibilidades, apresenta-se, a seguir, as estruturas de expansão definidas para os Estudos de Engenharia.

Quadro 3 – Estruturas de expansão definidas para os Estudos de Engenharia

Estrutura	Descrição
1	Instalação de novo ponto de IP exclusivo em outras vias
2	Instalação de novo ponto de IP exclusivo em vias principais
3	Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em outras vias
4	Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em vias principais
5	Instalação de novo ponto de IP em Faixa de Pedestre
6	Instalação de novo ponto de IP em Ciclovias
7	Instalação de novo ponto em Zona Rural
8	Instalação de novo ponto Fotovoltaico embarque e desembarque

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

A discriminação do quantitativo de cada uma dessas estruturas é fundamental para determinação dos custos de investimentos. Para a determinação da quantidade de pontos de cada estrutura, assume-se representatividade percentual das estruturas, tendo por base a representatividade das classes de iluminação, apresentada na Situação Técnico-Operacional, e os estudos luminotécnicos realizados para a modernização e efficientização da rede iluminação pública. Nesse sentido, foram definidas as seguintes premissas:

- Para a adição de novos pontos exclusivos em Outras Vias (V4, Praças, parques e outros locais), foram definidos 50 (cinquenta) pontos anuais, divididos de acordo com a representatividade das classes de iluminação;

- Para a adição de novos pontos exclusivos em Vias Principais (V1, V2 e V3), foram definidos 3 (três) pontos anuais, divididos de acordo com a representatividade das classes de iluminação;
- Para a adição de novos pontos não exclusivos em Outras Vias (V4, Praças, parques e outros locais), foram definidos 426 (quatrocentos e vinte e seis) pontos anuais, divididos de acordo com a representatividade das classes de iluminação;
- Para a adição de novos pontos não exclusivos em Vias Principais (V1, V2 e V3), foram definidos 121 (cento e vinte e um) pontos anuais, divididos de acordo com a representatividade das classes de iluminação;
- Para a adição de novos pontos em Faixas de Pedestre, foram definidos 32 (trinta e dois) pontos anuais, divididos de acordo com a proposição de engenharia apresentada na seção 2.7;
- Para a adição de novos pontos em Ciclovias e Ciclofaixas, foram definidos 100 (cem) pontos anuais, divididos de acordo com a proposição de engenharia apresentada na seção 2.6.

Para o atendimento dos Pontos de Embarque e Desembarque (PEDs) e Estrutura de IP para Zona Rural:

- Para a instalação de novos pontos de iluminação nos Pontos de Embarque e Desembarque, incluindo os pontos com abrigo, foram estabelecidos um total de 899 (oitocentos) pontos, a serem implementados ao longo do Início do Marco I ao término do Marco IV, conforme o cronograma descrito na seção 4.2. Esses pontos foram definidos com base na proposta de engenharia apresentada na seção 2.8.
- Para instalação de novos pontos de iluminação pública a Zona Rural, foram estabelecidos um total de 195 (cento e noventa e cinco) pontos, a serem contemplados ao longo do Início

do Marco I ao término do Marco IV, conforme o cronograma descrito na seção 4.2. Esses pontos foram definidos com base na proposta de engenharia apresentada na seção 2.9.

A seguir, apresenta-se, a distribuição anual (de acordo com a taxa de expansão de 1,21%) e total dos pontos de expansão - considerando o seu início a partir do ano 2 conforme o cronograma apresentado na seção 4.2 - definidas a partir das premissas supracitadas. Ressalta-se que, devido à ausência de distribuição anual dos pontos destinados aos Pontos de Embarque e Desembarque e Estrutura de IP para Zona Rural, tais pontos não impactarão o percentual e o quantitativo apresentado na tabela subsequente.

Quadro 4 – Distribuição dos pontos de expansão anual por estrutura

#	Classe de iluminação	% dos pontos de ampliação	Representatividade	Quantidade
1	V4	6,82%	0,55%	4
	Praças parques e outros locais		6,28%	46
2	V3	0,42%	0,14%	1
	V2		0,14%	1
	V1		0,14%	1
3	V4	58,20%	58,20%	426
4	V3	16,53%	11,20%	82
	V2		3,42%	25
	V1		1,91%	14
5	V3	4,37%	1,91%	14
	V2		1,23%	9
	V1		1,23%	9
6	C2	13,66%	8,20%	60
	C1		5,46%	40
TOTAL		100,00%	100,00%	732

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

A quantidade de pontos destinada aos Pontos de Embarque e Desembarque (PEDs) e Estruturas de IP para Zona Rural, foi definida com base nos resultados das simulações luminotécnicas e informações disponibilizadas pelo município.

A distribuição dos Pontos de Embarque e Desembarque e Estruturas de IP para Zona Rural, conforme definido anteriormente, juntamente com as respectivas representatividades em relação ao número total de pontos destinados à expansão da PPP, está apresentada na tabela abaixo.

Tabela 62 – PEDs e Estruturas de IP para Zona Rural

Estrutura	Classe de iluminação	% dos pontos ao fim da PPP	Representatividade	Quantidade
7	IP em Zona Rural	11,56%	2,06%	195
8	PEDs		9,50%	899
TOTAL				1.269

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

Quadro 5 – Distribuição dos pontos de expansão por estrutura ao fim do prazo da PPP

Estrutura	Tipo de local	%	Total de pontos
1	Outras Vias – pontos exclusivos (V4, Praças, parques e outros locais)	6,79%	650
2	Vias Principais – pontos exclusivos (V1, V2 e V3)	0,41%	39
3	Outras Vias – pontos não exclusivos (V4)	57,87%	5.538
4	Vias Principais – pontos não exclusivos (V1, V2 e V3)	16,44%	1.573
5	Faixas de Pedestre	4,35%	416

Estrutura	Tipo de local	%	Total de pontos
6	Ciclofaixas e Ciclovias (C1 e C2)	2,72%	260
7	Estruturas de IP Zona Rural	2,04%	195
8	Pontos de Embarque e Desembarque (PEDs)	9,39%	899
TOTAL		100%	9.570

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

Na Situação Técnico-Operacional, pode ser identificada a necessidade da implantação de 884 (oitocentos e oitenta e quatro) novos pontos de iluminação pública a fim de atender a demanda reprimida do Município. Os custos referentes à implantação desses pontos são de total responsabilidade da Concessionária.

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

Quadro 6 – Potência das luminárias definidas para cada tipo de local de expansão por fornecedor

Tipo de local		Fornecedor	Potência [W]
Vias Principais	Vias V1	A	113
		B	115
		C	141,5
	Vias V2	A	83
		B	115
		C	108,4
	Vias V3	A	61
		B	68
		C	87,9
Outras Vias	Vias V4	A	48
		B	40
		C	52
	Praças, parques e outros locais	A	100

Tipo de local		Fornecedor	Potência [W]
		B	115
		C	108,4
Faixas de Pedestre em V1		A	48
		B	60
		C	52
Faixas de Pedestre em V2		A	33
		B	51
		C	46,5
Faixas de Pedestre em V3		A	24
		B	30
		C	35,6
Ciclofaixas		A	33
		B	36
		C	52
Ciclovias		A	24
		B	22
		C	30
Estrutura de IP Zona Rural		A	33
		B	51
		C	52
Pontos de Embarque e Desembarque		A	30
		B	40
		C	36

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

4.3.11 Divulgação de Informações e Documentos da PPP

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

- Plano de Operação e Manutenção;

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

4.4 Parque de IP

Tendo por base o exposto ao longo da seção 4.3, percebe-se que há um crescimento de pontos de iluminação pública estipulado para o prazo da PPP devido ao atendimento da demanda reprimida e à expansão da rede de IP.

Considerando o inventário revisado dos pontos de IP do Município, apresentado na Situação Técnico-Operacional, como referência, tem-se, na tabela a seguir, o crescimento da rede de iluminação pública ao longo dos anos da PPP, estimado a partir do acréscimo dos pontos de expansão e demanda reprimida.

Tabela 63 - Quantitativo de Pontos de IP ao longo da PPP

Ano	Acréscimo devido à expansão	Acréscimo devido à demanda reprimida (IV, praças, parques e outros locais)	Quantidade final de pontos
Pré - modernização	-	-	34.843
1	732 ¹²	2705	38.280

¹² A expansão prevê a instalação de pontos de iluminação proporcional ao crescimento populacional, estimado em 2,10% do total de pontos. Esses pontos poderão ser instalados, conforme solicitação do Poder Concedente, em Vias Principais, Outras Vias, Faixas de Pedestres, Ciclovias e, quando necessário, em áreas rurais.

Ano	Acréscimo devido à expansão	Acréscimo devido à demanda reprimida (IV, praças, parques e outros locais)	Quantidade final de pontos
2	732	0	39.012
3	732	0	39.744
4	732	0	40.476
5	732	0	41.208
6	732	0	41.940
7	732	0	42.672
8	732	0	43.404
9	732	0	44.136
10	732	0	44.868
11	732	0	45.600
12	732	0	46.332
13	732	0	47.064
14	732	0	47.796
15	732	0	48.528
16	732	0	49.260
17	732	0	49.992
18	732	0	50.724
19	732	0	51.456
20	732	0	52.188
21	732	0	52.920
22	732	0	53.652

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

5 MODELO DE INVESTIMENTOS

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

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

Para o levantamento dos custos foram adotadas as tabelas referências como fontes de custos, a principal fonte de pesquisa foi a tabela SINAPI-PR (Sistema Nacional de Pesquisa de custos e Índices), como esta tabela não contemplava todos os itens necessários para a elaboração dos custos foi necessário a adoção de outras tabelas. As demais tabelas referenciais de outros municípios/estados corresponderam, por exemplo, EMOP (Tabela de empresas de obras públicas do Estado do Rio de Janeiro), SCO-FGV (Sistema de Custos para Obras e Serviços de Engenharia), mapa de carreiras do Trabalha Brasil¹³ e por último o critério de orçamentação.

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

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

¹³ Disponível em: <https://www.trabalhabrasil.com.br>. Acesso em 09/01/2024.

Tabela 64 - Composição para cálculo de BDI

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

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

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

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

Para o cálculo das despesas financeiras (DF) foi adotado os critérios estabelecidos no acórdão nº 325/2077 – TCU, onde se prevê o uso da taxa SELIC como referência de composição de cálculo de juros.¹⁴

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

¹⁴ Utilizado a taxa SELIC de 12,25% ao ano ([Copom reduz a taxa Selic para 12,25% a.a. \(bcb.gov.br\)](https://www.bcb.gov.br/indicadores/taxas-selic)) para o cálculo do DF.

