

Projeto para Estruturação da PPP de Iluminação Pública Maranguape - CE 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.

Índice

1.	Considerações Gerais	1
2.	Sumário Executivo	2
2.1.	Premissas Gerais da Rede de Iluminação Pública	2
2.2.	Principais Resultados dos Estudos de Engenharia	3
3.	Modernização e Eficientização do Parque de IP	7
3.1.	Premissas Gerais da Rede de Iluminação Pública	7
3.2.	Software para Simulação	9
3.3.	Diretrizes Gerais para Modernização e Eficientização	11
3.3.1.	Portaria INMETRO	11
3.3.2.	Selo PROCEL	11
3.3.3.	Índice de Reprodução de Cores (IRC)	12
3.3.4.	Temperatura de Cor Correlata (TCC)	12
3.3.5.	Poluição Luminosa	14
3.3.6.	Informações obtidas no trabalho de campo	15
3.3.7.	Curvas Fotométricas	16
3.3.8.	Norma ABNT NBR 5101:2018	17
3.4.	Resultados das Simulações Luminotécnicas	18
3.4.1.	Simulações	19
3.4.2.	Premissas para Parâmetros de Montagem	23
3.4.3.	Fornecedores utilizados como referência	23
3.4.4.	Resultados das Simulações	23
3.4.5.	Redução das Emissões de CO ₂	28
3.5.	Faixas de Pedestres	29
3.5.1.	Requisitos de Iluminação para Faixa de Pedestres	29
3.5.2.	Estudo Referencial para Faixas de Pedestres	29
3.6.	Ciclovias e Ciclofaixas	31
3.6.1.	Requisitos de Iluminação para Ciclovias e Ciclofaixas	31
3.6.2.	Estudo Referencial para Ciclovias	32
4.	Iluminação Especial	33
4.1.	Diretrizes Gerais	35
4.2.	Descritivo dos Equipamentos para Iluminação Especial	37

4.3.	Diretrizes Específicas	40
4.3.1.	Igreja Matriz de Maranguape (Nossa Senhora da Penha)	42
4.3.2.	Secretaria Paroquial	44
4.3.3.	Solar da Família Correia	46
4.3.4.	Prédio do Vicentinos	49
4.3.5.	Casa de Cultura Capistrano de Abreu (Antiga Escola São José)	52
4.3.6.	Solar do Bonifácio Câmara	54
4.3.7.	Sociedade Artística Maranguapense	54
4.3.8.	Cadeia Pública (Museu Municipal)	55
4.3.9.	Palácio da Intendência (Prefeitura Municipal)	55
4.3.10.	Igreja São João Batista	55
4.3.11.	Maranguarte	56
4.3.12.	Solar dos Sombras (Mercado Público)	56
4.3.13.	Caixa D'água - Guabiraba	56
5.	Modelo de Operação	57
5.1.	Modelo de Governança da PPP de IP	57
5.2.	Fases do Projeto	58
5.2.1.	Fase 0 – Preliminar	59
5.2.2.	Fase 1 – Transição	59
5.2.3.	Fase 2 – Modernização	59
5.2.4.	Fase 3 – Operação	59
5.3.	Modelo Operacional	59
5.3.1.	Cadastro	60
5.3.3.	Modernização e Eficientização	61
5.3.4.	Implantação de Telegestão	61
5.3.5.	Iluminação Especial	62
5.3.6.	Centro de Controle Operacional (CCO)	62
5.3.7.	Serviços de Manutenção	62
5.3.8.	Serviços de Poda	62
5.3.9.	Estrutura operacional e organizacional	63
5.3.10.	Expansão da rede municipal de IP	63
5.3.11.	Divulgação de Informações e Documentos da PPP	64

5.4.	Parque de IP.....	64
6.	Modelo de Investimentos	65
6.1.	Despesas Pré-Operacionais	65
6.2.	Investimentos em Infraestrutura.....	66
6.3.	Modernização e Eficientização	66
6.3.1.	Custo médio da Luminária LED.....	67
6.3.2.	Custo médio de mão de obra e instalação	68
6.4.	Adequação da Rede de IP em áreas com Pontos Escuros	69
6.5.	Faixas de Pedestres.....	69
6.6.	Ciclovias	70
6.7.	Implantação do Sistema de Telegestão	70
6.8.	Iluminação Especial.....	71
6.9.	Expansão da Rede de IP	72
6.10.	Socioambiental	72
6.11.	Resumo CAPEX.....	75
7.	Modelo de Custos e Despesas	77
7.1.	Estrutura Operacional.....	77
7.1.1.	Dimensionamento de Chamados de Manutenção	77
7.1.2.	Custo Médio por Chamado de Manutenção	77
7.1.3.	Equipe de Verificação Ativa (rondas).....	79
7.2.	Materiais de Manutenção.....	80
7.3.	Sistema de Telegestão	81
7.4.	Estrutura Administrativa.....	81
7.4.1.	Equipe Administrativa	81
7.4.2.	Instalações e Utilidades.....	82
7.5.	Seguros e Garantias	83
7.6.	Verificador Independente.....	84
7.7.	Resumo OPEX	85
8.	Custos e Despesas do Poder Concedente	87
8.1.	Custos com Energia Elétrica.....	87
8.2.	Taxa de serviço arrecadação da CIP	89
8.3.	Instituição Financeira Depositária	89

1. Considerações Gerais

Este relatório apresenta o estudo de engenharia para a rede de Iluminação Pública de Maranguape – Ceará, 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 para a expansão do parque de IP a fim de se atender à demanda reprimida, novas demandas, pontos escuros, incluindo proposição de mecanismo para gestão da expansão do parque.
- Iluminação Especial
 - Proposta de projeto referencial de iluminação cênica para cada um dos bens públicos selecionados.
- Modelo de Operação
 - Visão geral dos serviços a serem prestados pela Concessionária, incluindo o escopo de modernização e efficientização, sistema de telegestão, iluminação especial, manutenção, entre outros.
- Modelo de Investimentos
 - Premissas para cada linha de investimento (CAPEX) para execução dos serviços no escopo da PPP.
- Modelo de Custos e Despesas
 - Premissas para cada linha de custo operacional (OPEX) para execução dos serviços no escopo da PPP.

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

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

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

2. Sumário Executivo

Ao longo deste produto são detalhadas as principais premissas utilizadas no desenvolvimento do estudo de engenharia. Por sua vez, nesse sumário são apresentados de forma sintética os principais números e resultados deste relatório.

2.1. Premissas Gerais da Rede de Iluminação Pública

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

Tabela 1 – Premissas Gerais

Premissa	Valor
Quantidade Total de Pontos de IP	12.749*
Quantidade de Pontos de IP em Vias Principais (V1, V2 e V3)	6.090*
Quantidade de Pontos de IP em Outras Vias (V4, V5, Praças etc.)	6.659*
Carga Média Atual por Ponto de IP	157,39 W
Carga Total (kW)	1.921,16 kW

Fonte: Cadastro de IP e trabalho de vistorias em campo.

**Conforme o mencionado no 1.3.1_Diagnóstico Técnico Operacional, o resultado do valor total do quantitativo de pontos da modernização é de 12.749 pontos por conta dos novos LED's que foram instalados e modernizados pelo contrato Nº 06.22.11.25.001, e intervenções da Prefeitura. Há 543 novas luminárias. Para as considerações do presente Estudo de Engenharia, e para a Modelagem Econômico-Financeira serão considerados todos os 12.749 pontos.*

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

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

Classe de Iluminação de Veículos	% do parque de IP
V1	0,00%
V2	12,50%
V3	35,27%
V4	52,23%
V5	0,00%

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

Outro resultado do trabalho de campo foi a avaliação da situação atual de iluminação do parque de IP em relação à normatização amplamente utilizada no Brasil, a Norma ABNT NBR 5101:2018. O resultado do trabalho indicou que um percentual muito significativo do parque de IP está defasado quanto ao atendimento da Norma 5101, de modo que as soluções que serão propostas no cenário futuro deverão compensar essa questão, uma vez que, mantendo a tecnologia atual, a carga instalada deveria ser superior para que todas as vias estejam aderentes aos parâmetros da Norma.

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

Tabela 3 – Atendimento aos requisitos de iluminância e uniformidade

Atendimento à Norma ABNT NBR 5101:2018	Via de Veículos	Via de Pedestres
Conforme ¹	7,20%	7,20%
Não Conforme ²	92,80%	92,80%
Total	100,00%	100,00%
Atende apenas iluminância	26,40%	64,00%
Atende apenas Uniformidade	4,00%	4,00%
Não atende Iluminância e Uniformidade	62,40%	24,80%
Total	92,80%	92,80%

Fonte: Elaboração CONSULTORIAS a partir dos resultados do trabalho de vistoria em campo.

2.2.Principais Resultados dos Estudos de Engenharia

A seguir, são apresentados os principais resultados de engenharia obtidos e que são desenvolvidos mais detalhadamente ao longo deste relatório.

Tabela 4 – Carga média futura por ponto de IP e meta de Eficientização por tipo de via

Localização	Carga Média por ponto	Meta de Eficientização ³	Troca de braços	Ajustes de altura	Pontos escuros
Vias Principais	94,16 W	36,74%	40,65%	24,14%	0,00%
Outras Vias	63,39 W	63,53%	6,98%	33,90%	0,00%
Total	78,49 W	51,27%	23,07%	29,24%	0,00%

Fonte: Elaboração CONSULTORIA.

¹ Atende Iluminância e Uniformidade

² Não atende Iluminância e/ou Uniformidade

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

Além dos pontos de IP localizados nas vias do município, são previstos um quantitativo de pontos de IP em Faixas de Pedestres e Ciclovias, conforme a seguir:

- Quantitativo de pontos de IP em Faixas de Pedestres: 58;
- Quantitativo de pontos de IP em Ciclovias: 50.

São previstos também, a instalação de equipamentos para provimento de Iluminação Especial nos seguintes monumentos/locais:

Tabela 5 – Locais e monumentos para instalação de Iluminação Especial

#	Local
1	Igreja Matriz de Maranguape (Nossa Senhora da Penha)
2	Secretária Paroquial
3	Solar da Família Correia
4	Prédio dos Vicentinos
5	Casa de Cultura Capistrano de Abreu (Antiga Escola São José)
6	Solar do Bonifácio Câmara
7	Sociedade Artística Maranguapense
8	Cadeia Pública (Museu Municipal)
9	Palácio da Intendência (Prefeitura Municipal)
10	Igreja São João Batista
11	Maranguarte
12	Solar dos Sombra (Mercado Público)
13	Caixa D'água - Guabiraba

Fonte: Elaboração CONSULTORIA.

Um fator importante e que resulta em um relevante benefício com a implementação da PPP de IP no Município, é a redução na emissão de gases de efeito estufa. A redução do consumo energético está diretamente relacionada a redução da emissão de gás carbônico pelas luminárias do parque de IP. A Tabela 6 – Redução Emissão CO₂ pela PPP, mostra a redução mensal e anual do parque ao reduzir o consumo energético do parque de IP do Município.

Tabela 6 – Redução Emissão CO₂ pela PPP

Parâmetro	Valor
Redução Mensal da Emissão de CO ₂	32 tCO ₂
Redução Anual da Emissão de CO₂	388 tCO₂

Fonte: Elaboração CONSULTORIA.

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

IP do Município como referência inicial, a tabela a seguir apresenta a evolução do número de pontos de IP no Município por todo o prazo da PPP.

Tabela 7 – Quantitativo de Pontos de IP ao longo da PPP

Ano	Quantidade Início	Quantidade Fim
1	12.749	13.311
2	13.311	13.985
3	13.985	14.128
4	14.128	14.271
5	14.271	14.414
6	14.414	14.557
7	14.557	14.700
8	14.700	14.843
9	14.843	14.986
10	14.986	15.129
11	15.129	15.272
12	15.272	15.415
13	15.415	15.558
14	15.558	15.701
15	15.701	15.844
16	15.844	15.987

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Na Tabela 8 são apresentados os valores monetários relacionados à implantação das tecnologias e das atividades de efficientização e modernização do parque de IP do Município para a operacionalização da PPP.

Tabela 8 – Valores de investimentos (CAPEX)

Linha de Investimento	Valor de CAPEX
Despesas Pré-Operacionais	R\$ 3.579 mil
Socioambiental	R\$ 714 mil
Infraestrutura Civil, Mobiliário e Operacional	R\$ 418 mil
Cobertura de Pontos Escuros	R\$ 2.877 mil
Modernização e Efficientização	R\$ 4.819 mil
Implantação do Sistema de Telegestão	R\$ 5.667 mil
Iluminação Especial	R\$ 1.041 mil
Faixa de Pedestres e Ciclovias	R\$ 332 mil
Expansão do Parque de IP	R\$ 3.547 mil
Total	R\$ 22.995 mil

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Por sua vez, na Tabela 9 são abordados os valores monetários relacionados à operação e manutenção da rede de IP e os serviços associados à PPP sob responsabilidade da Concessionária.

Tabela 9 – Valores de custos e despesas (OPEX)

Linha de Custos e Despesas	Valor de OPEX
Estrutura Operacional	R\$ 2.558 mil
Materiais de Manutenção	R\$ 348 mil
Sistema de Telegestão	R\$ 995 mil
Estrutura Administrativa	R\$ 10.742 mil
Socioambiental	R\$ 2.705 mil
Poda de Árvore	-
Seguros e Garantias	R\$ 1.355 mil
Verificador Independente	R\$ 7.729 mil
Total	R\$ 26.432 mil

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Outros pontos relevantes a serem destacados, são:

- As luminárias instaladas pela Concessionária deverão possuir tecnologia LED, serem certificadas na Portaria nº 62 do INMETRO de 2022, apresentar o Selo PROCEL e ter eficiência luminosa mínima de 130 lm/W;
- É recomendado que as luminárias LED apresentem Temperatura de Cor Correlata (TCC) de 3.000K em vias com médio e baixo fluxo de veículos (Vias Locais), enquanto em vias com alto fluxo de veículos (Vias Principais) a TCC das luminárias seja de 4.000K. As Vias Principais são aquelas vias cuja classificação viária do Município define como V1, V2 e V3. Já as Vias Locais, aquelas definidas como V4 e V5.

3. Modernização e Eficientização do Parque de IP

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

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

Ao longo deste tópico serão apresentadas as premissas e diretrizes utilizadas para a projeção da futura rede de iluminação pública do município com a implementação da PPP. Um dos principais resultados deste item será obtido através do cálculo da meta de eficientização energética da rede de IP, ou seja, **qual será a redução na carga instalada da rede de IP após a substituição das lâmpadas atuais por lâmpadas com uma tecnologia mais eficiente**, como o LED.

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

3.1. Premissas Gerais da Rede de Iluminação Pública

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

Tabela 10 – Premissas Gerais

Premissa	Valor
Quantidade Total de Pontos de IP	12.749*
Quantidade de Pontos de IP em Vias V1/V2/V3	6.090*
Quantidade de Pontos de IP em Outras Vias, Praças, Bosques etc.	6.659*
Carga Média Atual por Ponto de IP	157,39 W
Carga Total (kW)	1.921,16 kW

Fonte: Cadastro de IP e trabalho em campo.

**Conforme o mencionado no 1.3.1_Diagnóstico Técnico Operacional, o resultado do valor total do quantitativo de pontos da modernização é de 12.749 pontos por conta dos novos LED's que foram instalados e modernizados pelo contrato Nº 06.22.11.25.001, e intervenções da Prefeitura. Há 543 novas luminárias. Para as considerações do presente Estudo de Engenharia, e para a Modelagem Econômico-Financeira serão considerados todos os 12.749 pontos.*

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

Tabela 11 – Distribuição de classes de iluminação para veículos no parque futuro

Classe de Iluminação de Veículos	% do parque de IP
V1	0,00%
V2	12,50%
V3	35,27%
V4	52,23%
V5	0,00%
Total	100,00%

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

Outro resultado do trabalho de campo foi a avaliação da situação atual de iluminação do parque de IP em relação à normatização amplamente utilizada no Brasil, a Norma ABNT NBR 5101:2018. O resultado do trabalho indicou que um percentual relativamente significativo do parque de IP está defasado quanto ao atendimento da Norma ABNT NBR 5101:2018, de modo que as soluções que serão propostas no cenário futuro deverão compensar essa questão, uma vez que, mantendo a tecnologia atual, a carga instalada deveria ser inferior para que todas as vias estejam aderentes aos parâmetros da Norma.

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

Tabela 12 – Atendimento aos requisitos de iluminância e uniformidade

Atendimento à Norma ABNT NBR 5101:2018	Via de Veículos	Via de Pedestres
Conforme ⁴	7,20%	7,20%
Não Conforme ⁵	92,80%	92,80%
Total	100,00%	100,00%
Atende apenas iluminância	26,40%	64,00%
Atende apenas Uniformidade	4,00%	4,00%
Não atende Iluminância e Uniformidade	62,40%	24,80%
Total	92,80%	92,80%

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir dos resultados do trabalho de vistoria em campo.