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

5.1 Despesas Pré-Operacionais

Para o desenvolvimento de atividades relacionadas à fase inicial da PPP, a Concessionária deverá incorrer nos seguintes investimentos, denominadas “despesas pré-operacionais”, ou seja, antes do início da operação no parque de IP:

- **Setup da Concessionária:** etapa referente à estruturação, planejamento e mobilização da SPE, além dos demais estudos e projetos necessários para estruturação da operação e modernização do parque de IP, como também os Planos de Transição Operacional, Modernização e Operação e Plano de Desmobilização;
- **Cadastro georreferenciado:** Elaboração de novo cadastro de IP georreferenciado;
- **Ressarcimento dos Estudos:** Referente ao reembolso dos estudos relacionados ao objeto da Concessão conforme contrato celebrado entre Caixa Econômica Federal e o Município;
- **Programa da Gestão Socioambiental:** Elaboração de um Programa de gestão Socioambiental;
- **Projetos Luminotécnicos:** Um projeto luminotécnico típico é composto por um arranjo cuidadosamente planejado de postes, luminárias e braços, adaptado às diferentes classificações de vias de modo para cumprir as normas estabelecidas.

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

Tabela 65 - Valores previstos de investimentos pré-operacionais

Item	Valor Total
Setup	R\$ 160.079,28
Ressarcimento dos estudos	R\$ 1.686.994,62
Ressarcimento do leilão na B3	R\$ 582.809,36
Cadastro Georreferenciado	R\$ 805.221,73

Item	Valor Total
Projetos Luminotécnicos	R\$ 185.384,43
Programa de Gestão Socioambiental	R\$ 87.285,60

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

5.2 Investimentos em Infraestrutura

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

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

Tabela 66 - Infraestrutura Civil/Mobiliário/Tecnologia da Informação/Operacional

Item	Valor Investimento Inicial	% de Reinvestimento	Periodicidade de Reinvestimento
Infraestrutura Civil	R\$ 284.865,60	100,00%	-
Mobiliário, Computadores e periféricos	R\$ 23.875,12	100,00%	5 anos
CCO SPE	R\$44.313,21	100,00%	9 ¹⁵ anos
CCO Espelho	R\$40.486,79	100,00%	5 ¹⁶ anos

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

5.3 Modernização e Eficientização

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

¹⁵ Devido os diferentes equipamentos disponibilizados para o CCO SPE, cujo períodos de reinvestimento são distintos, estabeleceu-se a média do período de reinvestimento dos equipamentos.

¹⁶ Devido os diferentes equipamentos disponibilizados para o CCO Espelho, cujo períodos de reinvestimento são distintos, estabeleceu-se a média do período de reinvestimento dos equipamentos.

- Aquisição de ativos de montagem para modernização e ampliação do parque: envolve a compra de equipamentos como braços de suporte e outros materiais necessários para a modernização e expansão dos pontos de iluminação pública.
- Aquisição de Luminárias LED: A mudança para luminárias LED é uma estratégia comum para aumentar a eficiência energética, reduzir custos operacionais e melhorar a qualidade da iluminação.
- Mão de obra e instalação para modernização dos pontos de IP: inclui os custos associados à contratação de pessoal qualificado para a instalação e modernização dos pontos de iluminação pública, garantindo que todo o trabalho seja realizado conforme necessário e com segurança.

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

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

Tabela 67 - Valores unitários médios previstos de investimento para modernização

Item	Valor Médio por Item
Luminárias LED	R\$ 838,87
Braço	R\$ 297,82
Descarte de Resíduos (Lâmpadas)	R\$ 1,36

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

5.3.1 Custo médio da Luminária LED

Para a composição do custo associado à Luminária LED, foram realizadas cotações com fornecedores do mercado e analisados valores de referência de bases de preços nacionais, sempre

considerando a distribuição das Luminárias LED entre as potências resultantes do estudo de engenharia.

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

Tabela 68 - Custo unitário de substituição de luminárias LED

Faixa de Potência	Valor Unitário
Até 30W	R\$ 458,86
31 W a 50 W	R\$ 548,25
51 W a 67 W	R\$ 676,25
68 W a 97 W	R\$ 879,68
98 W a 137 W	R\$ 978,17
138 W a 180 W	R\$ 1.006,50
181 W a 240 W	R\$ 1.354,56
Acima de 240 W	R\$ 1.788,33

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

5.4 Adequação da Rede de IP em áreas com Pontos Escuros

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

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

Tabela 69 - Custos destinados para a correção de pontos escuros

Classe	Custo Total Fornecedor A	Custo Total Fornecedor B	Custo Total Fornecedor C
V1	R\$ 316.274,57	R\$ 606.882,32	R\$ 635.828,40
V2	R\$ 184.726,74	R\$ 177.231,12	R\$ 175.799,58
V3	R\$ 0,00	R\$ 401.983,80	R\$ 142.955,28
V4	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
TOTAL	R\$ 501.001,31	R\$ 1.186.097,24	R\$ 954.583,26

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

5.5 Implantação do Sistema de Telegestão

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

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

Tendo como base a cotação de preços de implantação de sistemas de telegestão junto ao mercado, para cada ponto de IP que contará com telegestão, foi estimado o investimento de R\$370,51. E com um CAPEX total de aproximadamente R\$ 25.833.132,47.

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

A partir das diretivas e especificações apresentadas no relatório de engenharia foram obtidos três orçamentos diferentes fornecedores (T1, T2 e T3) para o emprego do sistema de telegestão nos

pontos de iluminação. Com o objetivo de relacionar os referidos orçamentos, apresentam-se na tabela a seguir os custos de CAPEX e OPEX por ponto modernizado com o sistema de telegestão. Aclara-se que todos os fornecedores atendem as funcionalidades e cabe ao Relatório Econômico-Financeiro definir a melhor opção de fornecedor sobre o ponto de vista econômico-financeiro no que tange a custos e investimentos ao longo da concessão.

Tabela 70 - Análise dos orçamentos obtidos dos fornecedores de Telegestão

Fornecedor	T1	T2	T3
CAPEX por ponto	R\$ 401,08	R\$ 594,36	R\$ 370,51

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

5.5.1 Dimerização

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

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

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

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

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

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

onde,

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

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

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

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

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

- Ensaios fundamentados em normas internacionais e realizados em laboratórios estrangeiros acreditados, devidamente traduzidos por tradutor juramentado, salvo aceitação da distribuidora pelos documentos originais;
- Comprovação e reconhecimento do sistema de gestão da IP por outra distribuidora, mediante a apresentação de atestado de capacidade técnica ou documento similar;
- Outra metodologia pactuada pela distribuidora e o Município para comprovação e reconhecimento dos dispositivos de controle de carga de IP para estimativa do consumo.

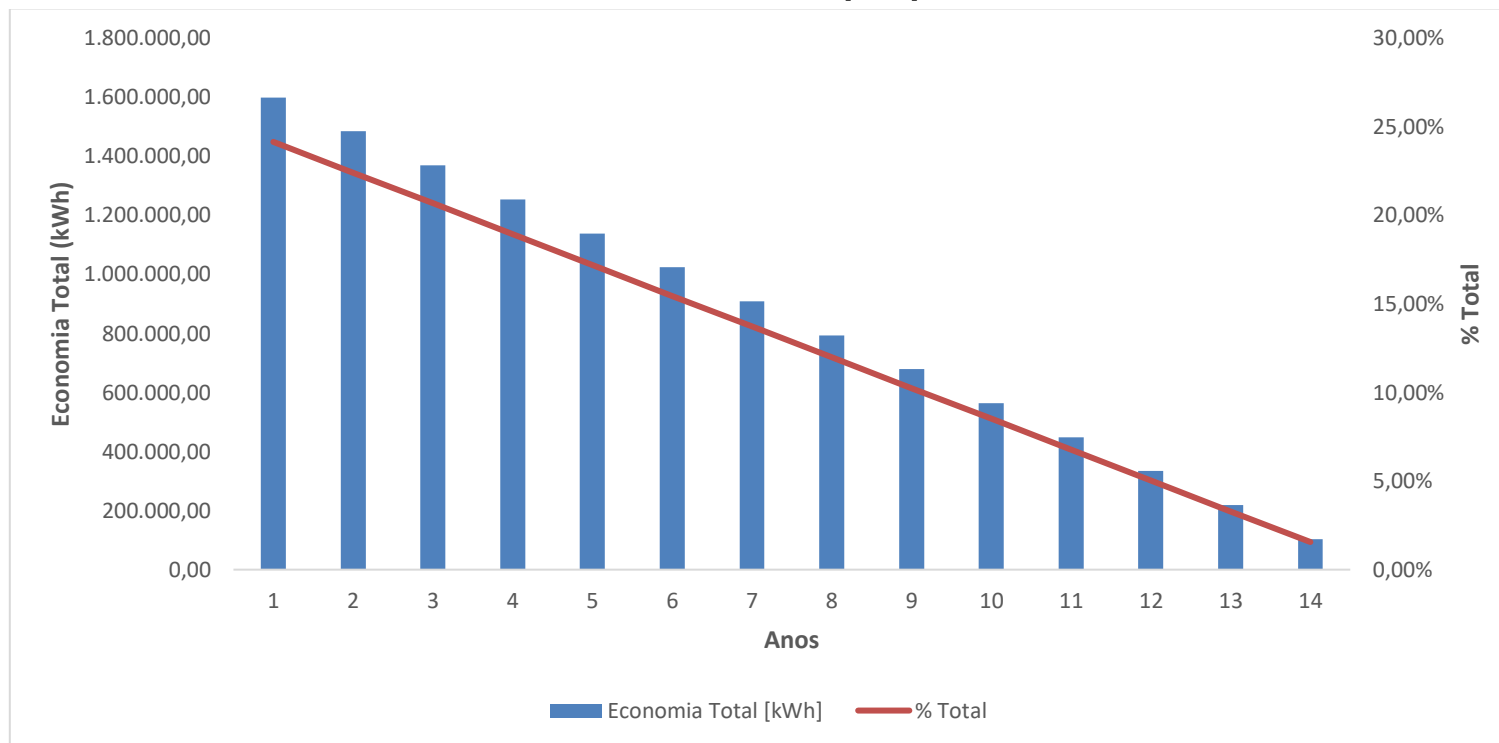
Uma vez aprovado o sistema de telegestão viabiliza-se ganhos econômico-financeiros com a utilização da dimerização do sistema de iluminação pública. A dimerização ocorrerá segundo o mecanismo: de otimização do fluxo luminoso considerando a relação entre vida útil operacional e fator de manutenção. A seção a seguir traz a descrição de tal mecanismo. A economia por classe viária dividida entre 14 anos de operação das luminárias:

Tabela 71 - Economia de energia anual obtida pela dimerização por classe

Ano	Economia V1 [kWh]	% V1	Economia V2 [kWh]	% V2	Economia V3 [kWh]	% V3	Economia V4 [kWh]	% V4	Economia Total	% Total
1	102.723,50	24,13%	131.289,43	24,13%	319.894,73	24,13%	1.044.491,02	24,13%	0,00	0,00%
2	95.332,56	22,40%	121.843,17	22,40%	296.878,34	22,40%	969.339,99	22,40%	0,00	0,00%
3	87.941,61	20,66%	112.396,91	20,66%	273.861,94	20,66%	894.188,97	20,66%	0,00	0,00%
4	80.550,66	18,92%	102.950,64	18,92%	250.845,55	18,92%	819.037,95	18,92%	0,00	0,00%
5	73.159,72	17,19%	93.504,38	17,19%	227.829,16	17,19%	743.886,92	17,19%	0,00	0,00%
6	65.768,77	15,45%	84.058,12	15,45%	204.812,76	15,45%	668.735,90	15,45%	0,00	0,00%
7	58.377,83	13,71%	74.611,86	13,71%	181.796,37	13,71%	593.584,88	13,71%	0,00	0,00%
8	50.986,88	11,98%	65.165,60	11,98%	158.779,98	11,98%	518.433,85	11,98%	0,00	0,00%
9	43.595,94	10,24%	55.719,34	10,24%	135.763,58	10,24%	443.282,83	10,24%	0,00	0,00%
10	36.204,99	8,51%	46.273,08	8,51%	112.747,19	8,51%	368.131,81	8,51%	0,00	0,00%
11	28.814,05	6,77%	36.826,82	6,77%	89.730,80	6,77%	292.980,78	6,77%	0,00	0,00%
12	21.423,10	5,03%	27.380,56	5,03%	66.714,40	5,03%	217.829,76	5,03%	0,00	0,00%
13	14.032,15	3,30%	17.934,29	3,30%	43.698,01	3,30%	142.678,74	3,30%	0,00	0,00%
14	6.641,21	1,56%	8.488,03	1,56%	20.681,61	1,56%	67.527,71	1,56%	0,00	0,00%
Média	54.682,36	12,85%	69.888,73	12,85%	170.288,17	12,85%	556.009,37	12,85%	0,00	0,00%
Total	765.552,97	12,85%	978.442,23	12,85%	2.384.034,42	12,85%	7.784.131,12	12,85%	0,00	0,00%

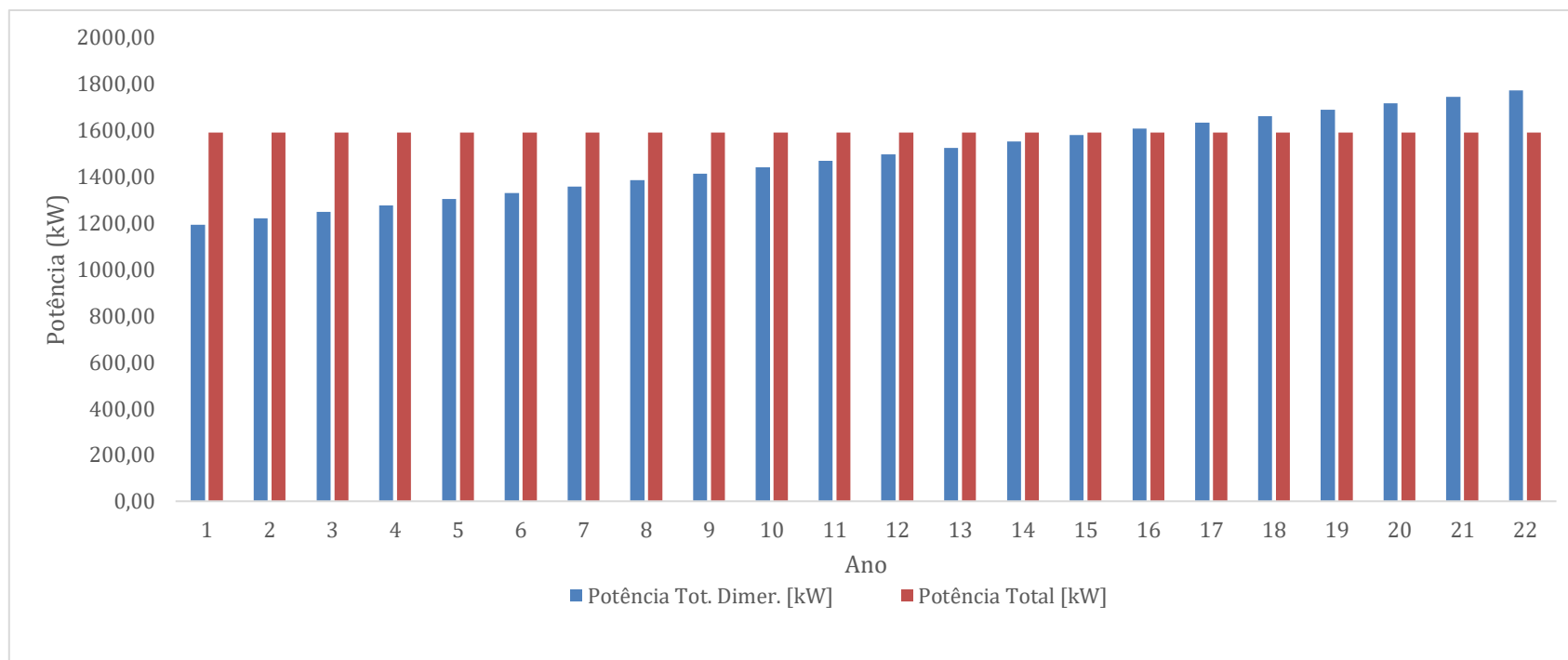
Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Gráfico 8 – Economia Total [kWh] x % Total



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Gráfico 9 – Potência Total [kW] x Potência Total Dimerização [kW].



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

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

5.5.1.1 Premissas técnicas e operacionais

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

Tabela 72 - Premissas para soluções de controle e comando

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

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

5.5.2 Implantação do Sistema Central de Gestão Operacional

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

Tabela 73 - Custo para implantação do SCGO

Descrição	Quantidade de pontos	Periodicidade	SCGO [R\$]	Total [R\$]
Prestação de serviços para locação e software de gestão, fiscalização, medição, despacho e recepção	34.843	Mensal	0,35	12.195,05

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

Descrição	Quantidade de pontos	Periodicidade	SCGO [R\$]	Total [R\$]
de serviços de manutenção de iluminação pública, contratação de serviços de CALL CENTER para recepção e despacho dos serviços de manutenção do sistema de iluminação pública.				

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

5.6 Iluminação Especial

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

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

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

Tabela 74 - Resumo valores dos investimentos por projeto de Iluminação Especial

Local	Valor Estimado Investimento
Biblioteca Pública Municipal Scharffenberg de Quadros	R\$ 49.639,22
Caixa d'Água	R\$ 21.489,95
Capela Nossa Senhora dos Milagres	R\$ 83.933,48
Capela Santo Antônio	R\$ 136.797,21
Capela Santo Antônio - Colônia Acioli	R\$ 38.397,43
Capela Senhor Bom Jesus	R\$ 51.743,91
Capelinha do Alto da Boa Vista	R\$ 38.183,78
Centro de Vivência Cultura João Senegaglia	R\$ 71.406,71

Local	Valor Estimado Investimento
Colégio Estadual Silveira da Motta	R\$ 93.573,64
Igreja Matriz de São José	R\$ 78.070,25
Memorial Casarão - Paço Municipal	R\$ 85.590,39
Museu Municipal Atílio Rocco	R\$ 116.543,63
Total	R\$ 865.396,60

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

5.7 Faixa de Pedestre

De acordo com a seção 2.7 e conforme detalhado no item 4.3.10 serão instalados novos pontos de IP para implantação de iluminação pública específica para faixas de pedestres. Para estimativa deste investimento foram considerados as Vias V1, V2 e V3, suas extensões e utilizado o preço médio para precificação.

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

Tabela 75 - Valor de investimento em estruturas de expansão para Faixas de Pedestre – Vias V1, V2 e V3

Estrutura	Classe	Valor unitário	Quantidade	Valor total
5	V1	R\$ 6.540,93	112	R\$ 732.584,16
	V2	R\$ 6.540,93	118	R\$ 771.829,74
	V3	R\$ 6.540,93	174	R\$ 1.138.121,82

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 76 - Valor de investimento em luminárias para Faixas de Pedestre - Vias V1, V2 e V3

Classe	Fornecedor	Potência [W]	Valor unitário	Quantidade	Valor total
V1	A	48	R\$ 443,83	112	R\$ 49.708,96
	B	60	R\$ 465,14		R\$ 52.095,68
	C	52	R\$ 545,07		R\$ 61.047,84

Classe	Fornecedor	Potência [W]	Valor unitário	Quantidade	Valor total
V2	A	33	R\$ 442,21	118	R\$ 52.180,78
	B	51	R\$ 489,80		R\$ 57.796,40
	C	46,5	R\$ 532,12		R\$ 62.790,16
V3	A	24	R\$ 439,70	174	R\$ 76.507,80
	B	30	R\$ 461,23		R\$ 80.254,02
	C	35,6	R\$ 490,38		R\$ 85.326,12

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

5.8 Ciclovias e Ciclofaixas

Conforme detalhado no item 2.6, serão instaladas iluminação específica para as ciclovias e ciclofaixas do Município. Apresenta-se, na tabela a seguir, os custos médios referentes à implantação da iluminação.

Tabela 77 - Valor de investimento em estruturas de expansão para Ciclovias e Ciclofaixas

Estrutura	Classe	Valor unitário	Quantidade	Valor total
6	C1	R\$ 7.223,09	110	R\$ 794.539,90
	C2	R\$ 7.223,09	157	R\$ 1.134.025,13

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 78 - Valor de investimento em luminárias para Ciclovias e Ciclofaixas

Classe	Fornecedor	Potência [W]	Valor unitário	Quantidade	Valor total
C1	A	33	R\$ 442,21	110	R\$ 48.643,10
	B	51	R\$ 489,80		R\$ 53.878,00
	C	46,5	R\$ 532,12		R\$ 58.533,20
C2	A	24	R\$ 439,70	157	R\$ 69.032,90
	B	36	R\$ 470,36		R\$ 73.846,52
	C	35,6	R\$ 490,38		R\$ 76.989,66

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

5.9 Expansão da Rede de IP

Conforme detalhado no item 4.3.10, para os serviços de expansão da Rede de IP, a Concessionária será responsável pelo fornecimento de todos os componentes e serviços de mão de obra para

implantação dos novos pontos de IP. A seguir, apresenta-se os custos referentes às estruturas de expansão apresentadas previamente neste relatório.

Tabela 79 - Investimentos por estruturas de expansão

Estrutura	Descrição	Custo unitário
1	Instalação de novo ponto de IP exclusivo em outras vias	R\$ 8.298,99
2	Instalação de novo ponto de IP exclusivo em vias principais	R\$ 8.375,73
3	Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em outras vias	R\$ 1.943,19
4	Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em vias principais	R\$ 1.924,25
5	Instalação de novo ponto de IP em Faixa de Pedestre	R\$ 6.540,93
6	Instalação de novo ponto de IP em Ciclovias	R\$ 7.223,09
7	Instalação de novo ponto em Zona Rural	R\$ 7.940,19
8	Instalação de novo ponto Fotovoltaico embarque e desembarque	R\$ 6.540,93

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Para cada estrutura de expansão, foram previstos três orçamentos de luminárias LED, estando seus custos unitários apresentados no quadro seguir. As potências destas luminárias são relacionadas àquelas apresentadas previamente na seção 4.3.10.