⁴ Atende Iluminância e Uniformidade

⁵ Não atende Iluminância e/ou Uniformidade

3.2. Software para Simulação

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

Foi utilizado o *software Dialux* para condução dos estudos e simulações relacionados à modernização e efficientização do parque de IP. O *Dialux* é atualmente um dos softwares de simulação luminotécnica mais aplicados no mundo, disponibilizado em 25 idiomas e possuindo mais de 750.000 usuários disponível para consulta em: <https://www.dialux.com/en-GB/>. No sistema podem ser inseridos possíveis cenários, informando-se as características da via, passeio, ciclofaixas, canteiros centrais e os parâmetros de montagem do ponto de IP (distância entre postes, altura de montagem e etc.), que em conjunto com as possíveis soluções de tecnologia para as luminárias LED (banco de dados com curvas fotométricas, com diversas características, como potência, e eficiência), apresentam como resultado os índices de iluminação para cada cenário, contendo o valor médio de iluminância (E_m) e a uniformidade (U_o).

Figura 1 – Características das vias e calçadas incluídas no Dialux

The image shows a screenshot of the Dialux software interface. The top section is titled 'Ruas' (Streets) and contains several options: 'Gerar nova rua' (Generate new street), 'Duplicar geometria de rua' (Duplicate street geometry), 'Duplicar rua com distribuição de luminárias' (Duplicate street with luminaire distribution), 'Criar um novo campo de avaliação' (Create a new evaluation field), and 'Eliminar campo de avaliação selecionado' (Remove selected evaluation field). Below these are icons for different road elements: car, pedestrian, bicycle, parking, and others. A list of elements is shown: 'Passeio 1' (Pedwalk 1), 'Pista de rodagem 1' (Driving lane 1), and 'Passeio 2' (Pedwalk 2). The bottom section is titled 'Elemento de perfil ativo' (Active profile element) and contains configuration options for 'Pista de rodagem 1': 'Nome' (Name), 'Pavimento de pista de rodagem' (Driving lane pavement), 'Largura da pista de rodagem' (Driving lane width), and 'Quantidade das faixas de rodagem' (Number of driving lanes).

Fonte: Dialux, elaboração MODELO IP.

Figura 2 – Características dos parâmetros de montagem incluídas no Dialux

Distribuição de luminárias

Tipo de distribuição

Distância entre postes 40.000 m

Altura do ponto de luz 10.000 m

Rotação de poste 0.0 °

Luminárias por poste 1

Inclinação do braço extensor 10.0 °

Pendor do ponto de luz 1.500 m

Distância poste-pista de rodagem 0.000 m

Comprimento do braço extensor 1.514 m

Deslocamento longitudinal 0.000 m

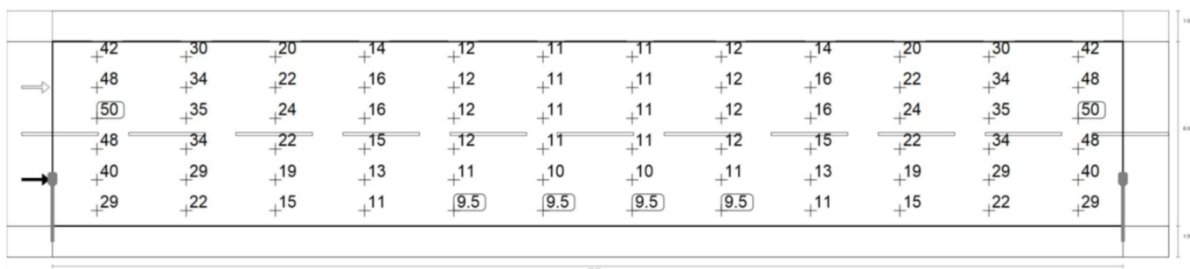
☒ Exibir geometria de poste

Fonte: Dialux, elaboração MODELO IP.

Figura 3 – Exemplo de resultado do Dialux

Resultados para o campo de avaliação

	Tamanho	Calculado	Nominal	Check
Pista de rodagem 1 (C1)	$E_m^{(2)}$	25.03 lx	≥ 20.00 lx	✓
	U_o	0.61	≥ 0.40	✓



Fonte: Dialux, elaboração MODELO IP.

3.3. Diretrizes Gerais para Modernização e Eficientização

As lâmpadas de tecnologia LED estão sendo implementadas nos parques de IP de todo o Brasil, tendo em vista que, em comparação com outras tecnologias (vapor de sódio, vapor de mercúrio, vapor metálico etc.), apesar de o investimento inicial ser superior, a escolha representa inúmeras vantagens como luminárias com maior vida útil, menor impacto ambiental no descarte e fabricação (lâmpadas de LED não possuem mercúrio), maior eficiência luminosa (lúmens/watt), melhor Índice de Reprodução de Cores (IRC), menor poluição luminosa e menor consumo de energia elétrica.

Em paralelo a isto, os projetos referenciais foram elaborados de modo a além de atender as classes de iluminação das vias de acordo com seus respectivos índices mínimos, também utilizar as luminárias e potências mais eficientes para tal. Desta forma foram simulados 3 cenários para cada conjunto específico de característica físicas e níveis de iluminação para as vias de veículos e pedestres. Durante as simulações quando averiguado vantajoso, foi possível alterar características como o tamanho braço e altura de montagem, para assim se conseguir utilizar de luminárias ainda mais econômicas, enquanto a iluminância e uniformidade se mantém ideais, já que para a mesma tecnologia em LED, é possível encontrar diferentes curvas fotométricas, que se adequam de forma otimizada em diferentes situações.

Em linha com esta tendência, e considerando que a escolha traz maior viabilidade ao projeto e vantagens sob as perspectivas técnico-operacional e econômico-financeira, os estudos de engenharia preveem, para o parque de IP do município, a implementação de luminárias em tecnologia LED.

3.3.1. Portaria INMETRO

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

Esta Portaria estabelece alguns requisitos mínimos para Luminárias LED:

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

3.3.2. Selo PROCEL

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

Nesse contexto, os fornecedores de luminárias LEDs, devem comprovar por meio de relatórios de ensaios elaborados por um dos laboratórios indicados pelo PROCEL e atender aos critérios estabelecidos para concessão do selo PROCEL de economia de energia para luminárias LED para iluminação pública. Além disso, o fornecedor deverá encaminhar ao PROCEL, o certificado de conformidade da luminária, de

acordo com o que é estabelecido na Portaria nº 62 do INMETRO de 17 de fevereiro de 2022. Portanto, o selo PROCEL somente será concedido, após a certificação do produto pelo INMETRO.

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

3.3.3. Índice de Reprodução de Cores (IRC)

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

Desta forma, quanto maior o IRC, melhor os objetos e espaços terão suas cores reproduzidas por uma, 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: [O que é Índice de Reprodução de Cores \(IRC\)? - Clique Arquitetura](#).

3.3.4. Temperatura de Cor Correlata (TCC)

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

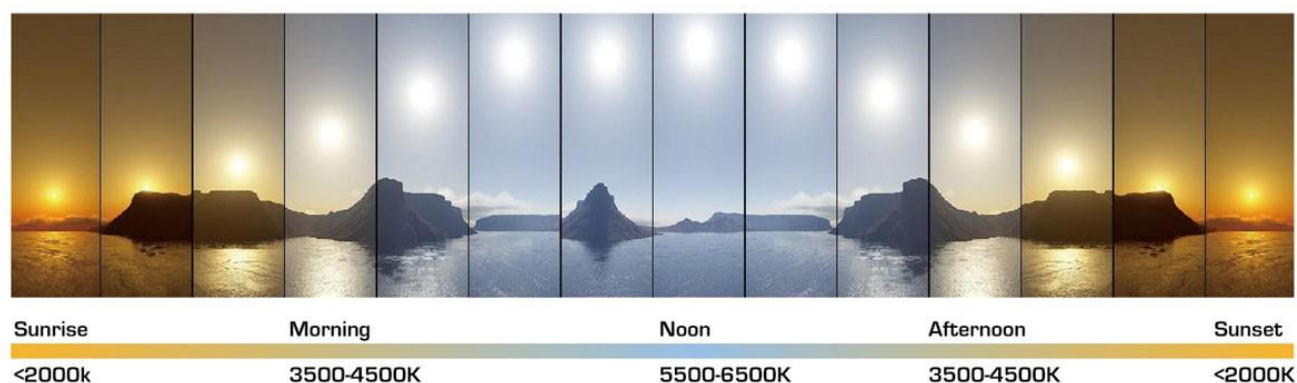
Para o projeto, foram avaliadas luminárias com TCC nas faixas de 3.000K e 4.000K, portanto em tom mais quente que a “luz branca natural”, ou seja, aquela que é emitida pelo sol em céu aberto ao meio-dia, cuja temperatura de cor é de 5.000K ou superior.

A recomendação é que nas vias de médio e baixo fluxo (Vias Locais, majoritariamente) sejam instalados equipamentos com TCC de 3.000K, enquanto nas vias de alto fluxo (Vias Principais: V1, V2, V3) TCC de 4.000K.

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

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

Figura 5 – Visualização dos diferentes níveis para a TCC



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

Figura 6 - Temperatura de Cor x Aparência

Temperatura de cor (K)	Aparência	
<3300	Quente (branco alaranjado)	
De 3300 a 5000	Intermediária (branco)	
>5000	Fria (branco azulado)	

Fonte: Manual de Iluminação Pública - COPEL

3.3.5. Poluição Luminosa

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

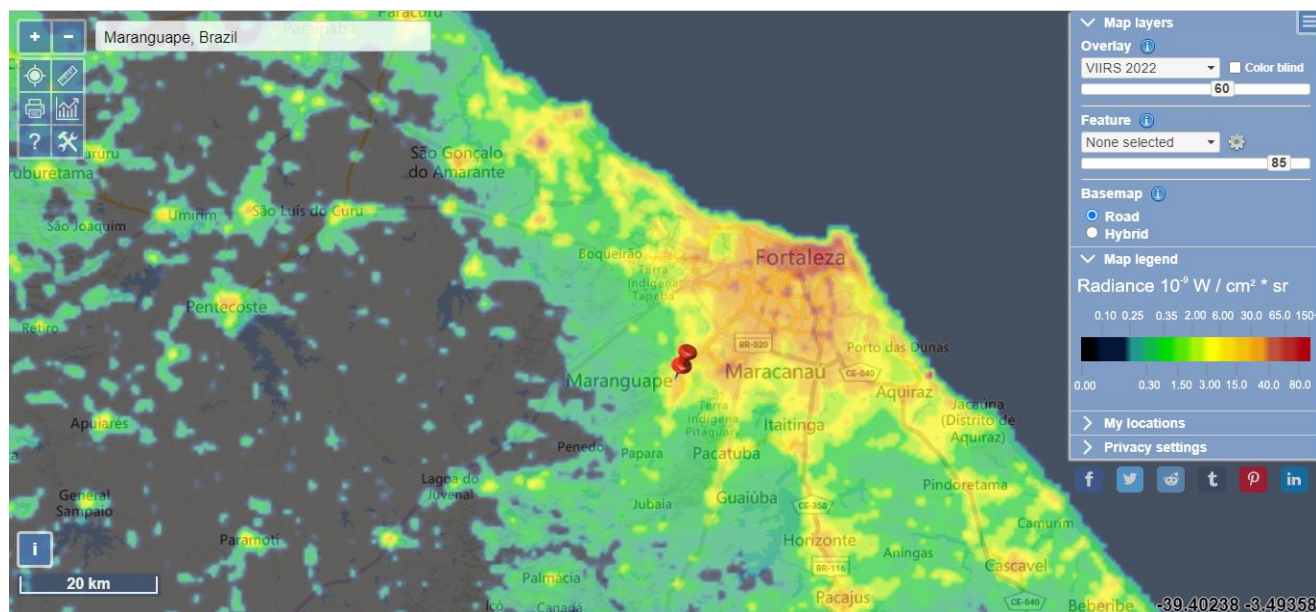
Os efeitos produzidos por projetos superdimensionados ou sem o correto controle de dispersão de luz podem acarretar iluminação inadequada e mal utilizada, com potenciais prejuízos ao conforto dos usuários do espaço público e dos edifícios lindeiros (edificação que se localiza às margens da via pública),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

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

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

Na Figura 7, a seguir é possível verificar os níveis de poluição luminosa no Município:

Figura 7 – Mapeamento da poluição luminosa no Município



Fonte: www.lightpollutionmap.info.

3.3.6. Informações obtidas no trabalho de campo

Os parâmetros da simulação têm como fonte as informações disponíveis no cadastro de IP fornecido pela Prefeitura de Maranguape - CE e/ou no Inventário da distribuidora de energia, assim como as informações coletadas por meio do trabalho de vistoria em campo, de acordo como o exposto no item 3.1.

Conforme apresentado no Relatório da Situação Técnico-Operacional, o trabalho de campo foi realizado a partir de uma amostra de pontos de IP obtida de forma aleatória, conforme previsto na Norma ABNT NBR 5426 - “Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos” e NBR 5427 “Guia para utilização da Norma NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos”, na rede de IP do município, assegurando que os pontos avaliados representassem uma amostra significativa do parque completo e, portanto, os resultados obtidos nessa amostra podem ser projetados para todo o parque.

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

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

- Tipo de posteação;
- Distância entre postes;
- Largura da Via;

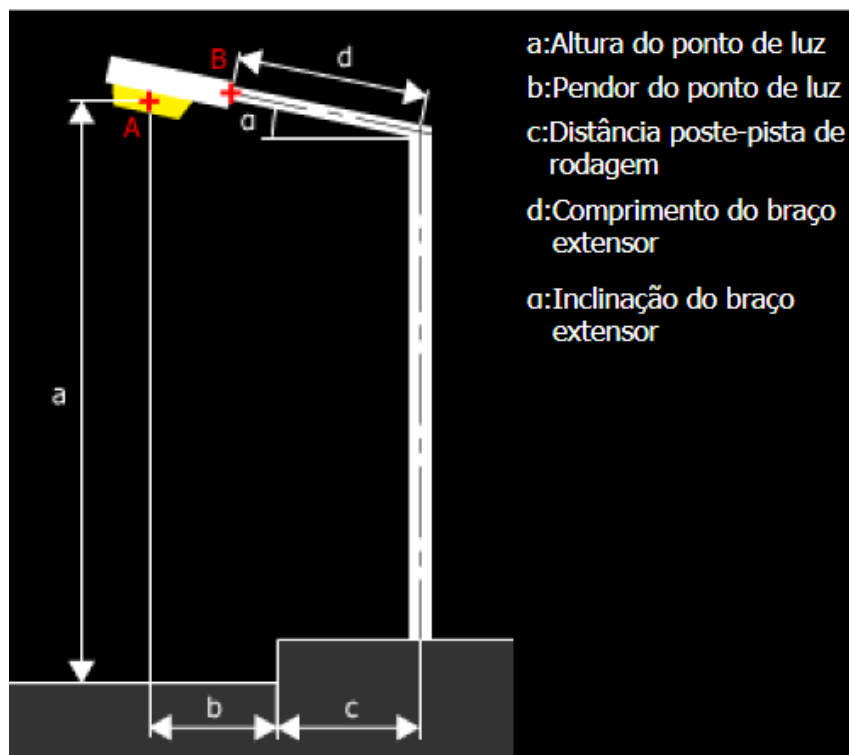
- Largura da Calçada;
- Classe de Iluminação de Veículos (Norma ABNT NBR 5101:2018);
- Classe de Iluminação de Pedestres (Norma ABNT NBR 5101:2018).

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

- Altura de montagem da luminária;
- Comprimento do braço;
- Curvas fotométricas das luminárias de LED.

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

Figura 8 – Parâmetros Dialux



Fonte: Dialux.

3.3.7. 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.

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

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

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

3.3.8. Norma ABNT NBR 5101:2018

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

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

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

Tabela 13 – Requisitos de Iluminância e Uniformidade

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

Fonte: Norma ABNT NBR 5101-2018.

3.4. Resultados das Simulações Luminotécnicas

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

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

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

1ª Opção: Substituição da luminária:

Se apenas a substituição da luminária, incluindo lâmpada e demais componentes, for suficiente para atender aos requisitos necessários, o projeto luminotécnico considera apenas essa substituição, a partir da luminária LED de menor potência (W) que atenda a todos os requisitos.

Se não for suficiente, avalia-se a próxima opção.

2ª Opção: Substituição ou ajuste dos braços de IP

Se a substituição do braço de IP ou ajuste na altura de montagem da lâmpada, em conjunto com a substituição da lâmpada, for suficiente para atender aos requisitos necessários, o projeto luminotécnico considera estes ajustes.

Se não for suficiente, avalia-se a próxima opção.

3ª Opção: Adição de novos pontos de IP:

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

Em relação à iluminação das praças e parques, não existe uma padronização de configuração da rede de iluminação pública ou de características construtivas nestes equipamentos urbanos, de modo que a simulação luminotécnica como uma iluminação viária não seria aplicado, tendo em vista que além da iluminação das áreas de circulação dos pedestres, também deve ser avaliado a iluminação dos outros elementos presentes no local, como árvores, bancos e monumentos.

Para fins do estudo de engenharia foi utilizada como metodologia a equivalência do fluxo luminoso entre a situação atual (tecnologia tradicional com vapor de sódio, por exemplo) e a situação futura (luminárias LED), para que seja mantida a proposta existente no local para a iluminação, mas também deve ser assegurado o atendimento ao nível mínimo de classe de iluminação de pedestres equivalente a P2. A equivalência luminotécnica é obtida a partir da relação entre a potência e eficiência luminosa das luminárias instaladas atualmente e o comparativo com a proposta futura com equipamentos mais eficientes.

3.4.1. Simulações

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

Figura 9 – Planta Esquemática Posteação Unilateral



Fonte: Google Maps e Dialux, elaboração MODELO IP.