Quadro 7 – Investimentos em luminária por tipo de local de expansão

Tipo de local		Fornecedor	Valor unitário
Vias Principais	Vias V1	A	R\$ 874,64
		B	R\$ 761,07
		C	R\$ 889,15
	Vias V2	A	R\$ 874,64
		B	R\$ 761,07
		C	R\$ 739,38

Tipo de local		Fornecedor	Valor unitário
	Vias V3	A	R\$ 435,11
		B	R\$ 603,95
		C	R\$ 702,25
Outras Vias	Vias V4	A	R\$ 443,83
		B	R\$ 430,89
		C	R\$ 545,07
	Praças, parques e outros locais	A	R\$ 874,64
		B	R\$ 761,07
		C	R\$ 739,38
Faixas de Pedestre em V1		A	R\$ 443,83
		B	R\$ 465,14
		C	R\$ 545,07
Faixas de Pedestre em V2		A	R\$ 442,21
		B	R\$ 489,80
		C	R\$ 532,12
Faixas de Pedestre em V3		A	R\$ 439,70
		B	R\$ 461,23
		C	R\$ 490,38
Ciclofaixas		A	R\$ 442,21
		B	R\$ 470,36
		C	R\$ 545,07
Ciclovias		A	R\$ 439,70
		B	R\$ 467,19
		C	R\$ 483,54
Estrutura de IP Zona Rural		A	R\$ 442,21
		B	R\$ 459,81
		C	R\$ 545,07
PEDs		A	R\$ 4.090,75
		B	R\$ 5.100,00
		C	R\$ 4.299,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Como explanado na seção 2.8, deverão ser instalados pontos de iluminação exclusivos em locais com Pontos de Embarque e Desembarque com abrigo localizados no Município. A partir da solução apresentada previamente neste relatório, apresenta-se, nas tabelas a seguir, os custos com estruturas e luminárias estimados para a instalação dos pontos de IP em PEDs.

Tabela 80 - Valor de investimento em estruturas para PEDs

Estrutura	Valor unitário	Quant.	Valor total
8	R\$ 6.540,93	899	R\$ 5.880.296,07

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 81 - Valor de investimento em luminárias para PEDs

Fornecedor	Potência [W]	Valor unitário	Quantidade	Valor total
A	30	R\$ 4.090,75		R\$ 3.677.584,25
B	40	R\$ 5.100,00	899	R\$ 4.584.900,00
C	36	R\$ 4.299,00		R\$ 3.864.801,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Como exibido na seção 2.9, deverão ser instalados pontos de iluminação exclusivos com Estrutura IP na Zona Rural do Município. A partir da solução apresentada previamente neste relatório, apresenta-se, nas tabelas a seguir, os custos com estruturas e luminárias estimados para a instalação dos pontos de IP em questão.

Tabela 82 - Valor de investimento em estruturas para Zona Rural

Estrutura	Valor unitário	Quant.	Valor total
7	R\$ 7.940,19	195	R\$ 1.548.337,05

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 83 - Valor de investimento em luminárias para Zona Rural

Fornecedor	Potência [W]	Valor unitário	Quantidade	Valor total
A	33	R\$ 442,21		R\$ 86.230,95
B	51	R\$ 459,81	195	R\$ 89.662,79
C	52	R\$ 545,07		R\$ 106.288,65

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Por fim, apresenta-se na tabela a seguir os custos referentes com a implantação de pontos para atendimento da demanda reprimida no Município. Aclara-se que essa definição teve por base a análise de cada local de demanda reprimida que foi apresentado na Situação Técnico-Operacional.

Tabela 84 – Investimentos por ponto de demanda reprimida

Estrutura de expansão	Classe de Iluminação	Valor da Estrutura	Quantidade de pontos	Fornecedor da Luminária	Potência da Luminária [W]	Valor da Luminária
4	V1	R\$ 1.924,25	14	A	113	R\$ 874,64
				B	115	R\$ 761,07
				C	141,5	R\$ 889,15
4	V2	R\$ 1.924,25	20	A	83	R\$ 874,64
				B	115	R\$ 761,07
				C	108,4	R\$ 739,38
3	V3	R\$ 1.943,19	7	A	61	R\$ 443,83
				B	68	R\$ 430,89
				C	87,9	R\$ 545,07
3	V3	R\$ 1.943,19	843	A	48	R\$ 443,83
				B	40	R\$ 430,89
				C	52	R\$ 545,07

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

5.10 Resumo CAPEX

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

Tabela 85 - Valores de investimentos (CAPEX)

Linha de Investimento	Valor de CAPEX (R\$ milhões)	%
Despesas Pré-Operacionais	4,682	0,052
Infraestrutura Civil, Mobiliário e Operacional	1,423	0,016
Cobertura de Pontos Escuros	1,816	0,020
Modernização e Eficientização	17,648	0,197
Implantação do Sistema de Telegestão e software	25,833	0,289
Iluminação Especial	0,899	0,010
Faixa de Pedestres e Ciclovias	11,382	0,127

Linha de Investimento	Valor de CAPEX (R\$ milhões)	%
Expansão do Parque de IP	25,730	0,288
Total	89,413	1,000

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 86 – Valor Investimento CAPEX por ano (R\$ mil)

Item	Ano																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Despesas Pré-Operacionais	4682	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraestrutura Civil, Mobiliário e Operacional	1382	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0
Cobertura de Pontos Escuros	595	594	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	313	0	0	0	0	0	0
Modernização e Eficientização	5109	2006	0	0	0	0	0	0	0	5178	0	0	0	0	3926	1429	0	0	0	0	0	0
Implantação do Sistema de Telegestão e software	8613	4304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8613	4304	0	0	0	0	0	0	0	0
Iluminação Especial	0	888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0
Faixa de Pedestre e Ciclovia	1100	6576	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1100	2605	0	0	0	0	0	0

Expansão do Parque de IP	1528	1377	920	919	919	919	918	918	918	917	917	917	917	916	1727	1649	1406	1406	1406	1406	1405	1405
TOTAL	23008	15745	920	919	919	929	918	918	918	6096	928	917	9530	5220	7067	6017	1406	1406	1406	1406	1416	1405

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

6 MODELO DE CUSTOS E DESPESAS

Os próximos itens abordarão os valores monetários e as premissas relacionados à operação e manutenção da rede de IP, bem como os serviços associados à Parceria Público-Privada (PPP) sob responsabilidade da Concessionária.

6.1 Estrutura Operacional

6.1.1 Dimensionamento de Solicitação de Manutenção

O dimensionamento do volume de solicitações para manutenção em campo considerou as taxas de falha de cada componente do parque de Iluminação Pública, conforme tabela a seguir. Isso visa fornecer os materiais e equipamentos necessários para todos os serviços de manutenção corretiva, preditiva e preventiva.

Tabela 87 – Taxa de Falha para Componentes

Componente de IP	Taxa de Falha Mensal
Lâmpada de Descarga	3,00%
Luminária para Lâmpada de Descarga	0,04%
Reator	0,50%
Relé	1,00%
Luminária LED ¹⁸	0,08%
Telegestão ¹⁹	0,17%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

¹⁸ O percentual indica a taxa de falha após a instalação. Para as luminárias LED, foram previstos acréscimos anuais de 0,10% na taxa de falha, com acréscimo de 50% após 5 anos e 200% após 10 anos de operação.

¹⁹ O percentual indica a taxa de falha após a instalação. Para Telegestão, foi previsto um acréscimo a partir do 6º ano de operação, chegando à taxa mensal de 0,17%.

O cálculo mensal de solicitações de manutenção é obtido multiplicando a quantidade de pontos de iluminação pública pelas taxas de falha estimadas para cada componente. Prevê-se uma redução nas taxas de falha com o início da modernização devido à substituição das lâmpadas convencionais por luminárias LED. Além disso, os relés serão substituídos por um sistema de telegestão.

6.1.2 Custo de Veículos para Administração Operacional

Para gerenciamento e fiscalização dos serviços de modernização, manutenção e gestão da operação da rede de iluminação pública, é necessária a aquisição/locação de veículos de passeio para a estrutura administrativa da SPE. A tabela a seguir detalha os valores mensais para a locação e despesas desses veículos:

Tabela 88 – Custos referentes aos veículos para estrutura administrativa da SPE

Descrição	Quantidade	Un.	Valor Unitário	Total
Veículo de passeio, 5 passageiros, motor bicom bustível (gasolina e álcool).	2	Mensal	R\$ 2.122,65	R\$ 4.245,30
Custo de despesas com veículo próprio, considerando 50% de utilização do mesmo em serviço e média mensal percorrida até 1500 km, tendo em vista deslocamento para fiscalização de obras ou vistorias.	2.000 ²⁰	Km/mês	R\$ 1,73	R\$ 3.460,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

6.1.3 Custos por Solicitações de Veículos Operacionais

²⁰ Consideração para dois veículos.

Considera-se nessa estruturação de projeto, a aquisição dos veículos destinada a operação, modernização e manutenção da rede municipal de iluminação pública pela SPE. O dimensionamento do número de veículos considerou a quantidade de equipes operacionais envolvidas. Os veículos aplicados para modernização e manutenção da rede de iluminação pública são apresentados no quadro a seguir:

Quadro 8 Veículos Operacionais

Tipo de Veículo	Descrição
Operacional	Caminhonete com motor a diesel, potência 180 cv, cabine dupla, 4x4 com guindaste hidráulico com momento de carga útil mínimo de 1550kgf/m, lança com cesto duplo com alcance de 16 m de altura, sinalizador visual rotativo amarelo ou âmbar;
Especial	Caminhão com carroceria fixa, capacidade de 7,5 t, cesto duplo com as seguintes especificações mínimas: motor diesel de 162 cv, guindaste hidráulico acoplado de 15,5 tf/m de momento de carga útil, lança com cesto duplo com alcance de 16 m de altura, sinalizador visual rotativo amarelo ou âmbar.

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Considerou-se apenas um modelo de veículo para aquisição pela SPE durante todo o período da concessão em função de ser a quantidade mínima dimensionada nos anos de operação. Os demais modelos serão obtidos por meio de locação. A tabela abaixo mostra o número de veículos necessários para a modernização e manutenção da rede de iluminação pública ao longo da concessão, considerando a utilização nos 2 turnos estabelecidos para operação.

Tabela 89 – Dimensionamento de Veículos Operacionais

Tipo de Veículo	Período de Transição	Modernização	Operação e Manutenção
Operacional	2	3	1

Tipo de Veículo	Período de Transição	Modernização	Operação e Manutenção
Especial	1	1	1

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Na tabela a seguir, estão listados os custos mensais relacionados à locação, manutenção e combustível dos veículos necessários para a operação.

Tabela 90 - Custos de locação, manutenção e combustível para veículos

Veículo	Unidade Aquisição / Locação - Custos	Aquisição / Locação	Custos (Combustível +Manutenção)
Aquisição de veículo operacional	Unitário-Mensal	R\$ 347.004,33	R\$ 7.112,18
Locação de veículo operacional	Mensal-Mensal	R\$ 19.568,18	

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

6.1.4 Equipe de Verificação Ativa (rondas)

Os serviços de ronda foram dimensionados para identificar defeitos e falhas nos pontos de iluminação pública (IP), para acionar equipes de manutenção quando necessário. A seguir, será apresentada uma estimativa de custos de verificação ativa por ponto de IP.

Os custos relacionados à mão de obra e veículos foram calculados levando em conta o aluguel das motocicletas, despesas com combustível e manutenção, salários (incluindo encargos, benefícios e todos os custos indiretos, devido à consideração do modelo de subcontratação), bem como os equipamentos e ferramentais necessários. A tabela a seguir apresenta os custos mensais com equipe de verificação ativa:

Tabela 91 – Custos Mensais com Equipe de Verificação Ativa

Equipe	Custo Mensal de Locação	Equipamentos e Treinamentos	Custo Mensal por Verificação Ativa	Custo Mensal Total
Motociclista	R\$ 578,50	R\$ 421,27	R\$ 6.838,37	R\$ 7.838,14

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

De acordo com as premissas e parâmetros na tabela abaixo, foi considerado que todos os pontos de IP serão visitados periodicamente, exceto os pontos com instalação do sistema de telegestão, os quais serão monitorados remotamente:

Tabela 92 – Cálculo de produtividade por Verificador Ativo

Premissa	Parâmetro
Velocidade	20 km/h
Horas diárias em campo	8 horas
Fator de produtividade	80%
Período de Trabalho no mês	22 dias úteis
Distância Média entre postes (m)	34,65 m
Número de Visitas por Ponto de IP por Mês	2
Produtividade Pontos IP/Mês ²¹	50.793

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

A partir dos dados levantados anteriormente, estima-se um custo mensal aproximado (por ponto de IP), conforme indica a tabela abaixo:

Tabela 93 – Custo por Ponto de IP - Verificação Ativa

Descrição	Valor
Custo Mensal Equipe de Ronda	R\$ 7.838,14

²¹ Produtividade = [Velocidade * Horas Diárias * Período de Trabalho no Mês] / [Distância Média Postes * Número de Visitas por Mês]

Descrição	Valor
Produtividade Pontos IP / Mês	50.793
Custo Mensal por Ponto IP	R\$ 0,1543

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

6.2 Materiais de Manutenção

Em relação à manutenção, a Concessionária deverá fornecer os componentes necessários para substituição na rede de iluminação pública. Na tabela abaixo são apresentadas as taxas de falhas, bem como os custos médios relacionados aos materiais para a manutenção.

Tabela 94 – Taxa de Falha e Custo Médio dos Componentes de IP

Componente de IP	Taxa de Falha Mensal	Custo Médio Unitário
Acessórios ²² (cabos, abraçadeiras, conectores etc.)	-	R\$67,71
Lâmpada de Descarga	3,00%	R\$ 64,11
Luminária para Lâmpada de Descarga	0,04%	R\$ 436,16
Reator	0,50%	R\$ 105,35
Relé	1,00%	R\$ 42,93
Luminária LED ²³	0,08%	R\$ 718,03
Telegestão ²⁴	0,17%	R\$ 370,51
Vandalismo	0,08%	R\$ 838,87

²² Percentual aplicado sobre a estimativa do valor mensal com componentes de IP para os serviços de manutenção.

²³ Percentual informado corresponde à taxa de falha após a instalação. Para Luminárias LED foram previstos incrementos anuais de 0,10% na taxa de falha, com impacto adicional de 50% após 5 anos de operação e 200% após 10 anos de operação.

²⁴ Percentual informado corresponde à taxa de falha após a instalação. Para Telegestão foi previsto um incremento a partir do 6º ano de operação, chegando à taxa mensal de 0,17%.

Componente de IP	Taxa de Falha Mensal	Custo Médio Unitário
TOTAL		R\$ 2.643,67

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Para estruturação da modelagem econômico-financeira devem ser consideradas como premissas para aquisição de materiais de manutenção o reaproveitamento de 50% das lâmpadas e luminárias de descarga e dos reatores da rede de iluminação pública atual, durante o período de transição operacional e modernização. Isso visa a manutenção dos pontos de iluminação pública ainda não modernizados, segundo o cronograma que comporá o Plano de Modernização e Eficientização. Além disso, deve-se levar em conta o período de garantia fornecido pelos fornecedores, que é de 10 anos para as luminárias LED e 5 anos para os componentes de telegestão.

6.3 Poda

Um dos fatores que influenciam na qualidade da prestação do serviço de iluminação pública é a harmonia entre a arborização e pontos de iluminação pública. Para garantir essa compatibilidade, é essencial realizar manutenções periódicas, como podas, em árvores que interferem na rede de iluminação. Essas ações devem seguir as normas ambientais em vigor, bem como as diretrizes municipais.

A Concessionária terá como parte de suas responsabilidades realizar as devidas manutenções em todas as árvores que interferem na iluminação pública. Além disso, ela será encarregada do descarte adequado dos resíduos resultantes dessas atividades.

6.3.1 Dimensionamento

Os dados do trabalho de campo permitiram identificar a interferência da arborização na rede de IP do município, onde foi identificada a obstrução de 5,08% nos pontos amostrados.

Considerando a cobertura vegetal apresentada, estima-se o número de obstruções em toda a rede de iluminação pública do município, considerando uma árvore por vão com dois pontos de iluminação e o número de pontos previstos para o ano de 2024. Assim, tem-se o número de

obstruções provocadas pela vegetação no ciclo de 12 meses, conforme expressão matemática descrita a seguir:

$$N^{\circ} \text{ de } \textit{árvores}_{ano} = \frac{\textit{Arv}_{vão} \cdot \textit{Total}_{pontos} \cdot \textit{Obst}_{\%}}{\textit{Pontos}_{vão}}$$

Em que,

- \textit{Total}_{pontos} : Total de pontos de iluminação pública na rede de iluminação pública
- $\textit{Arv}_{vão}$: Quantidade de árvores por vão de iluminação pública
- $\textit{Pontos}_{vão}$: Quantidade de pontos em um vão de iluminação pública
- $\textit{Obst}_{\%}$: percentual de pontos de iluminação pública que apresentam incompatibilidade com a vegetação local;

A tabela a seguir apresenta a definição das variáveis acima e o resultado correspondente ao número anual de interferências, portanto, mensalmente, serão 74 interferências na arborização local.

Tabela 95 - Número anual de interferências na arborização

Total de pontos	Árvores por vão	Composição do vão (Pontos IP)	Percentual de obstrução	Número de árvores/ano
34.843	1	2	5,08%	885

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Os custos mensais relacionados às atividades de corte e poda, assim como da coleta dos resíduos, serão apresentados na tabela a seguir, tendo como base a tabela EMOP de outubro de 2023.

Tabela 96 – Custos Mensais com Atividades de Poda e Coleta de Resíduos

Atividade	Descrição	Código	Percentual de Intervenção	Número de Intervenções Mensais	Custo mensal
1	Poda de árvores, limpeza de galhos secos e retirada de parasitas	09.005.011 5-0	60%	43,2	R\$ 3.591,52
2	Poda de espécies vegetais de baixo nível de dificuldade, exclusive transporte de material resultante	22.030.003 5-0	40%	29,6	R\$ 3.974,98
	Caminhão Carroc. Fixa, 7,5t (Cf), inclusive motorista	19.004.000 4-4	100%	8	R\$ 4.183,04
3	Mão de obra de servente para serviços de conservação (inclusive encargos sociais)	01901	100%	16	R\$ 1.948,16
	BDI				27,13%
TOTAL					R\$ 17.413,89
Valor mensal por ponto					R\$ 0,50

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

6.4 Software de Gestão e Sistema de Telegestão

O software de gestão da rede de iluminação pública é fundamental para melhorar a eficiência e otimização operacional, contribuir para a promoção da sustentabilidade, proporcionar um controle remoto e monitoramento em tempo real, além de favorecer a tomada de decisões.

Para as soluções de telegestão, é estabelecido que o sistema deve incluir funcionalidades essenciais, como monitoramento dos ativos de iluminação pública, controle remoto do estado de operação, redução controlada de fluxo luminoso (dimerização) da luminária e medição de variáveis relevantes do ponto de iluminação pública. Para tal, foram selecionados três fornecedores com base na capacidade de atender a essas funcionalidades mínimas.

6.4.1 Custo Licenciamento de Software de Gestão

Abaixo estão os custos operacionais referentes à aquisição, implantação e operacionalização do Software de Gestão.

Tabela 97 Custo Licenciamento de Software de Gestão

Fornecedor	Custo por Ponto	Quantidade de Pontos	Valor Mensal
F2	R\$ 0,35	34.843	R\$ 12.195,05

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

6.4.2 Custos Operacionais com Sistema de Telegestão

Os custos operacionais do sistema de telegestão incluem a manutenção de dispositivos e conectividade com o centro de controle operacional. Abaixo estão os custos operacionais de três fornecedores de telegestão consultados.

Tabela 98 – Custo Operacional de Telegestão

Fornecedor	Custo por Ponto	Quantidade de Pontos	Valor Mensal
T1	R\$ 0,25	34.843	R\$ 8.710,75
T2	R\$ 0,80	34.843	R\$ 27.874,40
T3	R\$ 0,60	34.843	R\$ 20.905,80

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

6.5 Estrutura Administrativa

Além do pessoal de campo para serviços na rede de iluminação pública, a SPE terá uma estrutura organizacional para gerenciar, controlar, planejar e garantir o cumprimento de cronogramas, diretrizes, especificações e indicadores de qualidade da concessão de iluminação pública. Isso incluirá uma diretoria específica e suas respectivas responsabilidades:

- Engenharia/Tecnologia/Operações:

- Definição/elaboração e planejamento de procedimentos operacionais padrão (POPs) e manuais;
- Planejamento de projetos relacionados à modernização, eficientização e expansão da rede de iluminação pública;
- Gestão de todas as atividades relacionadas à execução da operação e de projetos, além da manutenção da qualidade dos serviços;
- Gerenciamento da Telegestão e Iluminação de Destaque;
- Operação do call center e do Centro de Controle Operacional (CCO);
- Gestão de frota, serviços e equipes de campo para manutenção (corretiva, preditiva e preventiva) e verificação ativa;
- Gestão de almoxarifado, estoque, suprimentos, segurança do trabalho e logística;
- Administrativo/Financeiro:
 - Gestão das áreas de suporte à organização incluindo financeiro, recursos humanos (RH), contábil, jurídica, administrativa, serviços gerais e vigilância.

6.5.1 Equipe Administrativa

Além da equipe operacional mencionada anteriormente, a Concessionária deverá contar com uma equipe administrativa encarregada da gestão dos serviços, supervisão das equipes de campo e execução de outras atividades relacionadas à administração da Parceria Público-Privada (PPP).

A estrutura de pessoal para a plena execução dos serviços da diretoria é apresentada a seguir, com respectivo dimensionamento e setor correspondente, além do custo mensal. A análise abrange os períodos de pré-modernização (operação e modernização) até o encerramento da fase de modernização e de pós-modernização.