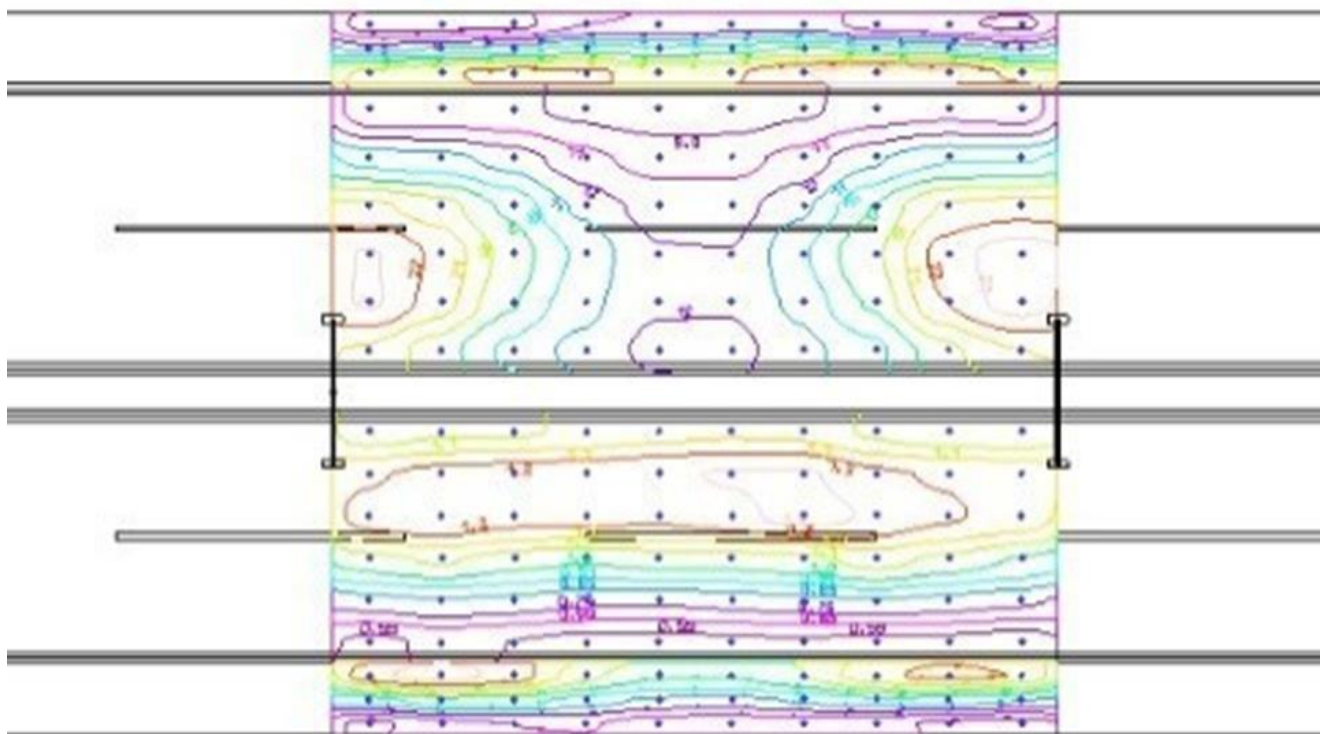


Figura 11 - Planta Esquemática Posteação Bilateral Alternado



Fonte: Google Maps e Dialux, elaboração MODELO IP.
Figura 12 - Planta Esquemática Posteação Bilateral Frontal



Fonte: Google Maps e Dialux, elaboração MODELO IP.

3.4.2. Premissas para Parâmetros de Montagem

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

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

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

Nesses casos, a solução prevista é a instalação de um novo ponto de IP pela Concessionária de Iluminação Pública, incluindo o poste, para se eliminar a “área escura”, ou também denominada “zebramento” na iluminação entre dois postes. Este procedimento irá reduzir o distanciamento entre os postes instalados atualmente e aumentará a luminosidade do local para adequação aos requisitos mínimos. A partir do novo espaçamento entre postes, foram realizadas novas simulações para estas áreas, a fim de se identificar as luminárias LED de menor potência que atendessem aos critérios da Norma ABNT NBR 5101:2018, de acordo com as classes de iluminação da via.

3.4.3. Fornecedores utilizados como referência

Para a realização das simulações luminotécnicas foram utilizados 3 (três) fornecedores, 1 fornecedor para cada cenário de simulação luminotécnica, que possuem em seus catálogos luminárias para iluminação pública que se enquadram nos requisitos mínimos exigidos no documento vinculativo - Caderno de Encargos da Concessionária.

3.4.4. Resultados das Simulações

Nas tabelas a seguir serão apresentados os principais resultados das simulações para o parque de IP do município, considerando a média dos fornecedores de LED avaliados.

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

Tabela 14 – Resultado da eficiência do parque gerada por diferentes fornecedores

Resultado	Carga Média por Ponto (W)	Eficiência Energética (%)
Amostra (Trabalho de Campo)	167,84 W	-
Cenário 1: 1º Fornecedor	69,19 W	58,78%
Cenário 2: 2º Fornecedor	72,15 W	51,35%
Cenário 3: 3º Fornecedor	94,12 W	43,67%
Média Fornecedores	78,49 W	51,27%

Fonte: Elaboração MODELO IP.

A eficiência é calculada utilizando as informações da amostra, e já considerando os pontos a serem implantados para corrigir “áreas escuras” além dos pontos que sofreram adequação para atender os índices mínimos da ABNT NBR 5101:2018.

De tal forma, ainda se observa uma **possibilidade média de 51,27% de eficiência** em todo o parque de IP do município.

Ressalta-se que os pontos de IP para expansão anual e demanda reprimida não são considerados no percentual de eficiência, pois consistem em demandas variáveis que não serão, obrigatoriamente, executadas periodicamente conforme o quantitativo previsto. Além disso, a potência média das lâmpadas instaladas pode variar de acordo com os parâmetros e a classificação das vias em que forem instaladas.

Para garantir, no entanto, que as luminárias adicionadas possuam grau de eficiência compatível com o restante da rede de IP modernizada, será exigida eficiência mínima de 130 lúmens / Watt para as novas luminárias. Será necessário também que as luminárias atendam aos parâmetros de desempenho luminotécnico de uniformidade e de iluminância conforme as classes de iluminação (veículos e pedestres) para a via em que os equipamentos serão instalados.

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

Tabela 15 – Quantidade de lâmpadas por faixa de potência dos fornecedores

Faixa de Potência (W)	Cenário 1 - 1º Fornecedor	Cenário 2 - 2º Fornecedor	Cenário 3 - 3º Fornecedor	Média por Faixa
0 W – 30 W	6,47%	0,99%	1,11%	2,86%
31 W – 50 W	31,47%	30,57%	0,00%	20,68%
51 W – 67 W	28,57%	5,13%	34,89%	22,86%
68 W – 97 W	14,06%	55,03%	40,00%	36,36%
98 W – 137 W	6,92%	8,28%	4,22%	6,48%
138 W – 180 W	12,50%	0,00%	19,78%	10,76%
181 W – 239 W	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
240 W – 999 W	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Elaboração MODELO IP.

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

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

Tabela 16 – Resultado de engenharia da Rede de IP do município (substituição braço IP)

Substituição do braço	Com	Sem
Fornecedor A	15,18%	84,82%
Fornecedor B	10,49%	89,51%
Fornecedor C	43,53%	56,47%
Média Fornecedores	13,84%	86,16%

Fonte: Elaboração Modelo IP.

Tabela 17 – Resultado de engenharia da Rede de IP do município (altura de montagem)

Regulagem de Altura	Com	Sem
Fornecedor A	22,99%	77,01%
Fornecedor B	41,52%	58,48%
Fornecedor C	23,21%	76,79%
Média Fornecedores	17,54%	82,46%

Fonte: Elaboração Modelo IP.

Além dos ajustes de parâmetros detalhados acima, o estudo de engenharia também apresenta um cenário em que deve ser considerada a implantação de novos pontos de IP em vias que já apresentam iluminação, mas não possuem os parâmetros que possibilitem o atendimento à Norma 5101-2018, principalmente devido à combinação entre o elevado distanciamento entre postes e exigências altas de iluminância e uniformidade.

Nesses locais, serão previstos novos pontos de IP a serem instalados pela Concessionária de Iluminação Pública durante a modernização do parque de IP, incluindo a instalação do poste exclusivo. É importante frisar que a implantação de novos pontos com esta finalidade não está relacionada à expansão anual da rede de IP, mas sim à atividade de adequação dentro da modernização e efficientização do parque.

Tabela 18 - Previsão de novos pontos para atendimento à pontos escuros por fornecedor

Novos Pontos em Áreas Escuras	% Novos Pontos Áreas Escuras
1º Fornecedor	0,00%
2º Fornecedor	13,17%
3º Fornecedor	0,45%
Melhor Resultado	0,00%

Fonte: Elaboração MODELO IP.

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

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

Tabela 19 – Resultado das simulações por grupo de vias

Parâmetro	Todas as Vias	Vias Principais (V1, V2, V3)	Outras Vias (V4, Praças, etc.)
Carga Média por Ponto de IP	78,49 W	94,16 W	63,39 W
Eficientização	51,27%	36,74%	63,53%
Substituição do Braço	23,07%	40,65%	6,98%
Regulagem de Altura	29,24%	24,14%	33,90%
Novos Pontos em Áreas Escuras	0,00%	0,00%	0,00%

Fonte: Elaboração MODELO IP.

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

Tabela 20 - Quantidade de lâmpadas por faixa de potência por grupo de vias

Faixa de Potência (W)	Todas as Vias	Vias Principais (V1, V2, V3)	Outras Vias (V4, Praças, etc.)
0 W – 30 W	2,86%	0,00%	5,55%
31 W – 50 W	20,68%	0,31%	41,69%
51 W – 67 W	22,86%	15,82%	29,74%
68 W – 97 W	36,36%	62,16%	9,52%
98 W – 137 W	6,48%	4,04%	9,08%
138 W – 180 W	10,76%	17,67%	4,42%
181 W – 239 W	0,00%	0,00%	0,00%
240 W – 999 W	0,00%	0,00%	0,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Quanto a vida útil considerada das luminárias utilizadas na modelagem, foi feito o cálculo da média ponderada do parque futuro com base nos dados das simulações realizadas. No melhor cenário encontrado e de acordo com o utilizado na modelagem econômico-financeiro, tem-se:

- 352 pontos de IP da amostra foram atendidos com luminárias, de 20 a 70 W, cuja vida útil é de 78.000 horas;
- 96 pontos de IP da amostra foram atendidos com luminárias, de 80 a 150 W, cuja vida útil é de 84.000 horas.

$$\text{Vida Útil Ponderada} = \frac{(352 * 78.000) + (96 * 84.000)}{448}$$

Portanto, considerando-se a equação anterior, chega-se à conclusão de que a vida útil média ponderada do parque futuro modelado é de 79.285,71 horas. Levando-se em consideração que o parque opera 11h29min por dia (11,48 horas), infere-se que a vida útil projetada referencialmente para o parque será de 18,9 anos, cerca de 2,9 anos a mais que o prazo de concessão utilizado no projeto (16 anos).

3.4.5.Redução das Emissões de CO₂

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

Por meio das atividades de modernização e eficientização da rede de IP estima-se expressiva redução no consumo de energia elétrica no Município, conforme detalhado no item 3.4.4. Esta redução na necessidade de geração de energia elétrica resulta em direta correlação com a menor emissão de gases de efeito estufa.

Para estimativa do potencial de redução na emissão de CO₂ com a implementação da PPP, foram avaliados dados históricos dos últimos 24 meses, já divulgados, que correlacionam a emissão de CO₂ ao consumo de energia:

Tabela 21 – Histórico Consumo Energia Elétrica e Emissão CO₂

Período	Fator Médio Mensal (tCO ₂ /MWh)	Período	Fator Médio Mensal (tCO ₂ /MWh)
Jan/2021	0,1164	Jan/2022	0,0732
Fev/2021	0,0820	Fev/2022	0,0503
Mar/2021	0,0673	Mar/2022	0,0406
Abr/2021	0,0764	Abr/2022	0,0216
Mai/2021	0,0883	Mai/2022	0,0280
Jun/2021	0,1491	Jun/2022	0,0441
Jul/2021	0,1634	Jul/2022	0,0419
Ago/2021	0,1743	Ago/2022	0,0457
Set/2021	0,1699	Set/2022	0,0491
Out/2021	0,1786	Out/2022	0,0471
Nov/2021	0,1484	Nov/2022	0,0402
Dez/2021	0,1029	Dez/2022	0,0294

Fonte: Dados divulgados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. [Clima \(mctic.gov.br\)](https://clima.mctic.gov.br). Acesso em 28/03/2023.

Considerando os valores detalhados na tabela acima, a média mensal na redução de CO₂ seria:

Tabela 22 - Redução Emissão CO₂ pelo consumo de energia elétrica

Parâmetro	Valor
Consumo Mensal Atual de Energia Elétrica para IP	671 MWh
Redução Mensal no Consumo do Parque de IP	344 MWh
Redução Mensal da Emissão de CO ₂	32 tCO ₂
Redução Anual da Emissão de CO₂	388 tCO₂

Fonte: Elaboração MODELO IP.

3.5. Faixas de Pedestres

Uma intervenção que também foi avaliada para inclusão no escopo de modernização e efficientização da rede de IP do Município é a instalação de iluminação pública específica para faixas de pedestres, de modo a promover maior segurança das pessoas e motoristas quando da circulação nas vias públicas em horário noturno.

3.5.1. Requisitos de Iluminação para Faixa de Pedestres

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

Os níveis exigidos para a iluminação média mínima vertical variam conforme a classe de iluminação de veículos da via, e seguem os parâmetros adotados no 1.3.4_MSI_Setup_Caderno de Encargos.

Tabela 23 - Requisitos para Faixas de Pedestres

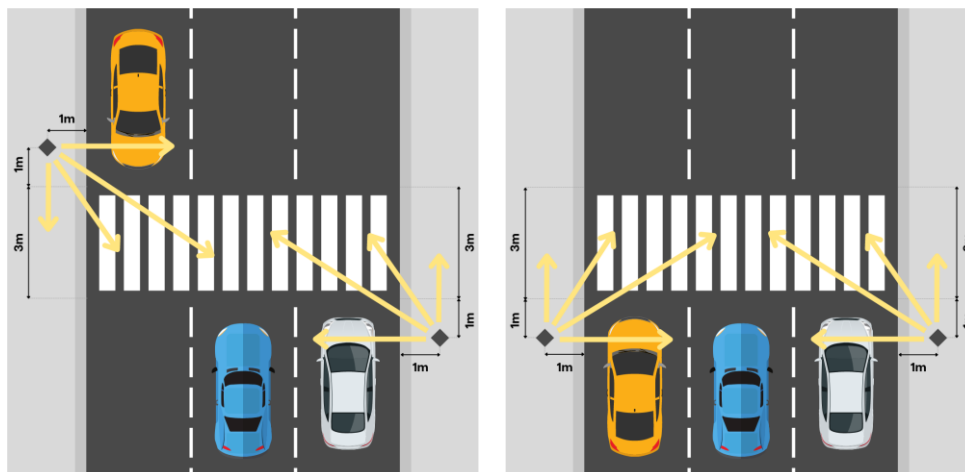
Classe de Iluminação	Iluminância Média Mínima Vertical
V1	22,50
V2	20,00
V3	20,00
V4	20,00
V5	20,00

Fonte: Elaboração MODELO IP, com base em normas de iluminação pública.

3.5.2. Estudo Referencial para Faixas de Pedestres

A referência adotada para iluminação de faixas de pedestres é a instalação de luminárias específicas para iluminação das travessias em postes exclusivos de IP, posicionadas conforme a direção do fluxo dos carros, com o intuito de iluminar a faixa de pedestres e proporcionar maior conforto visual para os motoristas. Será previsto a instalação de dois conjuntos, incluindo postes, luminárias e demais componentes, para cada faixa de pedestre, conforme ilustrado abaixo:

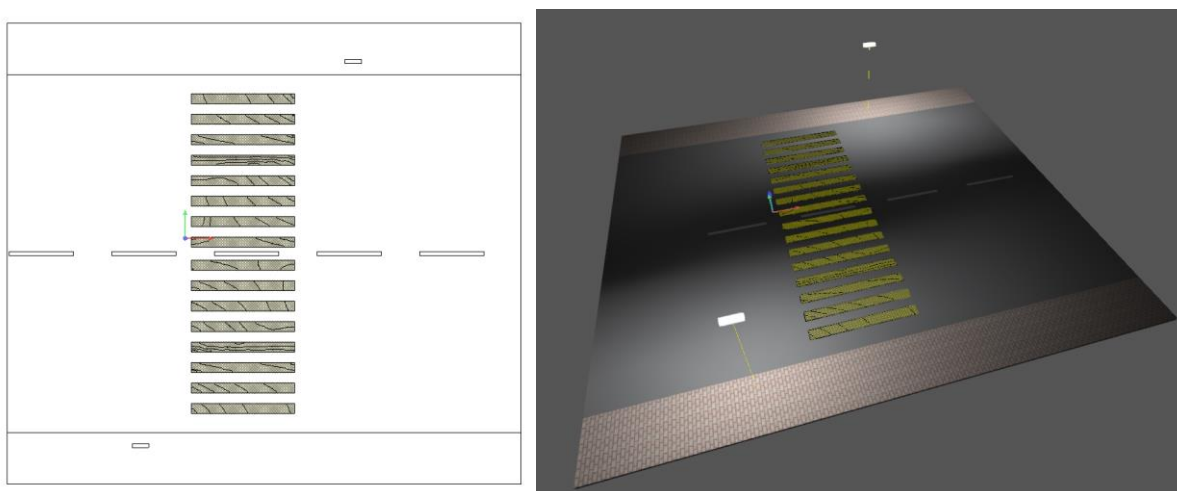
Figura 13 – Ilustração para iluminação de Faixas de Pedestres



Fonte: Elaboração MODELO IP.