Tabela 99 – Estrutura de pessoal dimensionada

Setor	Cargo	Operação	Modernização	Pós Modernização	Custo Mensal Médio
Gerência	Gestor do Contrato	1	1	1	R\$ 24.347,75
Administrativo / Financeiro	Analista de RH	1	1	1	R\$ 8.590,27
	Analista Financeiro	1	1	1	R\$ 8.909,59
Engenharia, Tecnologia e Operações	Almoxarife	1	1	1	R\$ 5.529,92
	Analista de dados	1	1	1	R\$ 9.083,25
	Engenheiro Eletricista	1	1	1	R\$ 16.625,18
Serviços Gerais	Auxiliar de Serviços Gerais	1	1	1	R\$ 4.548,81
	Porteiro Noturno	1	1	1	R\$ 4.804,17
TOTAL GERAL		8	8	8	R\$ 82.438,94

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

6.5.2 Instalações e Utilidades

Para garantir o bom funcionamento da estrutura organizacional da Concessionária, são estimados custos relacionados à unidade operacional, incluindo aluguel e despesas gerais e administrativas. Adicionalmente, são apresentados outros custos mensais associados aos encargos da concessionária ao longo da concessão, fundamentados em estimativas e premissas definidas pela expertise técnica da equipe de engenharia.

Tabela 100 – Despesas Gerais e Administrativas

Descrição dos Gastos	Valor por mês Médio
Aluguel	R\$ 9.500,00

Descrição dos Gastos	Valor por mês Médio
Limpeza	R\$ 8.148,00
Internet	R\$ 79,90
Material de Escritório	R\$ 127,33
Correios	R\$ 150,00
CREA+ART	R\$ 254,59
Energia elétrica	R\$ 311,22
Água e Esgoto	R\$ 167,50
Licenças	R\$ 192,00
Certificação de Luxímetro	R\$ 400,00
Honorários Advocatícios	R\$ 3.000,00
TOTAL	R\$ 22.330,54

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

6.6 Seguros e Garantias

A Concessionária será responsável por contratar seguros e garantias para assegurar a plena operação e responsabilidades do contrato. Nesse contexto, compete à Concessionária realizar, no mínimo:

Quadro 9 Lista de Seguros e Garantias

Seguro/Garantia	Objetivo
Garantia de Execução do Contrato	Garantir o desenvolvimento do projeto conforme escopo, prazo e padrões de qualidade definidos no contrato.
Seguro Responsabilidade Civil – Modernização	Reembolsar as indenizações decorrentes de danos materiais e corporais, causados a terceiros durante a execução dos serviços até o término da Fase de Modernização.

Seguro/Garantia	Objetivo
Seguro Responsabilidade Civil – Operação	Reembolsar as indenizações decorrentes de danos materiais e corporais, causados a terceiros durante a execução dos serviços após a Fase de Modernização.
Riscos Operacionais	Cobrir os prejuízos causados por danos materiais ao parque de Iluminação Pública resultantes de acidentes súbitos e imprevistos.
Riscos de Engenharia	Indenizar os prejuízos decorrentes de danos ao parque de Iluminação Pública, ocasionados por acidentes súbitos e imprevistos, durante o período de modernização, considerando os serviços de instalação, montagem e testes, exceto o funcionamento operacional.

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Na modelagem econômico-financeira, foram utilizadas algumas premissas de referência para estimar os custos associados aos seguros e garantias, conforme apresentado na tabela a seguir:

Tabela 101 – Premissas de Custos dos Seguros e Garantias²⁵

Seguro/Garantia	Base de cálculo	Taxa
Garantia de Execução do Contrato	5% do Valor do contrato	0,30% a.a.
Seguro Responsabilidade Civil – Modernização	Valor de investimento previsto para o período de modernização	0,75% a.a.
Seguro Responsabilidade Civil – Operação	Valor de investimento previsto para o período pós modernização	0,75% a.a.

²⁵ Às taxas apresentadas acrescenta-se IOF de 7,38%.

Seguro/Garantia	Base de cálculo	Taxa
Riscos Operacionais	Valor de Contrato proporcional a 1 ano.	0,40% a.a.
Riscos de Engenharia	CAPEX do período de modernização	0,40% a.a.

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

6.7 Verificador Independente

Para auxiliar o Poder Concedente na fiscalização do Contrato da PPP, está prevista a contratação, pela Concessionária, de uma empresa especializada denominada Verificador Independente (VI), de acordo com critérios e regulamentações estipulados no anexo do Contrato de Concessão.

Entre as principais atribuições do VI, pode ser citado:

- Realizar periodicamente, com base nos relatórios enviados e em suas diligências e verificações, a avaliação de desempenho, a verificação do cálculo da contraprestação mensal efetiva devida à concessionária a partir da contraprestação mensal máxima, bem como o acompanhamento do BCE;
- Realizar as medições in loco dos pontos de iluminação pública que serão avaliados no Município para fins de cálculo dos indicadores de desempenho previstos no sistema de mensuração de desempenho;
- Monitorar os índices de desempenho da execução da concessão e validar os dados obtidos;
- Avaliar o cálculo dos reajustes de valores previstos no contrato;
- Auditar o compartilhamento de receitas acessórias;
- Validar todos os dados técnicos e econômico-financeiros dos pedidos de revisão ordinária e revisão extraordinária;
- Analisar o cenário que originou a reivindicação de revisão extraordinária frente aos termos contratuais que se aplicam ao pleito, gerando, ao final, um parecer técnico e jurídico. O

parecer técnico deverá dar suporte à análise econômico-financeira, na qual o gestor do contrato e o verificador independente deverão avaliar e dimensionar, caso exista, o impacto econômico-financeiro do pleito no projeto;

- Recomendar os parâmetros para a recomposição do equilíbrio econômico-financeiro do contrato, consolidando os resultados de suas análises em relatório técnico-financeiro;
- Realizar diligências necessárias ao cumprimento de suas funções, realizando levantamentos e inspeções de campo, e colhendo informações junto à concessionária e ao poder concedente, devendo ter, para tanto, acesso a toda a base de dados da concessão;
- Auxiliar o poder concedente na análise dos documentos e acompanhar as vistorias que antecedem a emissão dos termos de aceite para a concessionária;
- Informar à instituição financeira depositária e ao poder concedente eventuais alterações no valor da contraprestação mensal máxima e da contraprestação mensal efetiva;
- Validar as atualizações feitas pela concessionária ao inventário de bens reversíveis;
- Acompanhar o processo de reversão dos bens reversíveis e emitir parecer sobre o estado de conservação dos bens reversíveis ao final do contrato.

Com base nas premissas descritas acima para o escopo de atuação do Verificador Independente, foi estimado um total de custo mensal e anual do VI:

Tabela 102 – Custo com Verificador Independente

Total Custo Médio Mensal	Total Custo Anual
R\$ 41.731,70	R\$ 500.780,40

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

6.8 Resumo OPEX

A tabela a seguir resume as principais categorias de OPEX deste relatório, juntamente com seus valores estimados ao longo da vigência da PPP.

Tabela 103 – Valores de custos e despesas (OPEX)

Linha de Custos e Despesas	Valor Médio OPEX Mensal	
	(R\$ mil)	%
Estrutura Operacional	9,24	3,09%
Materiais de Manutenção	16,18	5,41%
Sistema de Telegestão	26,22	8,76%
Estrutura Administrativa	157,20	52,52%
Poda de Árvore	11,92	3,98%
Seguros e Garantias	21,73	7,26%
Verificador Independente	56,84	18,99%
Total	299,34	100,00%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

Tabela 104 - Valor Investimento OPEX por ano (R\$ milhões)

Item	Ano																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Estrutura Operacional	0,12	0,07	0,06	0,06	0,07	0,09	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,14	0,12	0,11	0,07	0,07	0,11	0,13	0,13	0,14	0,15
Materiais de Manutenção	0,13	0,04	0,03	0,03	0,03	0,13	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,21	0,05	0,05	0,05	0,06	0,23	0,35	0,35	0,36	0,36
Sistema de Telegestão	0,05	0,26	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34	0,34	0,35	0,35	0,36	0,36	0,37	0,38	0,38
Estrutura Administrativa	1,93	1,87	1,78	1,79	1,80	1,82	1,83	1,84	1,85	1,86	1,87	1,88	1,89	1,90	1,91	1,92	1,93	1,95	1,96	1,97	1,98	1,99
Poda de Árvore	0,08	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17
Seguros e Garantias	0,26	0,34	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,29	0,26	0,26	0,30	0,28	0,28	0,28	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,19
Verificador Independente	0,82	0,74	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
TOTAL	3,38	3,44	3,23	3,25	3,27	3,41	3,59	3,63	3,66	3,71	3,72	3,74	3,69	3,52	3,53	3,50	3,50	3,71	3,86	3,88	3,90	3,92

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

7 CUSTOS E DESPESAS DO PODER CONCEDENTE

Na modelagem econômico-financeira é importante avaliar os custos que serão de responsabilidade Poder Concedente ao longo da PPP. Além da remuneração da Concessionária que, como mencionado na seção 4, será realizada por meio dos recursos da CIP, também será de responsabilidade do Município arcar com:

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

A seguir, apresenta-se, em detalhes, cada um desses tópicos.

7.5 Custos com Energia Elétrica

O custo mensal com energia elétrica pode ser calculado a partir da carga instalada da rede de IP, do valor em R\$/kWh da Distribuidora - que é composto por uma tarifa fixa mais tributos - e do tempo de operação diário das luminárias, que é definido com base na Resolução Homologatória 2.590/2019 da ANEEL:

$$\frac{CUSTO_{ENERGIA}}{MÊS} = CARGA_{IP} \times (TARFIA_{COPEL} + IMPOSTOS) \times t_{OPERAÇÃO} \times dias_{MÊS}$$

Para se obter a carga instalada da rede de iluminação pública, utiliza-se como base o inventário revisado, apresentado na Situação Técnico-Operacional, o qual contempla o quantitativo de pontos e suas respectivas potências. Sobre esse cadastro, aplica-se a meta de eficientização definida para o projeto, conforme item 2.4.3.

Vale destacar que o tempo de funcionamento das lâmpadas de iluminação pública do Município foi considerado como sendo de 11 horas e 25 minutos (11,42 horas), segundo a Resolução Homologatória 2.590/2019 da ANEEL.

Conforme mencionado anteriormente, e detalhado no relatório de Situação Técnico-Operacional, os custos com energia elétrica provenientes da Distribuidora são calculados a partir de tarifa de energia específica para a classe de consumidor B4A, referente aos serviços de iluminação pública. Essa tarifa é dividida em TE (Tarifa de Energia) e TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição), e estão exibidas, juntamente, no *Valor COPEL*. Os referidos valores podem ser observados na tabela a seguir:

Tabela 105 - Composição da tarifa de energia elétrica da Distribuidora

Valor COPEL [R\$/kWh]	PIS [%]	COFINS [%]	ICMS [%]	Total [R\$/kWh]
0,34678	0,87	4,02	25	0,45482

Fonte: COPEL. Adaptado por Houer Concessões (2024).

A tarifa de energia da Distribuidora também está sujeita a alterações causadas pela incidência de bandeiras tarifárias de acordo com o rendimento da matriz energética do país. Os eventuais custos adicionais estão detalhados na tabela que segue.

Tabela 106 - Custo adicional das bandeiras tarifárias (sem impostos) ^{26 27}

Bandeira Tarifária	Custo adicional [R\$/kWh]	Condições para Geração de Energia
Verde	0,000	Condições favoráveis
Amarela	1,885	Condições menos favoráveis
Vermelha 1	4,463	Condições desfavoráveis
Vermelha 2	7,877	Condições muito desfavoráveis

Fonte: GOV. Adaptado por Houer Concessões (2024).

²⁶ Disponível em <<[Valores das bandeiras tarifárias - GOV](#)>>. Acesso em 20/06/2024

²⁷ Disponível em <<<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/aneel-aprova-reducao-nos-valores-de-referencia-das-bandeira-tarifarias>>>. Acesso em 20/06/2024

A fim de se ter uma projeção da regularidade de incidência das diferentes bandeiras tarifárias, tem-se, na tabela a seguir, o histórico das bandeiras no período de 2020 a 2022:

Tabela 107 - Histórico de bandeiras tarifárias

Mês	2020	2021	2022
Janeiro	Amarela	Amarela	Escassez hídrica
Fevereiro	Verde	Amarela	Escassez hídrica
Março	Verde	Amarela	Escassez hídrica / Verde
Abril	Verde	Amarela	Verde
Maiο	Verde	Vermelha 1	Verde
Junho	Verde	Vermelha 2	Verde
Julho	Verde	Vermelha 2	Verde
Agosto	Verde	Vermelha 2	Verde
Setembro	Verde	Escassez Hídrica	Verde
Outubro	Verde	Escassez Hídrica	Verde
Novembro	Verde	Escassez Hídrica	Verde
Dezembro	Vermelha 2	Escassez Hídrica	Verde

Fonte: ANEEL. Elaborado por Houer Concessões (2024).

A partir das premissas expostas nessa seção e da meta da taxa de efficientização, exposta na seção 2.5, é possível comparar o atual custo com energia elétrica do Município e o custo após a modernização e efficientização:

Tabela 108 - Comparação do custo com energia elétrica no Município pré e pós modernização e efficientização

Período	Consumo anual de Energia Elétrica [MWh]	Custo Anual [R\$]
Pré modernização e efficientização	14.286.543,34	6.497.805,64
Pós modernização e efficientização	7.803.057,60	3.548.986,66

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).

7.6 Instituição Financeira Depositária

A gestão financeira da PPP envolve a administração de algumas contas, como a Conta Vinculada, a Conta Reserva e outras mais. Para isso, é necessário a contratação uma instituição financeira independente, cujo custo de contratação será de responsabilidade do Poder Concedente.

Considerando projetos similares, foi estimado o custo mensal de R\$ 8.000 para a contratação da instituição financeira independente.

ANEXO I – INFORMAÇÕES DO TRABALHO DE CAMPO

A seguir, é apresentado o detalhamento de algumas das informações que puderam ser levantadas no trabalho de campo. Esses dados serviram de premissa para a elaboração dos Estudos de Engenharia.

Tabela 109 - Informações do trabalho de campo

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Alameda Arpo	Coletora	Coletora	V3	P3
Alameda Bom Pastor	Arterial	Arterial	V2	P2
Alameda Bom Pastor	Coletora	Coletora	V3	P3
Alameda Min. Aramis Athayde	Local	Local	V4	-
Alameda Santa Mônica	Local	Local	V4	P4
Alameda Santa Mônica	Local	Local	V4	P4
Av. Benjamin Possebon	Coletora	Coletora	V3	P3
Av. Castro Alves	Local	Local	V4	P4
Av. das Américas	Arterial	Arterial	V2	-
Av. das Torres	Arterial	Arterial	V1	P1
Av. dos Bosques	Local	Local	V4	P4
Av. Gonzáles Pecotche	Local	Local	V4	P4
Av. Rocha Pombo	Coletora	Coletora	V3	P3
BR 376	Arterial	Arterial	V1	-
Estrada da Cachoeira	Arterial	Local	V4	-
EstRua da Roseira	Local	Arterial	V2	-
Rod. Contorno Leste Br 116	Coletora	Coletora	V3	-

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua Abraão Negoseke	Local	Local	V4	-
Rua Acelino Alves	Local	Local	V4	P4
Rua Adir Pedroai	Local	Local	V4	-
Rua Adolfo Savaski	Local	Local	V4	-
Rua Afonso de Lima	Local	Local	V4	P4
Rua Afonso de Lima	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Agudos do Sul	Local	Local	V4	P4
Rua Alberto Koerbel	Local	Local	V4	-
Rua Albino Moresche	Local	Local	V4	P4
Rua Alcebiades de Cruz	Local	Local	V4	P4
Rua Alceu Moresche	Local	Local	V4	P4
Rua Alceu Moresche	Local	Local	V4	-
Rua Alcides Dal Negro	Coletora	Local	V3	P3
Rua Alcidio Viana	Local	Local	V4	P4
Rua Alcionei Ramos da Rosa	Local	Local	V4	-
Rua Alegina dos Santos Batista	Local	Local	V4	-
Rua Alexandre Possebon Filho	Local	Local	V4	P4
Rua Alfredo Mulhsted Filho	Local	Local	V4	P4
Rua Alfredo Pinto	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Alm. Alexandrino	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Alm. Alexandrino	Local	Local	V4	P4
Rua Almirante Alexandrino	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Altamira Machado Fagundes	Local	Local	V4	-
Rua Alvino M do Nascimento	Local	Local	V4	P4

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua Amor-Perfeito	Local	Local	V4	P4
Rua Ana Moretz Miranda	Local	Local	V4	-
Rua Ancelmo Vacari	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Andre Perbiche	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Angelina M. Senegaglia	Local	Local	V4	P4
Rua Angelo Sgarbe	Local	Local	V4	P4
Rua Antonio Batista de Almeida	Local	Local	V4	-
Rua Antônio Batista de Bastos	Local	Local	V4	P4
Rua Antônio Bianchetti	Local	Local	V4	P4
Rua Antônio Bianchetti	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Antônio Gonçalves Sobral	Local	Local	V4	-
Rua Antônio Greboge	Coletora	Coletora	V3	-
Rua Antônio Mallo	Local	Local	V4	-
Rua Antônio Setim	Local	Local	V4	P4
Rua Antonio Singer	Arterial	Arterial	V2	-
Rua Antonio Vidolin	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Arcidio Claudino Barbosa	Arterial	Arterial	V2	-
Rua Armir Angelo Moss	Local	Local	V4	P4
Rua Arthur Urban	Local	Local	V4	-
Rua Artur Schopenhauer	Local	Local	V4	P4
Rua Atevide Miranda	Local	Local	V4	P4
Rua Atevide Miranda	Local	Local	V4	P4
Rua Atílio Talamini	Local	Local	V4	P4
Rua Augusto da Cruz	Local	Local	V4	-

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua Ave do Paraíso	Local	Local	V4	P4
Rua B	Local	Local	V4	P4
Rua Barão do Cerro Azul	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Bartolomeu Lourenço	Local	Local	V4	-
Rua Belém	Local	Local	V4	P4
Rua Belmiro Marques	Local	Local	V4	P4
Rua Benjamim Claudino Barbosa	Arterial	Arterial	V1	-
Rua Boa Esperança	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Boa Vista	Local	Local	V4	P4
Rua Boleslau Sochaczewski	Local	Local	V4	P4
Rua Brasília	Local	Local	V4	P4
Rua Brusque	Local	Local	V4	-
Rua Caçador	Local	Local	V4	P4
Rua Camila Oliveira Miranda	Local	Local	V4	P4
Rua Cândido Alves da Rocha	Local	Local	V4	P4
Rua Cap. Tobias Pereira da Cruz	Local	Local	V4	P4
Rua Carlos Hambruch	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Carlos Scherner	Local	Local	V4	P4
Rua Carlos Setin	Local	Local	V4	P4
Rua Carolina Canafes Ligoki	Coletora	Coletora	V3	-
Rua Casemiro Greboge	Local	Local	V4	-
Rua Castro	Local	Local	V4	P4
Rua Cel. Luis Vitorino Ordine	Local	Local	V4	P4
Rua Cel. Quadros	Local	Local	V4	P4

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua Celestina Escolaro Foggiatto	Local	Local	V4	P4
Rua Cipriano Nunes de Oliveira	Local	Local	V4	-
Rua Clodoaldo Nauman	Local	Local	V4	P4
Rua Colombo	Local	Local	V4	P4
Rua das Camélias	Local	Local	V4	P4
Rua das Canelinhas	Local	Local	V4	-
Rua das Palmas	Local	Local	V4	P4
Rua das Pitangueiras	Local	Local	V4	-
Rua Dep. João Leopoldo Jacomet	Local	Local	V4	P4
Rua Dep. Luís Gabriel Sampaio	Local	Local	V4	P4
Rua Diomira Moro Zen	Local	Local	V4	P4
Rua Dionizio Alves Fontes	Local	Local	V4	P4
Rua do Rouxinoul	Local	Local	V4	P4
Rua Dolovico Pissaia	Local	Local	V4	-
Rua Dom Orione	Local	Local	V4	-
Rua Dona Izabel A Redentora	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua dos Cedros	Local	Local	V4	P4
Rua dos Lírios	Local	Local	V4	P4
Rua dos Monges Beneditinos	Local	Local	V4	-
Rua Dr. Canuto Maciel de Araújo	Local	Local	V4	P4
Rua Dr. Carlos do Nascimento	Local	Local	V4	-
Rua Dr. Carlos do Nascimento	Local	Local	V4	P4
Rua Dr. Jayme França	Local	Local	V4	P4
Rua Dr. Manoel Ribeiro Campos	Local	Local	V4	-

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua Dr. Murici	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Durval Borges de Almeida	Local	Local	V4	-
Rua Edmundo Saporski	Local	Local	V4	P4
Rua Eduardo Ravaglio	Local	Local	V4	-
Rua Elias Jorge dos Reis	Local	Local	V4	P4
Rua Elisa Simeon Merekta	Local	Local	V4	P4
Rua Eliza Sandy Cordeiro	Local	Local	V4	P4
Rua Eloína Ribas BastoS	Local	Local	V4	P4
Rua Elvira Schafer Rocha	Local	Local	V4	-
Rua Emilio Manoel Pereira	Local	Local	V4	-
Rua Eneas Marques	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Espírito Santo	Local	Local	V4	-
Rua Estela Mari Rezende	Arterial	Arterial	V2	-
Rua Euclides Batista da Cunha	Local	Local	V4	P4
Rua Euríco Muniz	Local	Local	V4	P4
Rua Eusébio Ferreira de Paula	Local	Local	V4	P4
Rua Evalino Rodrigues Vainer	Local	Local	V4	-
Rua Evanira Bonin da Rocha Cruz	Local	Local	V4	P4
Rua Faustino Sabotta	Local	Local	V4	-
Rua Fernando de Noronha	Local	Local	V4	P4
Rua Fortaleza	Local	Local	V4	P4
Rua Francisca Machado Bozza	Local	Local	V4	P4
Rua Francisco Alves	Local	Local	V4	P4
Rua Francisco Beltrão	Local	Local	V4	P4