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

Figura 14 – Estudo de Engenharia para Faixas de Pedestres



Fonte: Elaboração MODELO IP.

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

Tabela 24 - Resultado de engenharia para Faixas de Pedestres

Fornecedores	Largura da via até 8,0m (W)	Largura da via até 12,0m (W)	Média (W)
1° Fornecedor	30,00	30,00	30,00
2° Fornecedor	22,00	24,00	23,00
3° Fornecedor	30,00	30,00	30,00
Média Fornecedores	27,33	28,00	27,66

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Verifica-se que o **melhor cenário, seguindo o critério de menor potência, é o que considera a aplicação do segundo fornecedor**. Foi disponibilizada pela Prefeitura uma listagem com 29 (vinte e nove) endereços e referências de faixas de pedestres existentes no município de Maranguape, lista presente no Anexo I – Relação de locais com faixas de pedestres (sinalizadas na via). Seguindo a metodologia de 2 pontos IP por faixa de pedestre, foram considerados **58 pontos de IP para Faixas de Pedestres**.

3.6. Ciclovias e Ciclofaixas

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

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

- **Ciclovia:** 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 destinado à circulação exclusiva de ciclos delimitada por sinalização viária, podendo ter piso diferenciado e ser implantada no mesmo nível da pista de rolamento ou da calçada.

3.6.1. Requisitos de Iluminação para Ciclovias e Ciclofaixas

Para iluminação das ciclovias e ciclofaixas, seguindo as melhores práticas de normas nacionais e internacionais, será exigido o atendimento aos índices de iluminância média mínima e fator de uniformidade mínimo, cujos conceitos já foram previamente detalhados no item 3.3.8.

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 25 - Requisitos para Ciclovias e Ciclofaixas

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

Fonte: Elaboração MODELO IP.

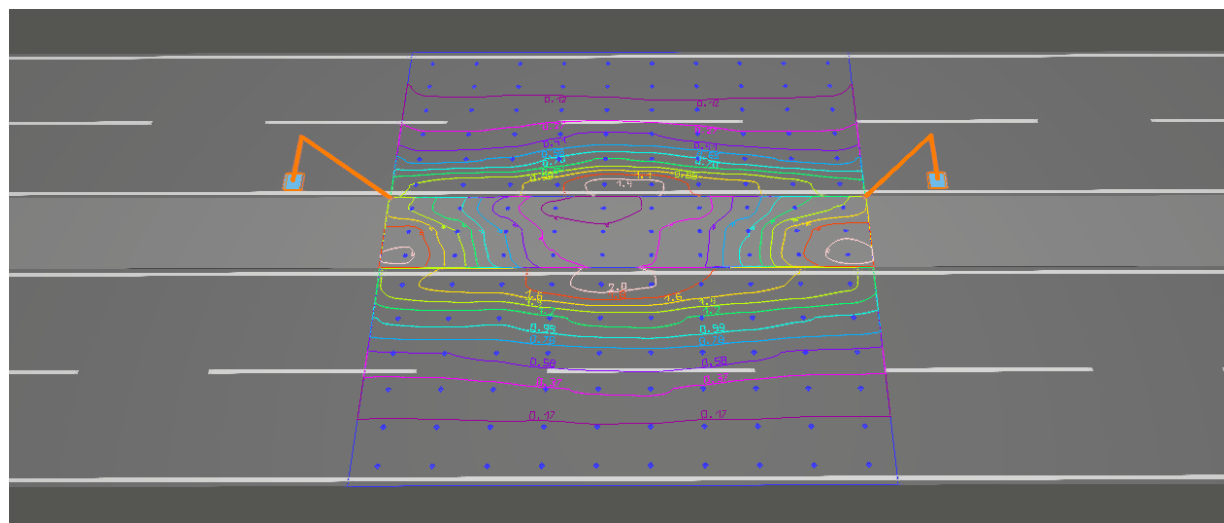
Em relação ao indicador da Temperatura de Cor Correlata (TCC), com o objetivo de manter uma padronização na iluminação ao longo da via, é recomendado que a TCC da iluminação das ciclovias e ciclofaixas seja a mesma prevista para a via.

3.6.2. Estudo Referencial para Ciclovias

A referência adotada para iluminação de ciclovias é semelhante à iluminação das vias de veículos, mas neste caso será previsto a instalação postes exclusivos para a iluminação das ciclovias ao longo de sua extensão.

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

Figura 15 – Ilustração para iluminação de Ciclovias



Fonte: Elaboração MODELO IP.

Através do *Dialux* foi avaliado como parte do estudo de engenharia os resultados luminotécnicos para as ciclovias em atendimento aos requisitos de iluminação previamente indicados.

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

Tabela 26 - Resultado de engenharia para Ciclovias

Resultado	Potência Luminária LED (W)
1° Fornecedor	30
2° Fornecedor	22
3° Fornecedor	30
Média Fornecedores	37,33

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Verifica-se que o melhor cenário, seguindo o critério de menor potência, é o que considera a aplicação do segundo fornecedor.

Como forma de dimensionamento da quantidade de pontos de IP a serem instalados em ciclovias, foi realizado um mapeamento em conjunto com a equipe da Prefeitura, sobre as ciclovias instaladas no Município e análises qualitativas quanto à necessidade de instalação de iluminação exclusiva. A partir do trabalho conduzido, chegou-se à seguinte lista de ciclovias existentes. Vale a ressalva de que, para fins de modelagem financeira do projeto, dos 6,5 km de extensão de ciclovias, foi considerado apenas 1,0 km, resultando na necessidade de **adição de 50 pontos de IP exclusivos** para esse escopo.

Tabela 27 - Dimensionamento Ciclovias para Instalação de IP

Ciclovias e Ciclofaixa	Localização	Extensão (km)	Tipo	Situação Atual	Nº Pontos de IP
01	CE-065	1,0	Ciclovias/Ciclofaixa	Existente	50
Total		1,0			50

Fonte: Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

4. Iluminação Especial

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

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

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

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

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

A determinação dos locais que receberão Iluminação Especial foi realizada por meio de levantamento dos bens de relevância histórica, cultural, turística e/ou comunitária, em observação aos critérios destacados acima e de acordo com indicações das indicações pela FAEC (Fundação Maranguapense de Educação e Cultura). Foram definidos os bens apresentados a seguir:

Tabela 28 - Bens para implementação de Iluminação Especial

Nº	Local	Localização
1	Igreja Matriz de Maranguape (Nossa Senhora da Penha)	Rua Domingos Façanha, 107 - Centro
2	Secretaria Paroquial	Rua Cel. Manuel Paula, 28 - Centro
3	Solar da Família Correia	Rua Cel. Manuel Paula, 40 - Centro
4	Prédio dos Vicentinos	Rua Domingos Façanha, 171 - Centro
5	Casa de Cultura Capistrano de Abreu (Antiga Escola São José)	Rua Major Agostinho, 306 - Centro
6	Solar do Bonifácio Câmara	Rua Major Agostinho, 490 - Centro
7	Sociedade Artística Maranguapense	Rua Major Agostinho, 459 - Centro
8	Cadeia Pública (Museu Municipal)	Rua Major Agostinho, 102 - Centro

Nº	Local	Localização
9	Palácio da Intendência (Prefeitura Municipal)	Rua Major Agostinho, 406 - Centro
10	Igreja São João Batista	Rua Amaro de Moraes, 35 - Outra Banda
11	Maranguarte	Praça João Leite - Centro
12	Solar dos Sombra (Mercado Público)	Rua Jose Fernandes Vieira, 31 - Centro
13	Caixa D'água - Guabiraba	Rua Major Napoleão Lima, 899 - Guabiraba

Fonte: Lista dos Imóveis Inventariados pelo Município de Maranguape.

Como o município não dispõe de normativas ou planos de desenvolvimento específicos relacionados à IE, projetos referenciais foram elaborados com base em referências da literatura e boas práticas aplicáveis no contexto da Iluminação Pública, com destaque para as recomendações da *Commission Internationale de L'Eclairage* (CIE) - Comissão Internacional de Iluminação, organização internacional de iluminação. A fim de garantir a integração do patrimônio dentro da paisagem em que está inserido, cabe destacar a relevância do entendimento das premissas estabelecidas pela Norma ABNT NBR 5101:2018, que baliza a implementação da Iluminação Pública e estabelece conceitos e termos relacionados ao tema, mesmo que essas não regulamentem de forma específica a implementação dos equipamentos destinados à Iluminação Especial.

4.1. Diretrizes Gerais

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

- **Proporcionar a legibilidade do bem e do sítio onde está inserido**

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

- **Valorizar, ordenar e hierarquizar o bem**

O ato de iluminar os elementos de uma paisagem urbana constitui uma representação de valorização e preservação do monumento histórico. No contexto de valorização do patrimônio, os artifícios da IE assumem protagonismo, uma vez que possibilitam manipular o olhar do observador e,

consequentemente, garantem aos bens destacados diferentes graus de importância na paisagem urbana. Portanto, devem ser utilizados recursos como a temperatura da cor, quantidade de luz direcionada, tecnologia e design dos equipamentos disponíveis no mercado para ordenar o cenário noturno e hierarquizar os monumentos nele inseridos.

- **Respeitar as especificidades dos bens e das paisagens a serem destacados**

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

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

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

- **Mitigar potenciais ações de vandalismo**

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

- **Criar iluminação cênica compatível com as variações climáticas**

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

4.2. 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 – Arandela de uso externo:** Equipamento de uso externo utilizado com a finalidade de contribuir com a iluminação de fachadas e passeios, usualmente em locais onde não são indicados a instalação de elementos como postes ou projetores. Os requisitos mínimos para este equipamento são: tecnologia LED, temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, índice de reprodução de cor (IRC) mínima de 70 e índice de proteção mínima equivalente IP66 e IK10.
- **EMPIE02 – Balizador:** Equipamento de uso externo utilizado para delimitar caminhos e orientar o observador, usualmente implantados embutidos no solo ou em paredes. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, índice de reprodução de cor (IRC) mínima de 70 e índice proteção mínima equivalente IP67 e IK08.
- **EMPIE03 – 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 3000K, 4000K e RGBW, 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.
- **EMCOPIE04 – Luminária decorativa:** Equipamento de uso externo utilizado implantado em trajetos pedonais, praças, parques, entre outros. É disposto em conjunto com estruturas de sustentação de alturas variadas. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED e em atendimento à ABNT NBR 15129:2004, temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, índice de reprodução de cor (IRC) superior a 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK10.
- **EMPIE05 – Luminária de uso Interno:** Equipamento de uso interno, utilizado para iluminação geral de ambientes internos ou protegidos de equipamentos urbanos que tenham permeabilidade visual, a exemplo de coretos e quiosques, ou que compõem a volumetria externa de edificações, a exemplo de marquises e varandas. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, fluxo luminoso de até 4500lm, índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice proteção mínima equivalente IP20.
- **EMPIE06 – Luminária de uso Interno de alta intensidade:** Equipamento de uso interno, utilizado para iluminação geral de ambientes internos ou protegidos de equipamentos urbanos que tenham permeabilidade visual, a exemplo de coretos e quiosques, ou que compõem a volumetria externa de edificações, a exemplo de marquises e varandas. Possuem morfologias variadas e são indicados como parte integrante dos postes decorativos instalados em praças e trajetos pedonais do município. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, de temperatura de cor variável

entre 3000K e 4000K, com fluxo luminoso de 4501lm a 10000lm, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice proteção mínima equivalente IP20.

- **EMPIE07 – Luminária viária:** Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de vias públicas, estacionamentos, parques e praças. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, certificada na Portaria nº 62 do INMETRO, temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, que permitam controle e automação, índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 70 e índice de proteção mínima equivalente a IP65 e IK08.
- **EMPIE08 – Poste Balizador:** Equipamento de uso externo utilizado para delimitar caminhos e orientar o observador, usualmente dispostos ao longo de trajetos pedonais e jardins. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: estruturas compostas por aço ou alumínio de altura até 1000mm com luminária acoplada e suporte em piso. Ademais, indica-se equipamentos com temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 70 e índice de proteção mínima equivalente a IP65.
- **EMPIE09 – Projetor de baixa Intensidade:** Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos e arbóreos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, compostos por corpo em alumínio ou aço galvanizado, difusor em vidro temperado, policarbonato ou acrílico, de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura, temperatura de cor variável entre 3000K, 4000K e RGBW, com fluxo luminoso de até 6.000lm, que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.
- **EMPIE10 – 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 3000K, 4000K e RGBW, com fluxo luminoso variando entre 6001lm a 25000lm, que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.
- **EMPIE11 – Projetor de alta Intensidade:** Equipamento de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos e arbóreos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, compostos por corpo em alumínio ou aço galvanizado, difusor em vidro temperado, policarbonato ou acrílico, de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura, temperatura de cor variável entre 3000K, 4000K e RGBW, com fluxo luminoso a partir de 25001lm, que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.
- **EMPIE12 – Projetor Linear de baixa intensidade:** Equipamento linear de uso externo utilizado para a iluminação de fachadas, equipamentos urbanos, monumentos e elementos decorativos. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, compostos por corpo em alumínio, difusor em

vidro temperado, de diferentes tipos de fotometria e ângulos de abertura, temperatura de cor variável entre 3000K e 4000K, com fluxo luminoso de até 2.000lm, comprimento de até 500mm, que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 80 e índice de proteção mínima equivalente a IP66 e IK08.

- **EMPIE13 – Projetor Linear de média 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 2.001 a 7.500lm, comprimento acima de 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.
- **EMPIE14 – Projetor Linear embutido de baixa intensidade:** Equipamento linear de uso externo, embutido no solo, 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, 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 IP67 e IK10.
- **EMPIE15 – Projetor Linear embutido de média intensidade:** Equipamento linear de uso externo, embutido no solo, 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, 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 2.001 a 7.500lm, comprimento acima de 500mm, 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.
- **EMPIE16 – Projetor Subaquático:** Equipamento de uso externo utilizado com o intuito de valorizar equipamentos urbanos que exijam instalações submersas à água. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: tecnologia LED, que apresentem amplo espectro cromático (RGB), que permitam controle e automação, com índice de reprodução de cor (IRC) mínimo de 70 e índice de proteção mínima equivalente a IP68 e IK10;
- **EMPIE17 – Braço:** Acessório de uso externo utilizado como suporte de luminárias a uma determinada distância do eixo da coluna. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: braços para IP em aço galvanizado.

- **EMPIE18 – Grade antifurto:** Acessório de uso externo utilizado como proteção contra ações de vandalismo. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: uso de gradis mimetizados na paisagem e que não comprometam os fachos luminosos dos equipamentos de IE.
- **EMPIE19 – Poste:** Acessório de uso externo utilizado como suporte para luminárias e projetores. Os requisitos mínimos para estes equipamentos são: postes retilíneos com alturas e sistemas de fixação compatíveis com o uso e configuração do espaço urbano onde serão instalados, e que atendam às regulamentações dispostas na NBR-14744.

4.3. Diretrizes Específicas

Os itens apresentados a seguir contemplam as diretrizes específicas elaboradas para cada localidade objeto de análise como Iluminação Especial, respeitando suas singularidades e o contexto urbano onde estão inseridos. Para cada local são apresentados, além das diretrizes, os quantitativos mínimos e especificações dos equipamentos de iluminação considerados. Os equipamentos apresentados se baseiam em referências de pesquisas realizadas junto a fabricantes do setor e de tecnologias usualmente empregadas.

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

Com disseminação das campanhas onde uma cor é vinculada a um mês para conscientização no combate a doenças e problemas na sociedade, onde o poder público tem um grande engajamento. Optou-se pelo uso de projetor em LED RGB (Red-Green-Blue), que possui em um mesmo encapsulamento três LEDs com as cores primárias - vermelho (Red), verde (Green) e azul (Blue). Misturando-se as três e mudando suas intensidades individualmente, podemos fazer qualquer cor do espectro visível. A seguir, é apresentado a lista com os meses e suas principais cores e alertas dos problemas de saúde:

Tabela 29 - Cores respectivas de cada mês

Mês	Cor	Alerta de Saúde
Janeiro	Branco	Saúde Mental
Fevereiro	Roxo	Lúpus Fibromialgia Mal de Alzheimer
Março	Azul Marinho	Câncer de Rim Câncer Colorretal
Abril	Azul Verde	Autismo Segurança e Saúde no Trabalho
Maio	Amarelo	Trânsito
Junho	Vermelho	Doação de Sangue
Julho	Amarelo	Hepatite
Agosto	Dourado	Amamentação
Setembro	Amarelo	Prevenção ao Suicídio
Outubro	Rosa	Prevenção ao Câncer de Mama
Novembro	Azul	Câncer de Próstata
Dezembro	Laranja	Câncer de Pele

Fonte: <https://oncologia.com.br/noticias/cores-da-saude-campanhas/>.