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua Francisco Favoretto	Local	Local	V4	P4
Rua Francisco Geremias	Local	Local	V4	P4
Rua Franciso Toczek	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua General Catão Mena Barreto	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Germano Schlogel	Arterial	Arterial	V2	P2
Rua Godofredo Machado	Local	Local	V4	P4
Rua Goiânia	Local	Local	V4	-
Rua Gregório Santana	Local	Local	V4	-
Rua Guarapuava	Local	Local	V4	-
Rua Guaraqueçaba	Arterial	Arterial	V2	P2
Rua Guilherme Kampa	Local	Local	V4	P4
Rua Henrique Gonzaga de Souza Neto	Local	Local	V4	P4
Rua Henrique Gonzaga de Souza Neto	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Hércules Lopes	Local	Local	V4	P4
Rua Herminda da Rocha Barbosa	Local	Local	V4	P4
Rua Hiram Augusto Maia	Local	Local	V4	P4
Rua Iapó	Local	Local	V4	P4
Rua Iêda Solange Ribeiro	Coletora	Coletora	V3	P4
Rua Ignácio Valenga	Local	Local	V4	P4
Rua Ilhio Pedro Gasparelo	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Ilo Antoinho Mozer	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua ilo Antoninho Mozer	Local	Local	V4	P4
Rua Inácio Greboge	Local	Local	V4	P4
Rua Israel de Andrade Pereira	Local	Local	V4	P4

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua Itaóca	Local	Local	V4	-
Rua João Alceu Fialla	Local	Local	V4	-
Rua João Alceu Fialla	Local	Local	V4	-
Rua João Alves Figueiredo	Local	Local	V4	P4
Rua João Angelo Cordeiro	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua João Antônio Matucheski	Local	Local	V4	-
Rua João Batista de Camargo	Local	Local	V4	P4
Rua João Batista Folador	Local	Local	V4	P4
Rua João Bortolan	Local	Local	V4	-
Rua João Evangelista Braga	Local	Local	V4	-
Rua Joao M Martins Cordeiro.	Local	Local	V4	P4
Rua João Maria Alves de Souza	Local	Local	V4	P4
Rua João Maria Martins Cordeiro	Local	Local	V4	-
Rua João Teixeira de Carvalho	Local	Local	V4	P4
Rua João Vidal da Luz	Local	Local	V4	-
Rua João Zarpelon	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Joãozinho Ézio Salazar	Coletora	Coletora	V3	-
Rua Joaquim Júlio Lopes	Local	Local	V4	P4
Rua Joaquim Nabuco	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua John Lenon	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Joinville	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Jorge Mansos do Nascimento Teixeira	Local	Local	V4	P4
Rua José Altair Possebom	Local	Local	V4	P4
Rua José Dornelas	Local	Local	V4	P4

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua José e Maria	Local	Local	V4	P4
Rua José Fernandes Filho	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua José Francisco Negoseki	Local	Local	V4	-
Rua José Grabias	Local	Local	V4	P4
Rua José Luís da Cunha	Local	Local	V4	P4
Rua José Pereira do Vale Filho	Local	Local	V4	P4
Rua José Zancheta Filho	Local	Local	V4	-
Rua José Zen Neto	Local	Local	V4	P4
Rua Jossei Toda	Local	Local	V4	P4
Rua Jovino Dissenha	Local	Local	V4	P4
Rua Júlio César Setenareski	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Lapa	Local	Local	V4	P4
Rua Laura Nunes Fernandes	Local	Local	V4	P4
Rua Leonel Bassan	Local	Local	V4	P4
Rua Leônidas Sechi	Local	Local	V4	P4
Rua Leopoldo Précoma	Local	Local	V4	P4
Rua Lidia Mendes dos Santos	Local	Local	V4	-
Rua Lidio Malheiros	Local	Local	V4	P4
Rua Lilian Viana de Araújo	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Loanda	Local	Local	V4	P4
Rua Luís Bortolan	Local	Local	V4	P4
Rua Lyro Dallagassa	Local	Local	V4	P4
Rua Maceió	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Madre Teresa de Calcutá	Coletora	Coletora	V3	P3

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua mãe dolores	Local	Local	V4	-
Rua Magdalens Petrosk	Local	Local	V4	-
Rua Manoel Corrêa	Local	Local	V4	-
Rua Manoel Gardino Leal	Local	Local	V4	P4
Rua Marco Aurelio Rosa	Local	Local	V4	P4
Rua Margarida Negrelli Moletta	Local	Local	V4	P4
Rua Maria Angela da Silva Mendes	Local	Local	V4	P4
Rua Maria Carmem Follador Harpa	Local	Local	V4	-
Rua Maria da Luz S Camargo	Local	Local	V4	-
Rua Maria Luisa	Local	Local	V4	P4
Rua Maria Max	Local	Local	V4	-
Rua Maria Pasqualim Vacari	Local	Local	V4	P4
Rua Maria Vaccari Bortolan	Local	Local	V4	-
Rua Marialva	Local	Local	V4	P4
Rua Mario Santos	Local	Local	V4	-
Rua Mario Wilson Soares	Local	Local	V4	P4
Rua Marlene Dias Ferreira	Local	Local	V4	-
Rua Maurício Escolaro	Local	Local	V4	-
Rua Mauricio Zen	Local	Local	V4	-
Rua Maurílio da Cruz	Local	Local	V4	P4
Rua Mendes Leitão	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Mieczilau Gumiel	Local	Local	V4	P4
Rua Miguel Jarek	Local	Local	V4	-
Rua Miguelito	Local	Local	V4	-

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua Moisés Cabral Monteiro	Local	Local	V4	-
Rua Monsenhor Domingos Salomão Kahel	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Nestor Negoseke	Coletora	Coletora	V3	-
Rua Nicolau Braholka	Local	Local	V4	-
Rua Odair Quintiliano dos Santos	Local	Local	V4	P4
Rua Olímpio Ferreira da Cruz	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Olívio Setin	Local	Local	V4	-
Rua Osvaldo Anacleto Bobato	Local	Local	V4	P4
Rua Otávio Albino da Rosa	Local	Local	V4	P4
Rua Padre Alberto Müller	Local	Local	V4	P4
Rua Padre Angelo Bortolini	Local	Local	V4	P4
Rua Padre Bitencourt	Local	Local	V4	P4
Rua Padre João da Veiga Coutinho	Local	Local	V4	P4
Rua Padre Pedro Guerra	Local	Local	V4	-
Rua Pará	Local	Local	V4	P4
Rua Paulo Scherner	Local	Local	V4	P4
Rua Pedrina Costa Viski	Local	Local	V4	P4
Rua Pedro Aíres da Rocha	Local	Local	V4	-
Rua Pedro Constantino da Rocha	Local	Local	V4	P4
Rua Pedro Helpa	Local	Local	V4	P4
Rua Pedro Moro Redeschi	Local	Local	V4	P4
Rua Pedro Pereira Sobrinho	Local	Local	V4	P4
Rua Pedro Scribe	Local	Local	V4	P4
Rua Platão	Local	Local	V4	P4

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua Porto Alegre	Local	Local	V4	P4
Rua Porto União	Local	Local	V4	P4
Rua Porto Velho	Local	Local	V4	P4
Rua Preciliano Fernandes	Local	Local	V4	P4
Rua Pref. Francisco Quirino dos Santos	Local	Local	V4	P4
Rua Prefeito João Nester	Local	Local	V4	P4
Rua Prof. Maria Isabel Zen Zagonel	Local	Local	V4	P3
Rua Prof. Thales de Souza e Silva	Local	Local	V4	P4
Rua Profa. Lourdes Gruter Bonin	Local	Local	V4	P4
Rua Professor Mario Cantalício Flores	Local	Local	V4	P4
Rua Professor Thales de Souza e Silva	Local	Local	V4	-
Rua Professora Marieta de Souza e Silva	Local	Local	V4	P4
Rua Roza Kieça Sokaski	Local	Local	V4	P4
Rua Santa Catarina	Local	Local	V4	P4
Rua Santa Rita	Local	Local	V4	P4
Rua Santa Rita	Local	Local	V4	P4
Rua São Salvador	Local	Local	V4	P4
Rua São Sebastião	Local	Local	V4	P4
Rua Sebastiao A Nogueira	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Sebastião Leonildo Fontana	Local	Local	V4	P4
Rua Senador Acioly Filho	Local	Local	V4	P4
Rua Senador Darcy Ribeiro	Local	Local	V4	P4
Rua Sezinando Moro	Local	Local	V4	-
Rua Silvio Pinto Ribeiro	Local	Local	V4	P4

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua Silvio Pinto Ribeiro	Arterial	Arterial	V2	P2
Rua Tanus Latuf	Local	Local	V4	P4
Rua Ten. Djalma Dutra	Local	Local	V4	P4
Rua Ten. Djalma Dutra	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Ten. Luís de Oliveira Quadros	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Tenente Luiz de Campos Valejo	Local	Local	V4	P4
Rua Teolindo Franco da Cruz	Local	Local	V4	P4
Rua Tereza Francisca Dissenha Conque	Local	Local	V4	P4
Rua Tijucas do Sul	Local	Local	V4	P4
Rua Tobias da Cruz	Local	Local	V4	-
Rua Toledo	Local	Local	V4	P4
Rua Tomazina	Local	Local	V4	P4
Rua Trindade	Local	Local	V4	-
Rua Tubarão	Local	Local	V4	P4
Rua Tupã	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Ursolina Olive Camargo	Local	Local	V4	P4
Rua Valdemiro Valaski	Arterial	Arterial	V2	-
Rua Vanderlei Moreno	Arterial	Arterial	V2	P2
Rua Veríssimo Marques	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua VeRua Narciso Mendes	Local	Local	V4	P4
Rua Via Fornecedores	Arterial	Arterial	V2	P2
Rua Vicente Tozo	Local	Local	V4	P4
Rua Voluntários da Pátria	Coletora	Coletora	V3	P3
Rua Zacarias Alves Pereira	Local	Local	V4	P4

Endereço	Classificação Viária (Município)	Classificação Viária (NBR 5101)	Classe de Iluminação de Veículos	Classe de Iluminação de Pedestres
Rua Zacarias Alves Pereira	Coletora	Coletora	V3	P3
Travessa Flavio Nogueira Machado	Local	Local	V4	P4
Travessia Arcy Possebon	Local	Local	V4	P4
Travessia Aurora Pasqualim Zen	Local	Local	V4	P4
Travessia Luziano Cordeiro	Local	Local	V4	P4
Travessia São Cristóvão	Local	Local	V4	P4
Tv. Alexandre F. Sobrinho	Local	Local	V4	P4
Tv. Augustinho da Silva	Local	Local	V4	-
Tv. Cambará	Local	Local	V4	P4
Via Frontal Reunault	Vias Marginais	Arterial	V1	P1

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2024).