4.3.1. Igreja Matriz de Maranguape (Nossa Senhora da Penha)

São propostos para a Matriz Nossa Senhora da Penha, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal;
- Prever efeito de iluminação homogêneo na fachada principal do edifício;
- Destacar as torres laterais na fachada da edificação.

Tabela 30 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Matriz

Igreja Matriz de Maranguape (Nossa Senhora da Penha)		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE03	Embutido de Solo RGB	5
EMPIE10	Projetor RGB (Média Intensidade)	10
EMPIE12	Projetor Linear 3000/4000K (Baixa Intensidade)	5

Fonte: Elaboração MODELO IP.

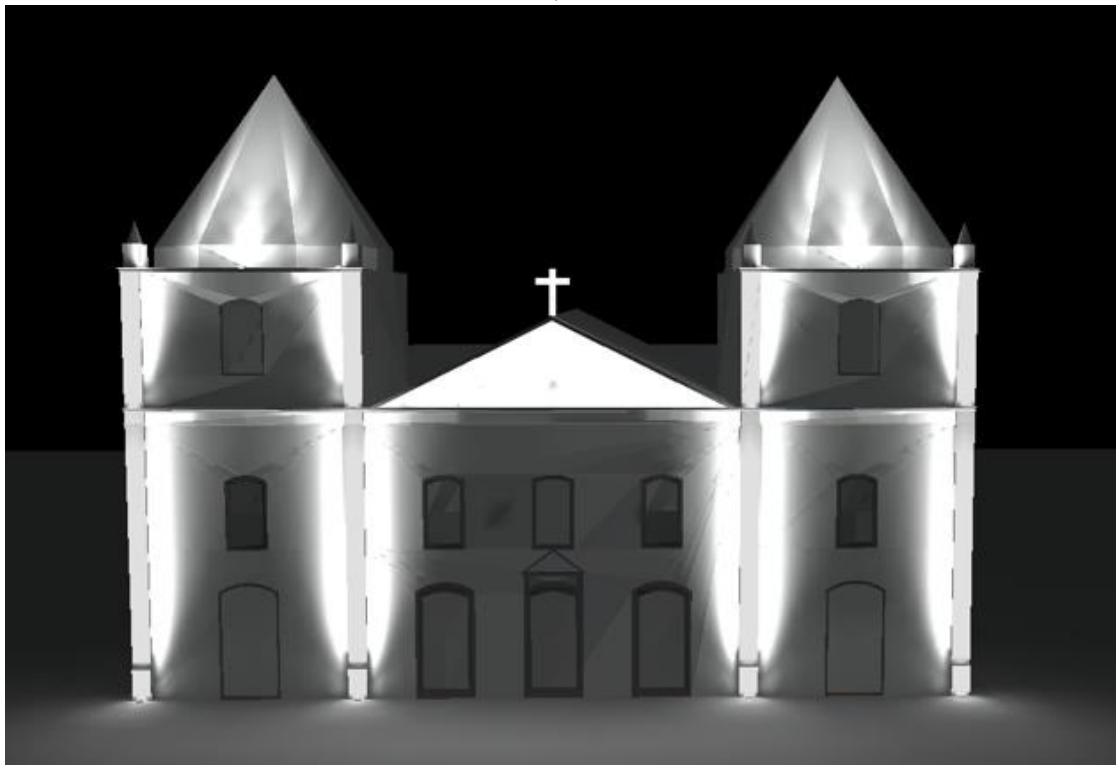
Seguem imagens da Edificação antes e após a instalação do sistema de iluminação cênica proposto, conforme simulações luminotécnicas realizadas.

Foto 01 - IE para a Matriz



Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 02 - IE para a Matriz



Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 03 - IE para a Matriz



Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 04 - IE para a Matriz



Fonte: Elaboração MODELO IP

4.3.2. Secretaria Paroquial

São propostos para a Secretário Paroquial, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal e lateral, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão das fachadas laterais;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar as janelas das fachadas da edificação.

Tabela 31 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para a Secretaria Paroquial

Secretaria Paroquial		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE03	Embutido de Solo RGB	10
EMPIE12	Projeto Linear 3000/4000K (Baixa Intensidade)	28

Fonte: Elaboração MODELO IP.

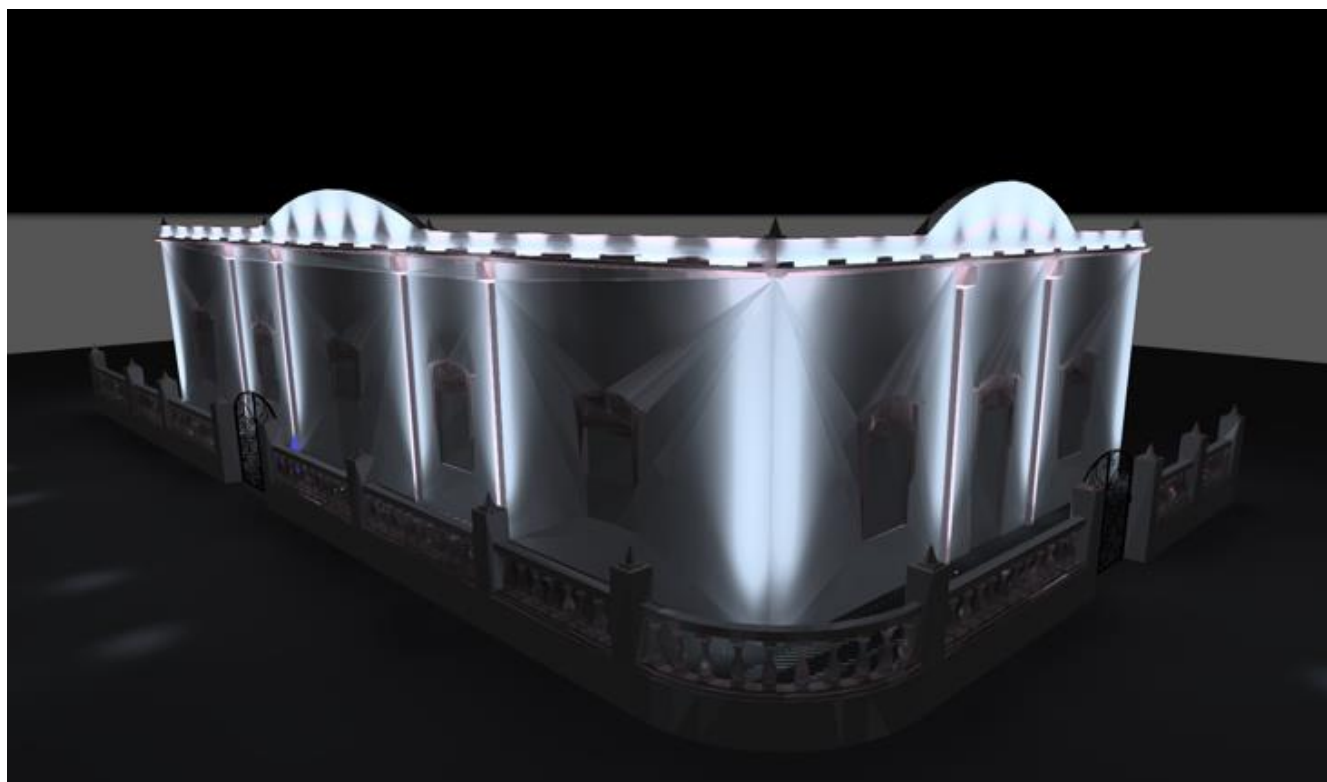
Seguem imagens representativas da edificação antes e após a instalação do sistema de iluminação cênica proposto, conforme simulações luminotécnicas.

Foto 05 - IE para a Secretaria Paroquial



Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 06 - IE para a Secretaria Paroquial



Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 07 - IE para a Secretaria Paroquial



Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 08 - IE para a Secretaria Paroquial



Fonte: Elaboração MODELO IP

4.3.3. Solar da Família Correia

São propostos para o Solar, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal e laterais com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;

- Destacar as torres laterais na fachada da edificação.

Tabela 32 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Solar da Família Correia

Solar da Família Correia		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE03	Embutido de Solo RGB	20

Fonte: Elaboração MODELO IP.

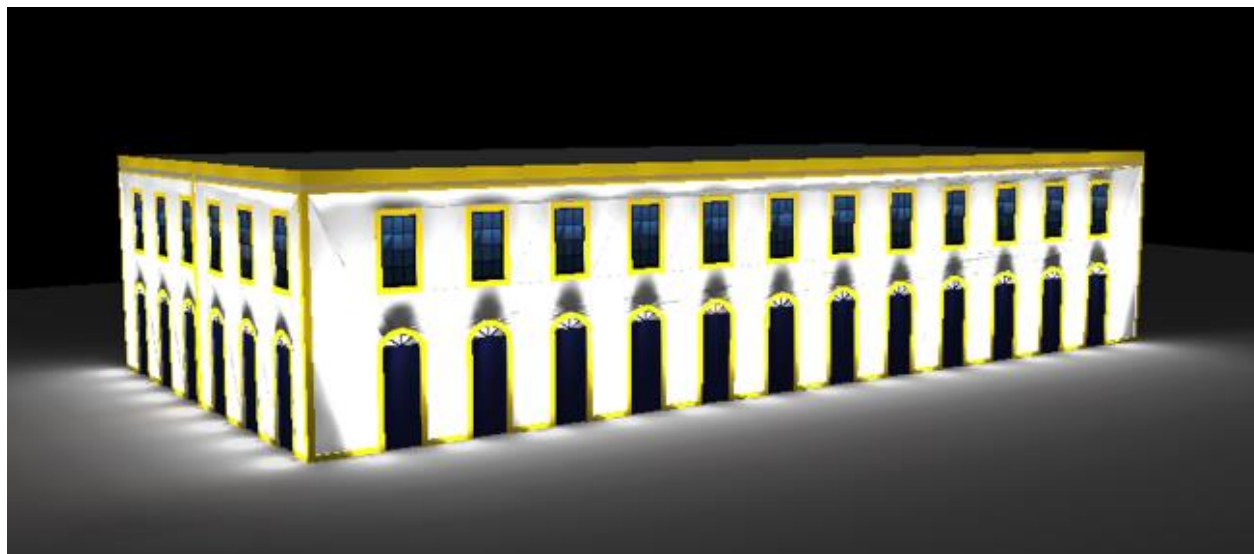
Seguem imagens representativas da edificação antes e após a instalação do sistema de iluminação cênica proposto, conforme simulações luminotécnicas.

Foto 09 - IE para Solar da Família Correia



Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 10 - IE para Solar da Família Correia



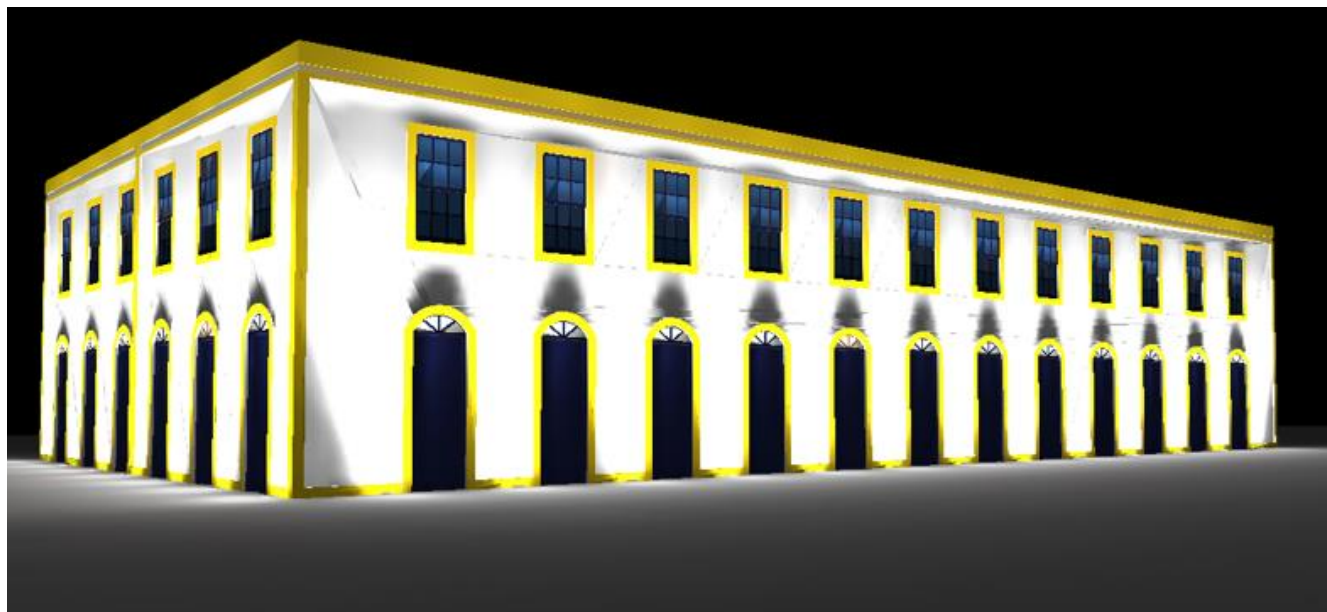
Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 11 - IE para Solar da Família Correia



Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 12 - IE para Solar da Família Correia



Fonte: Elaboração MODELO IP

4.3.4. Prédio do Vicentinos

São propostos para o Prédios do Vicentinos, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal e laterais;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar as janelas das fachadas da edificação.

Tabela 33 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Prédio dos Vicentinos

Prédio dos Vicentinos		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE02	Balizador RGB	2
EMPIE12	Projeto Linear 3000/4000K (Baixa Intensidade)	3

Fonte: Elaboração MODELO IP.

Seguem imagens representativas da edificação antes e após a instalação do sistema de iluminação cênica proposto, conforme simulações luminotécnicas.

Foto 13 - IE para Prédio dos Vicentinos



Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 14 - IE para Prédio dos Vicentinos



Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 15 - IE para Prédio dos Vicentinos



Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 16 - IE para Prédio dos Vicentinos



Fonte: Elaboração MODELO IP

4.3.5. Casa de Cultura Capistrano de Abreu (Antiga Escola São José)

São propostos para a Casa de Cultura Capistrano de Abreu, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal, escadaria lateral e sacada com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal e laterais;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar as janelas das fachadas da edificação.

Tabela 34 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Casa de Cultura

Casa de Cultura Capistrano de Abreu (Antiga Escola São José)		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE03	Embutido de Solo RGB	15
EMPIE12	Projetor Linear RGB (Baixa Intensidade)	23

Fonte: Elaboração MODELO IP.

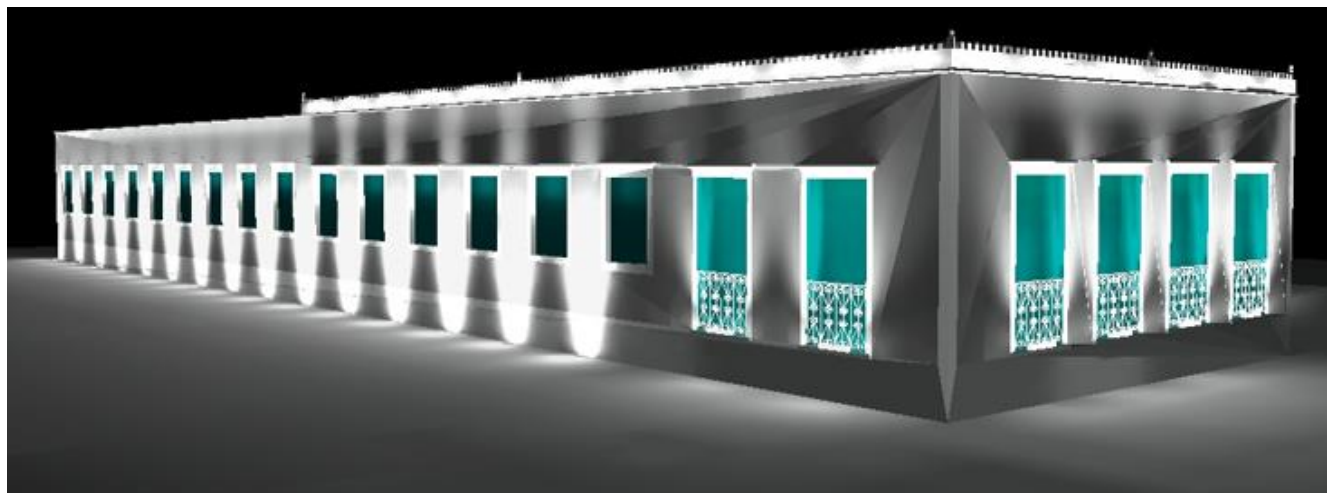
Seguem imagens representativas da edificação antes e após a instalação do sistema de iluminação cênica proposto, conforme simulações luminotécnicas.

Foto 17 - IE para Casa de Cultura



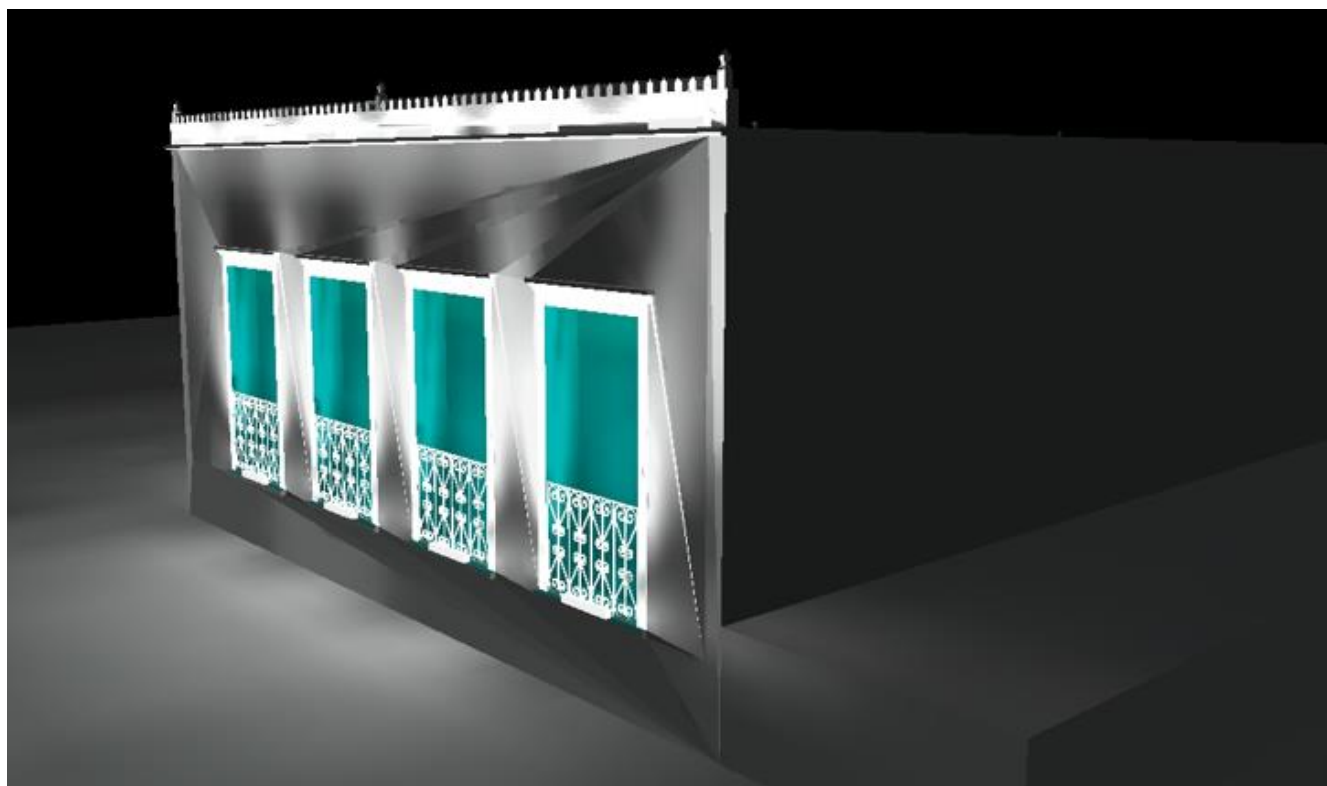
Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 18 - IE para Casa de Cultura



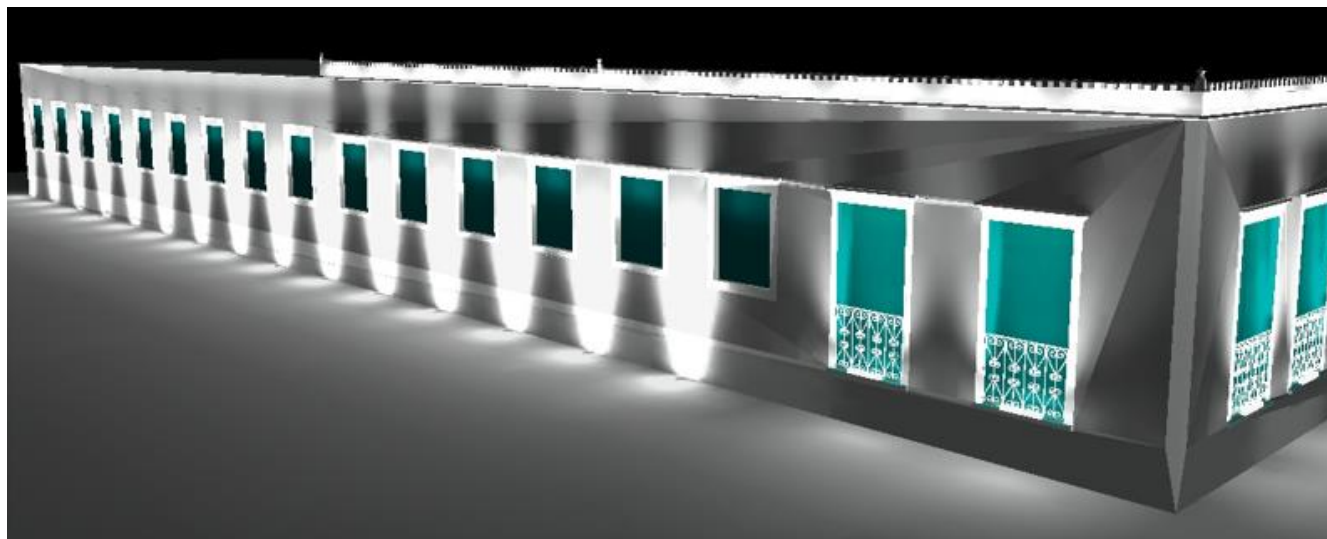
Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 19 - IE para Casa de Cultura



Fonte: Elaboração MODELO IP

Foto 20 - IE para Casa de Cultura



Fonte: Elaboração MODELO IP

4.3.6. Solar do Bonifácio Câmara

São propostos para o Solar do Bonifácio, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal e laterais com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal e laterais;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Valorizar o recuo da entrada da fachada frontal;
- Implantar equipamentos para valorizar as janelas das fachadas da edificação.

Tabela 35 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Solar Bonifácio

Solar do Bonifácio Câmara		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE01	Arandela de Uso Externo	3
EMPIE09	Projektor RGB (Baixa Intensidade)	1
EMPIE12	Projektor Linear 3000/4000K (Baixa Intensidade)	18

Fonte: Elaboração MODELO IP.

4.3.7. Sociedade Artística Maranguapense

São propostos para a Sociedade Artística, os equipamentos de iluminação voltados para as fachadas frontal e lateral, com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal e lateral;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar as fachadas da edificação.

Tabela 36 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Sociedade

Sociedade Artística Maranguapense		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE09	Projektor RGB (Baixa Intensidade)	16

Fonte: Elaboração MODELO IP.

4.3.8. Cadeia Pública (Museu Municipal)

São propostos para o Museu Municipal, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar os elementos decorativos da fachada principal da edificação.

Tabela 37 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Cadeia Pública

Cadeia Pública (Museu Municipal)		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE02	Balizador RGB	6
EMPIE04	Lâmpada Decorativa	6
EMPIE10	Projektor RGB (Média Intensidade)	3
EMPIE12	Projektor Linear RGB (Baixa Intensidade)	1

Fonte: Elaboração MODELO IP.

4.3.9. Palácio da Intendência (Prefeitura Municipal)

São propostos para o Palácio Municipal, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal e laterais com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal e laterais;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar as janelas das fachadas da edificação.

Tabela 38 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Palácio Municipal

3.3.9. Palácio da Intendência (Prefeitura Municipal)		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE09	Projektor RGB (Baixa Intensidade)	20
EMPIE12	Projektor Linear RGB (Baixa Intensidade)	2

Fonte: Elaboração MODELO IP.

4.3.10. Igreja São João Batista

São propostos para o Palácio Municipal, os equipamentos de iluminação voltados para as fachadas frontal e laterais com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal e laterais;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar as janelas das fachadas da edificação.

Tabela 39 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Igreja

Igreja São João Batista		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE02	Balizador 3000/4000K	2
EMPIE03	Embutido de Solo 4000K	8
EMPIE09	Projeto RGB (Baixa Intensidade)	8
EMPIE10	Projeto 3000/4000K (Média Intensidade)	1

Fonte: Elaboração MODELO IP.

4.3.11. Maranguarte

São propostos para a Maranguarte, os equipamentos de iluminação voltados para as fachadas laterais com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão das fachadas laterais;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar as fachadas da edificação.

Tabela 40 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Maranguarte

Maranguarte		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE10	Projeto RGB (Média Intensidade)	4
EMPIE12	Projeto Linear RGB (Baixa Intensidade)	12
EMPIE19	Poste Decorativo	8

Fonte: Elaboração MODELO IP.

4.3.12. Solar dos Sombras (Mercado Público)

São propostos para o Solar dos Sombras, os equipamentos de iluminação voltados para a fachada frontal com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal;
- Prever efeito de iluminação homogêneo na fachada do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar a fachada principal da edificação.

Tabela 41 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Solar dos Sombras

Solar dos Sombras (Mercado Público)		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE02	Balizador RGB	8
EMPIE10	Projeto RGB (Média Intensidade)	4

Fonte: Elaboração MODELO IP.

4.3.13. Caixa D'água - Guabiraba

São propostos para a Caixa D'água, os equipamentos de iluminação voltados para as fachadas com o objetivo de cumprir com as premissas apresentadas a seguir:

- Padronizar a temperatura de cor em toda a extensão da fachada frontal;
- Prever efeito de iluminação homogêneo nas fachadas do edifício;
- Implantar equipamentos para valorizar a edificação.

Tabela 42 – Descrição e quantitativo de equipamentos de IE para Palace Hotel

Caixa D'água - Guabiraba		
Código	Equipamento	Quantidade:
EMPIE03	Embutido de Solo 4000K	10
EMPIE09	Projektor RGB (Baixa Intensidade)	8

Fonte: Elaboração MODELO IP.

5. Modelo de Operação

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

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

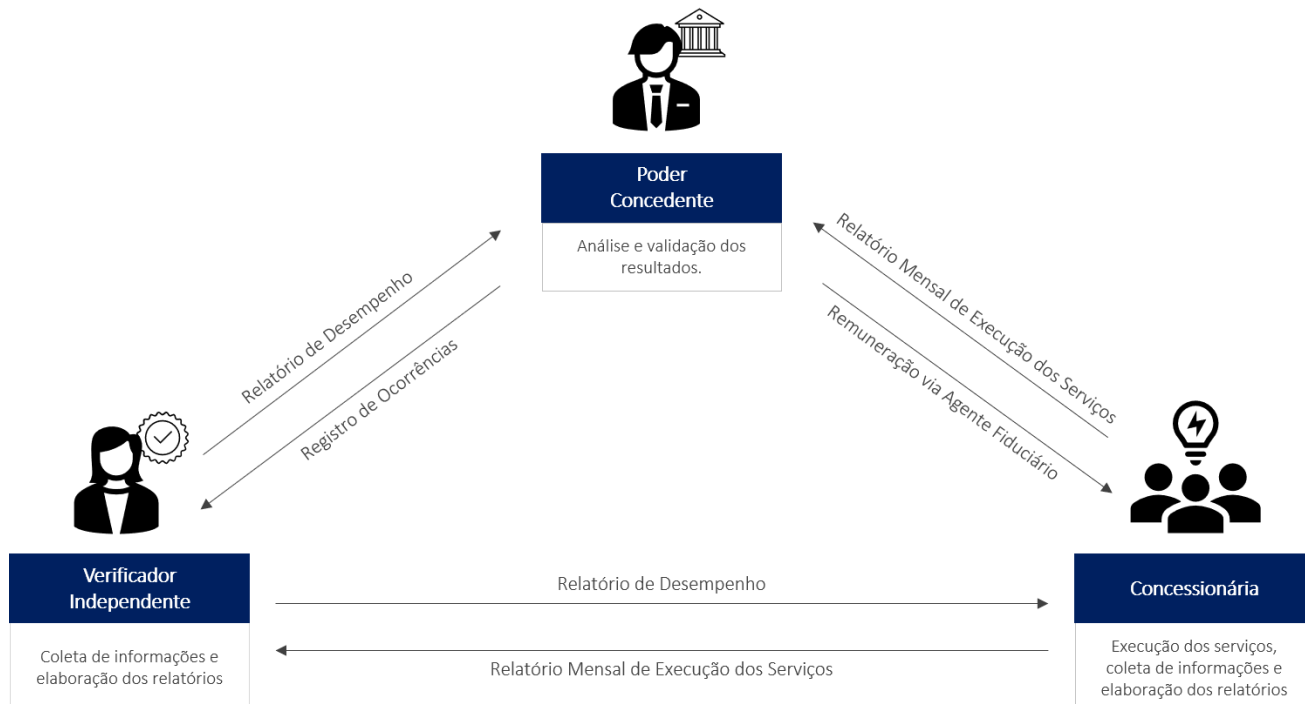
5.1. Modelo de Governança da PPP de IP

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

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

Um papel complementar que existe no cenário da PPP é do Verificador Independente, ente responsável por suportar tecnicamente a Prefeitura na gestão da PPP, contribuindo para o sucesso na implantação do projeto zelando pelos direitos do Poder Concedente perante os compromissos da Concessionária. A imagem a seguir detalha a governança durante todo o período de execução da PPP, apresentando as principais diretrizes relacionadas ao Poder Concedente, Verificador Independente e Concessionária:

Figura 16 – Modelo de governança durante a execução da PPP



Fonte: Elaboração MODELO IP.

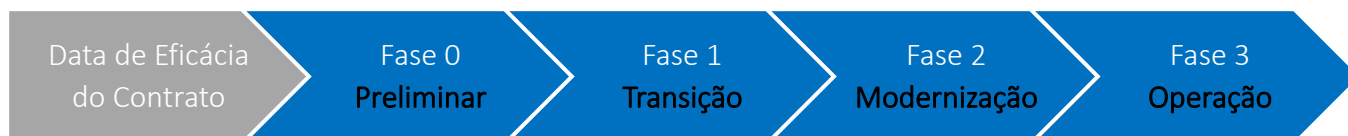
Em relação à remuneração mensal da Concessionária, ela somente será realizada após a validação do desempenho apurado pelo Verificador Independente. O pagamento não é realizado diretamente pela Prefeitura, sendo criada uma Conta Vinculada à PPP seguindo as melhores práticas de modelagem de PPP e concessões,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

A conta vinculada se trata de uma conta corrente de titularidade do Poder Concedente, aberta junto à Instituição Financeira Depositária, com movimentação exclusiva pela Instituição Financeira Depositária, destinada a receber a receita proveniente da arrecadação da COSIP (Contribuição para Custeio da Iluminação Pública).

5.2.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 17 – Macro cronograma do contrato da PPP



Fonte: Elaboração MODELO IP.

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

Tabela 43 – Premissas do Projeto – Prazos

Fases	Prazos
Prazo da Concessão	16 anos
Fase 0 – Preliminar	4 meses
Fase 1 – Transição	2 meses
Fase 2 – Modernização	14 meses
Fase 3 – Operação	Até o encerramento do prazo da PPP

Fonte: Elaboração MODELO IP.

5.2.1.Fase 0 – Preliminar

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

5.2.2.Fase 1 – Transição

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

5.2.3.Fase 2 – Modernização

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

5.2.4.Fase 3 – Operação

Após o encerramento das atividades de modernização, se inicia a Fase 3 que se estende até o encerramento do prazo da PPP e é caracterizada pela execução dos serviços de operação e manutenção do Parque de IP, incluindo a instalação de novos pontos (Expansão).

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

5.3. Modelo Operacional

A fim de estruturar o modelo operacional mais vantajoso à PPP estudada, além dos serviços previstos no contrato de manutenção da rede de iluminação pública do município, foram levantadas as principais

características dos modelos adotados em outras PPPs de IP. Como resultado do levantamento dos modelos de operação, foram listadas as potenciais categorias de serviços que poderiam ser incorporadas ao modelo operacional.

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

- Elaboração de cadastro e atualização permanente durante a PPP;
- Elaboração dos seguintes planos: Plano de Operação e Manutenção (POM), Plano de Modernização (PM) e Plano de Desmobilização Operacional (PDO);
- Modernização e efficientização dos pontos de IP, incluindo instalação de IP específica para Faixas de Pedestres e Ciclovias;
- Implantação do sistema de telegestão;
- Implantação de Iluminação Especial nos bens definidos;
- Implantação e Operacionalização do Centro de Controle Operacional (CCO);
- Execução de serviços de manutenção da rede municipal de IP;
- Implantação e operação da estrutura operacional e organizacional;
- Execução de expansão da rede municipal de IP;
- Capacitação periódica da equipe do Poder Concedente por meio de cursos e seminários (workshops) sobre temas relativos à concessão.

5.3.1. Cadastro

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

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

5.3.2. Planos Operacionais (POM, PM e PDO)

Entre os planos que a Concessionária deverá apresentar, constam:

- Plano de Operação e Manutenção: apresenta a descrição, o procedimento operacional e o planejamento de todas as atividades relacionadas ao planejamento e à estruturação necessárias para a operação e manutenção dos pontos de IP durante todo o prazo da Concessão;

- Plano de Modernização: apresenta a descrição, o procedimento operacional e o planejamento de todas as atividades relacionadas à modernização e à efficientização, bem como à implantação do sistema de telegestão e IE a ser realizado durante a Fase 2;
- Plano de Desmobilização Operacional: detalhamento do procedimento de reversão dos bens reversíveis e da transição operacional no advento do prazo contratual.

5.3.3. Modernização e Efficientização

Por modernização e efficientização entende-se a adequação da rede de IP atual do município conforme os parâmetros luminotécnicos mínimos exigidos na Norma ABNT NBR 5101:2018 e adoção de soluções que promovam eficiência energética. O detalhamento dos serviços de modernização e efficientização foi realizado no item 3 deste documento.

Adicionalmente à modernização da rede de IP existente, também serão instalados novos pontos de IP para iluminação exclusiva de faixas de pedestres e ciclovias, conforme detalhado nos itens 3.5 e 3.6, respectivamente.

5.3.4. Implantação de Telegestão

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

A Concessionária deverá implantar sistema de telegestão com funcionalidades como plataforma para gestão, controle e conectividade nos pontos de IP do município, permitindo armazenamento de dados, atualizações de maneira remota, identificação de falhas nos equipamentos de IP, medição de consumo de energia e outros aspectos. A plataforma em questão deverá estar integrada aos serviços operacionais que compuserem o CCO.

Uma importante funcionalidade do sistema de telegestão é a dimerização, que permite a regulação de forma gradual do nível de luminosidade através de equipamentos programados anteriormente ou gerenciamento remoto. Este efeito proporciona uma redução no consumo de energia elétrica para IP no Município. Estas economias adicionais no consumo de energia elétrica, se converterão como bonificação na contraprestação da concessionária, conforme previsto no documento Mecanismo de Pagamento da Contraprestação.

Para a PPP de IP no Município é prevista a instalação do sistema de telegestão em todos os pontos de IP localizados em vias com classe de iluminação V1, V2 e V3 (Vias Principais) totalizando 47,77% do parque atual, e 6.090 pontos de IP com Telegestão.

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

5.3.5. Iluminação Especial

Consiste na iluminação de monumentos e espaços públicos e urbanos como pontes, edifícios, praças, parques, fachadas e obras de arte de valor histórico visando a valorização e o embelezamento desses monumentos e espaço, conforme detalhado no item 4.

5.3.6. Centro de Controle Operacional (CCO)

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

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

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

5.3.7. Serviços de Manutenção

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

Os serviços de pronto-atendimento deverão ser executados de forma imediata pela Concessionária quando sejam identificadas situações que possam colocar em risco a integridade física dos cidadãos ou patrimônios do município e que envolvam os ativos de IP, como abalroamentos; fenômenos atmosféricos; incêndios; curto-circuito; braços e luminárias em risco de queda; luminárias abertas e/ou compartimento para equipamento aberto; presença de vários pontos contínuos apagados em uma via, por exemplo.

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

5.3.8. Serviços de Poda

A poda no escopo desta PPP será mantida como responsabilidade da Prefeitura. A Concessionária será responsável apenas pelo mapeamento contínuo dos indivíduos arbóreos que apresentem interferência nos serviços de IP, bem como o requerer poda à Prefeitura nos casos em que seja identificada a

obstrução do fluxo luminoso, ou seja, que apresente impacto na qualidade ou eficiência dos serviços de IP.

5.3.9. Estrutura operacional e organizacional

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

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

5.3.10. Expansão da rede municipal de IP

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

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

- Instalação de novo ponto de IP exclusivo em outras vias;
- Instalação de novo ponto de IP exclusivo em vias principais;
- Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em outras vias;
- Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em vias principais;

- Instalação de novo ponto de IP em Faixas de Pedestres e Ciclovias;
- Realocação de pontos de IP.

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

5.3.11. Divulgação de Informações e Documentos da PPP

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

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

5.4. Parque de IP

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

Considerando o cadastro de IP inicial do Município como referência, a tabela a seguir apresenta a evolução do número de pontos de IP no Município. Considerou-se como expansão anual projetada o quantitativo de 143 pontos através da taxa média de crescimento vegetativo (1,17%/ano), somados com o resultado da seguinte operação: 161 pontos de IP indicados pela prefeitura para atendimento da demanda reprimida; 50 pontos de IP para Ciclovias; 58 pontos de IP para atendimento as Faixas de Pedestres; e 107 pontos de IP para a Iluminação Especial.

Tabela 44 – Quantitativo de Pontos de IP ao longo da PPP

Ano	Quantidade Início	Quantidade Fim
1	12.749	13.311
2	13.311	13.985
3	13.985	14.128
4	14.128	14.271
5	14.271	14.414
6	14.414	14.557
7	14.557	14.700
8	14.700	14.843
9	14.843	14.986
10	14.986	15.129
11	15.129	15.272
12	15.272	15.415
13	15.415	15.558
14	15.558	15.701
15	15.701	15.844
16	15.844	15.987

Fonte: Elaboração MODELO IP.

6. Modelo de Investimentos

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

6.1.Despesas Pré-Operacionais

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

- Setup da Concessionária: etapa referente à estruturação, planejamento e mobilização da SPE, além dos demais estudos e projetos necessários para estruturação da operação e modernização do parque de IP;
- Implantação dos Programas de Gestão Socioambiental (PGS): execução das atividades iniciais para atendimento às diretrizes ambientais mínimas do projeto;
- 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;

- Ressarcimento da B3: Referente ao reembolso à Bolsa de Valores (B3) para realização dos procedimentos referentes a licitação.

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

Tabela 45 – Valores previstos de investimentos pré-operacionais

Item	Valor Total (R\$)
Setup	R\$ 245.880,00
Cadastro Georreferenciado	R\$ 16,81/ponto
Projetos Luminotécnicos	R\$ 66,10/projeto
Ressarcimento dos Estudos	R\$ 2.514.456
Ressarcimento B3	R\$ 582.809

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

6.2. Investimentos em Infraestrutura

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

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

Tabela 46 – Infraestrutura Civil / Mobiliário / Tecnologia da Informação / Operacional

Item	Valor Investimento Inicial	% de Reinvestimento	Periodicidade de Reinvestimento
Infraestrutura Civil e mobiliário	R\$ 213.980	10%	5 anos
Computadores e periféricos	R\$ 58.453	50%	5 anos
Implantação de Sistema de Gestão de IP	R\$ 13.641	-	15 anos
Implantação de Sistema de Gestão de Podas	R\$ 0	-	15 anos

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

6.3. Modernização e Eficientização

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

- Aquisição dos ativos de montagem para modernização e ampliação do parque, incluindo braços e outros equipamentos / materiais de suporte;
- Aquisição de Luminárias LED;
- Mão de obra e instalação para modernização dos pontos de IP.

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

Tabela 47 – Valores unitários médios previstos de investimento para modernização

Item	Valor Médio por Item
Luminárias LED	R\$ 267,33
Braço	R\$ 180,97
Relé	R\$ 37,04
% Componentes Acessórios (fios, abraçadeiras etc.)	20%
Custo de modernização/ponto	R\$ 42,85
Projeto Luminotécnico/via	R\$ 66,10
Descarte de Resíduos (Lâmpadas)	R\$ 4,13

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

6.3.1.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, conforme detalhado no item 3.4.4.

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

Tabela 48 – Valores de luminárias LED por faixa de potência

Faixa de Potência	Valor Unitário (R\$)
Até 30W	139,41
31 W a 50 W	139,41
51 W a 67 W	257,26
68 W a 97 W	284,77
98 W a 137 W	343,38
138 W a 180 W	463,90
181 W a 239 W	538,85
Acima de 240 W	892,69

Fonte: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI-CE) com data-base abril/24.

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, vide item 3.4.4.

Adicionalmente à precificação apresentada acima, considerando a evolução tecnológica para Luminárias LED, foi aplicada uma redução linear, em termos reais, de 3% ao ano no custo da Luminária LED, limitado a uma redução máxima de 50% no preço.

6.3.2. Custo médio de mão de obra e instalação

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

Na tabela a seguir são apresentados os custos mensais por tipo de veículo:

Tabela 49 – Custo mensal com veículos operacionais – Equipe de Modernização

Tipo de veículo	Custo Mensal (aluguel e combustível)
Veículo com Cesto Aéreo	R\$ 19.604
Caminhão <i>Munck</i>	R\$ 28.693

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Para execução das atividades será necessária a alocação de equipes para cada veículo a ser mobilizado pela Concessionária. A tabela a seguir apresenta o dimensionamento e custo de profissionais por tipo veículo:

Tabela 50 – Custo mensal com Equipes de Modernização

Tipo de Veículo	Composição da Equipe	Salário com Encargos (por pessoa)	Adicional custos indiretos ⁶
Veículo com Cesto Aéreo	2 Funcionários	R\$ 7.105	27,23% sobre o salário
Caminhão <i>Munck</i>	3 Funcionários	R\$ 7.105	

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Calculou-se, por fim, o custo mensal por equipe para a modernização, que é o somatório de todos os custos associados, como demonstrado na tabela abaixo:

Tabela 51 – Custos Mensais por Equipe para Modernização (R\$/Mês)

Tipo de veículo	Custo Mensal por Veículo	Despesas com Equipe (com BDI)	Equipamentos e Ferramentas	Custo Mensal por Equipe
Veículo com Cesto Aéreo	R\$ 19.604	R\$ 14.211	R\$ 16.211	R\$ 34.132
Caminhão <i>Munck</i>	R\$ 28.693	R\$ 21.316	R\$ 27.426	R\$ 50.547

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

⁶ Premissa considerada nos cálculos pois é considerada como referência a subcontratação de equipes para modernização do parque de IP, tendo em vista a utilização temporária destas equipes.

Para o cálculo do custo de modernização por ponto de IP foi considerada uma distribuição da utilização dos veículos e, conseqüentemente, das equipes de modernização segundo as características do parque de IP do município. Os veículos com cesto aéreo são utilizados para alturas de até 9 metros, enquanto os caminhões *munck* para alturas superiores. Considerando os resultados do trabalho de campo foram aplicadas as seguintes premissas:

Tabela 52 – Premissas de dimensionamento de Equipes para Modernização

Parâmetro	Valor
Proporção de pontos acima de 9m altura	3,76%
Proporção de pontos abaixo de 9m altura	96,24%
Produtividade Média por Equipe de Modernização	39 pontos/dia
Período de Trabalho no mês	21 dias úteis

Fonte: Elaboração MODELO IP.

6.4. Adequação da Rede de IP em áreas com Pontos Escuros

Conforme descrito no item 3.4.4, ao longo da fase de modernização, será necessário a instalação de novos pontos de IP (incluindo poste) em vias cujas configurações atuais apresentem inviabilidade para o atendimento aos parâmetros de iluminância e uniformidade.

A tabela a seguir discrimina os valores considerados na estimativa realizada para instalação de cada ponto de IP adicional:

Tabela 53 – Valor unitário de investimento para pontos escuros

Tipo de Investimento	Valor Unitário – Vias Principais	Valor Unitário – Outras Vias
Componentes de IP (Luminária LED, braço, relé/telegestão etc.)	R\$ 3.083	R\$ 2.457
Obra-Civil Instalação (Poste, Ligação Energia, Obras Implantação)	R\$ 1.931	R\$ 1.931
Custo Médio por Ponto de IP	R\$ 5.014	R\$ 4.387

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

6.5. Faixas de Pedestres

Conforme detalhado no item 3.5, em conjunto com a Fase de Modernização, serão instalados pontos de IP para implantação de iluminação pública específica para faixas de pedestres, visto que não têm no município. Para estimativa deste investimento foram considerados alguns cenários de implantação pela Concessionária, conforme largura da via, 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 54 – Valor unitário de investimento para Faixa de Pedestres

Tipo de Investimento	Valor Unitário (R\$)
Componentes de IP (Luminária LED, braço, relé/telegestão etc.)	R\$ 2.500
Obra-Civil Instalação (Poste, Ligação Energia, Obras Implantação)	R\$ 1.767
Custo Médio por ponto de IP em Faixa de Pedestre	R\$ 4.267

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

6.6. Ciclovias

Conforme detalhado no item 3.6, em conjunto com a Fase de Modernização, serão instalados os pontos de IP para implantação de iluminação pública específica para ciclovias, visto que não têm no município. Para estimativa deste investimento foram consideradas as premissas resultantes do estudo de engenharia que indicaram a instalação de um ponto de IP exclusivo, incluindo instalação do poste, a cada 20 metros nos trechos das ciclovias.

A tabela a seguir discrimina os valores para instalação de cada novo ponto de IP para ciclovias:

Tabela 55 – Valor unitário de investimento para Ciclovias

Tipo de Investimento	Valor Unitário
Componentes de IP (Luminária LED, braço, relé/telegestão etc.)	R\$ 2.359
Obra-Civil Instalação (Poste, Ligação Energia, Obras Implantação)	R\$ 1.767
Custo Médio por ponto de IP em Ciclovias	R\$ 4.126

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

6.7. 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 Contatuais definidos. No escopo desta PPP a telegestão é prevista somente nas Vias Principais (V1, V2, V3), 47,77% do parque atual, ou seja, 6.090 pontos.

Importante salientar que no escopo da Telegestão, o ganho com a economia energética a ser alcançada por meio de artifícios como dimerização ou acionamento/desligamento de forma manual ou programada das luminárias será recompensada. Há um mecanismo de pagamento da contraprestação, que prevê economias além da meta estipulada apenas pela troca do parque de IP por LED, mais detalhes acerca deste tema estão presentes no documento Mecanismo de Pagamento da Contraprestação.

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 inicial de R\$ 434,28.

6.8. Iluminação Especial

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

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

Os bens públicos selecionados para os projetos de IE foram detalhados no item 4 deste relatório, e a tabela a seguir traz o valor de investimento estimado para cada local, incluindo elaboração dos projetos luminotécnicos e obras civis necessárias para a implantação do projeto:

Tabela 56 – Resumo valores dos investimentos por projeto de Iluminação Especial

Local	Valor Investimento (R\$)
Igreja Matriz de Maranguape (Nossa Senhora da Penha)	R\$ 6.914
Secretária Paroquial	R\$ 12.074
Solar da Família Correia	R\$ 11.445
Prédio dos Vicentinos	R\$ 1.669
Casa de Cultura Capistrano de Abreu (Antiga Escola São José)	R\$ 28.398
Solar do Bonifácio Câmara	R\$ 4.801
Sociedade Artística Maranguapense	R\$ 2.450
Cadeia Pública (Museu Municipal)	R\$ 5.517
Palácio da Intendência (Prefeitura Municipal)	R\$ 4.786
Igreja São João Batista	R\$ 7.297
Maranguarte	R\$ 36.469
Solar dos Sombra (Mercado Público)	R\$ 5.123
Caixa D'água - Guabiraba	R\$ 7.908
Total	R\$ 134.851

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

6.9. Expansão da Rede de IP

Conforme detalhado no item 5.3.10, para os serviços de expansão da Rede de IP, a Concessionária será responsável pelo fornecimento de todos os componentes de IP e serviços de mão de obra para implantação dos novos pontos de IP.

Os valores foram estimados de forma unitária para cada tipo de intervenção, de acordo com suas características e investimentos necessários:

Tabela 57 – Valores de investimentos por tipo de expansão

Tipo Expansão	Valor Investimento (R\$)
Instalação de novo ponto de IP exclusivo em outras vias	R\$ 4.387
Instalação de novo ponto de IP exclusivo em vias principais	R\$ 5.014
Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em outras vias	R\$ 1.281
Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em vias principais	R\$ 1.907
Instalação de novo ponto de IP em Faixas de Pedestres e Ciclovias	R\$ 4.267
Realocação de pontos de IP	R\$ 4.126

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Para análise na modelagem econômico-financeira quanto ao investimento relacionado à expansão do parque de IP, foram consideradas as premissas descritas no relatório de Situação Técnico-Operacional referente à expansão da rede de IP e às premissas de distribuição dos pontos de IP conforme classificação da via e exclusividade do uso do poste, conforme detalhado na tabela a seguir:

Tabela 58 – Estimativa da quantidade de expansão por tipo

Tipo Expansão	Quantidade Anual Expansão	Quantidade Demanda Reprimida
Instalação de novo ponto de IP exclusivo em outras vias	8	0
Instalação de novo ponto de IP exclusivo em vias principais	2	0
Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em outras vias	66	161
Instalação de novo ponto de IP não exclusivo em vias principais	67	0

Fonte: Elaboração MODELO IP.

6.10. Socioambiental

A Concessionária terá que implementar os Programas de Gestão Socioambientais, conforme previsto no Anexo de Diretrizes Mínimas Socioambientais. As tabelas a seguir apresentam a estimativa referencial da quantidade de profissionais por cargo, considerando para cada atividade prevista.

Durante a Fase 0, foram considerados: (i) Estudo de Impacto de Vizinhança e Relatório de Impacto de Vizinhança (EIV/RIV); (ii) elaboração dos Programas de Gestão Socioambientais; (iii) Levantamento de Stakeholders e Plano de Engajamento; (iv) Avaliação Preliminar de Áreas Contaminadas; e (v) elaboração do Sistema de Gestão Socioambiental (SGSA).

Tabela 59 – Estudo de Impacto de Vizinhança e Relatório de Impacto de Vizinhança (EIV/RIV)

Cargo	Unidade	Quant.	Valor Investimento (R\$)
Coordenador Geral	horas	300	R\$ 80
Coordenador de Geoprocessamento	horas	200	R\$ 39
Arqueólogo	horas	120	R\$ 29
Coordenador de Socioeconomia	horas	200	R\$ 80
Coordenador de Meio Biótico	horas	200	R\$ 57
Coordenador de Meio Físico	horas	200	R\$ 34
Logística de Campo - Alimentação (Café/Almoço/Jantar)	kg	15	R\$ 102
Logística de Campo - Hospedagem Single	dias	15	R\$ 200
Logística de Campo - Locação de Veículo Simples	dias	5	R\$ 176
Logística de Campo - Combustível Veículo	litros	200	R\$ 7
Total			R\$ 76.292

Fonte: Plonus - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente.

Tabela 60 – Programas de Gestão Socioambientais

Cargo	Unidade	Quant.	Valor Investimento (R\$)
Coordenador Geral	horas	160	R\$ 80
Coordenador de Geoprocessamento	horas	100	R\$ 39
Coordenador de Sócio economia	horas	120	R\$ 80
Coordenador de Meio Biótico	horas	120	R\$ 34
Coordenador de Meio Físico	horas	120	R\$ 57
Engenheiro Especialista	horas	100	R\$ 80
Total			R\$ 45.229

Fonte: Plonus - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente.

Tabela 61 – Levantamento de Stakeholders e Plano de Engajamento

Cargo	Unidade	Quant.	Valor Investimento
Coordenador Geral	horas	120	R\$ 80
Coordenador de Socioeconomia	horas	180	R\$ 80
Coordenador de Geoprocessamento	horas	80	R\$ 39
Logística de Campo- Alimentação (Café/Almoço/Jantar)	kg	5	R\$ 102
Logística de Campo- Hospedagem Single	dias	5	R\$ 200
Logística de Campo- Locação de Veículo Simples	dias	5	R\$ 176
Logística de Campo- Combustível Veículo	litros	120	R\$ 7
Total			R\$ 30.418

Fonte: Plonus - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente.

Tabela 62 – Avaliação de Áreas Contaminadas

Cargo	Unidade	Quant.	Valor Investimento
Engenheiro Especialista	horas	180	R\$ 80
Coordenador de Geoprocessamento	horas	80	R\$ 39
Logística de Campo - Alimentação (Café/Almoço/Jantar)	kg	2	R\$ 102
Logística de Campo - Hospedagem Single	dias	1	R\$ 200
Logística de Campo - Locação de Veículo Simples	dias	2	R\$ 176
Logística de Campo - Combustível Veículo	litros	60	R\$ 7
Total			R\$ 18.664

Fonte: Plonus - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente.

Tabela 63 – Sistema de Gestão Socioambiental (SGSA)

Cargo	Unidade	Quant.	Custo por Cargo (com BDI)
Engenheiro QMST	-	6	R\$ 25.189
Total			R\$ 151.132

Fonte: Plonus - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente.

Tabela 64 – Avaliação de Áreas Contaminadas

Cargo	Unidade	Quant.	Valor Investimento
Coordenador Geral	horas	60	R\$ 80
Coordenador de Socioeconomia	horas	160	R\$ 80
Logística de Campo - Alimentação (Café/Almoço/Jantar)	kg	30	R\$ 102
Logística de Campo - Hospedagem Single	dias	30	R\$ 200
Logística de Campo - Locação de Veículo Simples	dias	30	R\$ 176
Logística de Campo - Combustível Veículo	litros	250	R\$ 7
Total			R\$ 33.774

Fonte: Plonus - Soluções em Engenharia e Meio Ambiente.

6.11. Resumo CAPEX

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

Tabela 65 – Valores de investimentos (CAPEX)

Linha de Investimento	Valor de CAPEX (R\$)	%
Despesas Pré-Operacionais	R\$ 3.579 mil	15,57%
Socioambiental	R\$ 714 mil	3,11%
Infraestrutura Civil, Mobiliário e Operacional	R\$ 418 mil	1,82%
Cobertura de Pontos Escuros	R\$ 2.877 mil	12,51%
Modernização e Eficientização	R\$ 4.819 mil	20,95%
Implantação do Sistema de Telegestão	R\$ 5.667 mil	24,64%
Iluminação Especial	R\$ 1.041 mil	4,53%
Faixa de Pedestres e Ciclovias	R\$ 332 mil	1,44%
Expansão do Parque de IP	R\$ 3.547 mil	15,43%
Total	R\$ R\$ 22.995 mil	100,00%

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Tabela 66 – Valores de investimentos (CAPEX) por Ano (em R\$)

Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Despesas Pré-Operacionais	3.579	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Socioambiental	510	204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraestrutura Civil, Mobiliário e Operacional	331	0	0	0	0	43	0	0	0	0	43	0	0	0	0	43
Cobertura de Pontos Escuros	1.645	1.232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Modernização e Eficientização	2.205	2.614	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	406	0
Implantação do Sistema de Telegestão	0	2.834	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.834	0	0	0	0
Iluminação Especial	0	951	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0
Faixa de Pedestres e Ciclovias	0	332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Expansão do Parque de IP	368	356	258	258	258	257	257	257	256	256	256	255	255	255	254	254
Total (em R\$ mil)	8.639	8.522	258	258	258	301	257	257	256	256	299	3.179	255	255	660	298

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

7. Modelo de Custos e Despesas

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

7.1. Estrutura Operacional

7.1.1. Dimensionamento de Chamados de Manutenção

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

Tabela 67 – Premissas dimensionamento Equipes Operacionais

Componente de IP	Taxa de Falha Mensal
Lâmpada Convencional	2,00%
Reator Convencional	1,00%
Braço para IP	0,01%
Poste de IP	0,01%
Relé (Pré-modernização)	2,00%
Relé (Parque Modernizado)	1,59%
Luminária LED	0,08%
Telegestão	0,01%

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

O total de chamados de manutenção por mês foi calculado considerando-se a quantidade de pontos de IP multiplicada pelas taxas de falhas estimadas para cada componente. Deve ser destacado que a partir do início da modernização espera-se uma redução nas taxas de falhas uma vez que as lâmpadas convencionais serão substituídas por Luminárias LED, assim como haverá a substituição de relé por sistema de telegestão nas vias selecionadas.

7.1.2. Custo Médio por Chamado de Manutenção

Nesta seção será apresentada a estimativa de custo por chamado de campo para manutenção. Os custos associados à mão de obra e à instalação foram calculados considerando-se o valor do aluguel dos veículos, as despesas com combustível, os salários e encargos (considerando o modelo de subcontratação), equipamentos e ferramentais necessários.

Na tabela a seguir são apresentados os custos mensais por tipo de veículo considerando o valor do aluguel e do combustível:

Tabela 68 – Custo mensal com veículos operacionais – Equipe de Manutenção

Tipo de veículo	Custo Mensal (aluguel e combustível)
Veículo com Cesto Aéreo	R\$ 19.604
Caminhão Muncie	R\$ 28.693

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Para execução das atividades será necessária a alocação de equipes para cada veículo a ser mobilizado pela Concessionária. A tabela a seguir apresenta o dimensionamento e custo de profissionais por tipo veículo:

Tabela 69 – Custo mensal com Equipes de Manutenção

Tipo de Veículo	Composição da Equipe	Salário com Encargos (por pessoa)	Adicional custos indiretos
Veículo com Cesto Aéreo	2 funcionários	R\$ 5.585	27,23% sobre o salário
Caminhão Munck	3 funcionários	R\$ 5.585	

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Calculou-se, por fim, o custo mensal por equipe para a manutenção sendo o somatório de todos os custos associados, como demonstrado na tabela abaixo:

Tabela 70 – Custos Mensais por Equipe para Manutenção

Tipo de veículo	Custo Mensal por Veículo	Despesas com Equipe (com BDI)	Equipamentos e Ferramentas	Custo Mensal por Equipe
Veículo com Cesto Aéreo	R\$ 19.604	R\$ 11.169	R\$ 16.211	R\$ 31.091
Caminhão Munck	R\$ 28.693	R\$ 16.754	R\$ 27.426	R\$ 45.985

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Para o cálculo do custo por chamado de manutenção foi considerada uma distribuição da utilização dos veículos e, conseqüentemente, das equipes de manutenção segundo as características do parque do município. Os veículos com cesto aéreo são utilizados para alturas de até 9 metros, enquanto os caminhões *munck* para alturas superiores. Considerando os resultados do trabalho de vistoria em campo no parque de IP do Município, foram aplicadas as seguintes premissas:

Tabela 71 – Premissas dimensionamento Equipes para Manutenção

Parâmetro	Valor
Proporção de pontos acima de 9m altura	3,76%
Proporção de pontos abaixo de 9m altura	96,24%
Produtividade Média por Equipe de Modernização	19 pontos por dia
Período de Trabalho no mês	21 dias úteis

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

A partir de todas as premissas apresentadas nesta seção, foi obtido o valor médio de R\$ 81,25 para atendimento de cada chamado de manutenção, referente aos custos com mão de obra, veículos e ferramentas.

Para aplicação na modelagem econômico-financeira do projeto, o valor médio unitário por chamado foi projetado conforme metodologia apresentada no item 7.1.1.

7.1.3. Equipe de Verificação Ativa (rondas)

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

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

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

Tabela 72 – Custos Mensais por Equipe de Ronda

Equipe	Custo Mensal por Veículo	Despesas Equipe (com BDI)	Equipamentos e Ferramental	Custo Mensal por Equipe
1 Rondeiro / Motocicleta	R\$ 1.432	R\$ 5.585	R\$ 21	R\$ 7.017

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Conforme premissas detalhadas a seguir, foi considerado que todos os pontos de IP serão visitados periodicamente, com exceção dos pontos com instalação do sistema de telegestão, que serão monitorados de forma remota:

Tabela 73 – Premissas cálculo produtividade Equipe de Ronda

Premissa	Parâmetro
Velocidade	20 km/h
Horas diárias em campo	8 horas
Período de Trabalho no mês	21 dias úteis
Distância Média entre postes (m)	35 m
Número de Visitas por Ponto de IP por Mês	2
Produtividade Pontos IP / Mês⁷	96.000

Fonte: Elaboração MODELO IP.

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

⁷ Produtividade = [Velocidade * Horas Diárias * Período de Trabalho no Mês] / [Distância Média Postes * Número de Visitas por Mês]

Tabela 74 – Custo Unitário (ponto IP) da Equipe de Ronda

Parâmetro	Valor
Custo Mensal Equipe de Ronda	R\$ 5.585
Produtividade Pontos IP / Mês	96.000
Custo Mensal por Ponto IP	R\$ 0,0582

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Para aplicação na modelagem econômico-financeira do projeto, o valor médio unitário de ronda por ponto de IP considerou a projeção do quantitativo de pontos de IP durante o prazo da PPP.

7.2. Materiais de Manutenção

Para as atividades de manutenção, a Concessionária deverá disponibilizar todos os componentes de IP necessários para substituição na rede de IP. Na tabela a seguir são apresentadas as taxas de falhas e os custos associados a cada tipo de material para a manutenção:

Tabela 75 – Taxa de Falha e Custo de Aquisição dos Componentes de IP

Parâmetro	Taxa de Falha Mensal	Custo Médio Unitário
Lâmpada Convencional ⁸	2,00%	R\$ 64
Reator Convencional	1,00%	R\$ 142
Braço para IP	0,01%	R\$ 181
Poste de IP	0,01%	R\$ 1.608
Relé (Pré-modernização)	2,00%	R\$ 37
Relé (Parque Modernizado)	1,59%	R\$ 37
Luminária LED ⁹	0,08%	R\$ 267
Telegestão ¹⁰	0,01%	R\$ 466
Taxa de Vandalismo ¹¹	0,03%	-
% Componentes Acessórios ¹² (fios, abraçadeiras etc.)	0,25%	20%

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

⁸ Convencional = Vapor de Sódio, Vapor Metálico, Vapor de Mercúrio etc.

⁹ 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.

¹⁰ 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%.

¹¹ A taxa de vandalismo estimada é de 0,20% ao ano para cada componente de IP. Para os equipamentos utilizados na Iluminação Especial é considerada uma intensidade de 5 vezes na ocorrência de vandalismo destes componentes, tendo em vista sua maior exposição aos atos. O percentual estimado para vandalismo será aplicado sobre a estimativa do valor mensal com componentes de IP para os serviços de manutenção.

¹² O percentual estimado para componentes acessórios será aplicado sobre a estimativa do valor mensal com componentes de IP para os serviços de manutenção.

Para aplicação na modelagem econômico-financeira do projeto, a taxa de falha apresentada acima foi multiplicada pelo total de cada componente presente na rede de IP durante cada período da PPP para estimar a quantidade de componentes substituídos por mês. Por fim, este dimensionamento foi combinado com o custo médio unitário para mensuração do custo total com componentes de IP para manutenção.

Conforme informações repassadas pelos fornecedores de LED e Telegestão, foi considerado na modelagem o período de garantia de 5 anos para as Luminárias LED e componentes de telegestão.

7.3. Sistema de Telegestão

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

Para cada ponto de IP contemplado pelo sistema de telegestão, foi considerado o custo mensal de R\$ 0,98 com base em referências de mercado de custos de manutenção do software e suporte operacional.

7.4. Estrutura Administrativa

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

7.4.1. Equipe Administrativa

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

A tabela a seguir apresenta a estimativa referencial da quantidade de profissionais por cargo, considerando os períodos de pré-modernização (até o encerramento da Fase de Modernização) e de pós-modernização (após o encerramento da Fase de Modernização) além dos respectivos custos mensais para cada cargo:

Tabela 76 – Despesa Mensal com Salário da Equipe Não-Operacional

Cargo	Fase 0	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Custo por Cargo
Gestor de Contratos/Diretor Executivo	1	1	1	1	R\$ 33.078
Gerente de Operação	0	0	0	0	R\$ 9.125
Supervisor de Modernização	0	0	0	0	R\$ 10.168
Supervisor de Operação e Manutenção	1	1	1	0	R\$ 10.168
Auxiliar de Operação	1	2	2	1	R\$ 3.339
Assistente Financeiro/RH	1	1	1	1	R\$ 4.407
Almoxarife	0	1	1	1	R\$ 3.862
Auxiliar Almoxarife	0	1	1	0	R\$ 3.568

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

7.4.2. Instalações e Utilidades

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

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

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

Tabela 77 – Despesas Gerais e Administrativas (R\$)

Item	Valor Mensal Pré-Modernização	Valor Mensal Pós-Modernização
Despesas Administrativas (Energia, Água/Esgoto, Telefonia, Cópias, Internet, Serviços Bancários, Limpeza, Honorários advocatícios, serviços contábeis, Comunicação, Medicina do Trabalho)	R\$ 5.435	R\$ 3.600
Despesas com Aluguel	R\$ 4.350	R\$ 4.050
Central de Atendimento (<i>Call Center</i>)	R\$ 0,13/ponto de IP	R\$ 0,13/ponto de IP
Licença e Manutenção do Sistema Central de Gestão de IP	R\$ 0,57/ponto de IP	R\$ 0,57/ponto de IP

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

7.5. Seguros e Garantias

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

Tabela 78 – Lista de Seguros e Garantias

Seguro/Garantia	Objetivo
Garantia de Execução do Contrato	Assegurar o desenvolvimento do projeto dentro do escopo, prazo e qualidade, previstos no Contrato
Seguro Responsabilidade Civil – Modernização	Reembolsar as indenizações decorrentes de danos materiais e corporais, causados a terceiros durante a execução dos serviços até o fim da Fase de Modernização
Seguro Responsabilidade Civil – Operação	Reembolsar as indenizações decorrentes de danos materiais e corporais, causados a terceiros durante a execução dos serviços após a Fase de Modernização
Riscos Operacionais	Amparar os prejuízos por danos materiais causados ao parque de Iluminação Pública, decorrentes de acidentes súbitos e imprevistos
Riscos de Engenharia	Indenizar os prejuízos decorrentes de danos ao parque de Iluminação Pública, ocasionados por acidentes súbitos e imprevistos, durante o período de modernização, considerando os serviços de instalação, montagem e testes, exceto o funcionamento operacional

Fonte: Elaboração MODELO IP.

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

Tabela 79 – Premissas de Custos dos Seguros e Garantias

Seguro/Garantia	Base de cálculo	Taxa
Garantia de Execução de Contrato	5% do Valor do contrato	0,60% a.a.
Seguro Responsabilidade Civil - Modernização	Valor do Contrato para o período de modernização	0,75% a.a.
Seguro Responsabilidade Civil - Operação	Valor do Contrato para o período de operação pós-modernização	0,75% a.a.
Riscos Operacionais	Valor de Contrato proporcional a 1 ano.	0,30% a.a.
Riscos de Engenharia	CAPEX do período de modernização	0,20% a.a.

Fonte: Elaboração MODELO IP.

7.6. Verificador Independente

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

Entre as principais atribuições do VI, pode ser citado:

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

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

Tabela 80 – Despesa Mensal com Verificador Independente

Fase	Valor Mensal
Setup ¹³	R\$ 75.000
Modernização ¹⁴	R\$ 50.000
Operação ¹⁵	R\$ 40.000
Capacitação ¹⁶	R\$ 7.285

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

¹³ Na Fase de Setup não ocorre a medição conforme Sistema de Mensuração de Desempenho, mas o VI detalha os procedimentos e formas de medição a serem executados e realiza o alinhamento deste processo junto ao Poder Concedente e Concessionária.

¹⁴ Na Fase de Modernização é iniciado o processo de medição de desempenho, e adicionalmente também são emitidos alguns Termos de Aceite, como referente aos marcos da modernização.

¹⁵ A Fase de Operação estará mais focada no acompanhamento do desempenho da Concessionária, mas também incluindo termos de aceite quanto às atividades de expansão e apoio em pleitos de reequilíbrio econômico-financeiro.

¹⁶ Carga horária de 40 horas a cada 12 meses, com o primeiro treinamento sendo realizado ainda na fase de *setup*.

7.7. Resumo OPEX

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

Tabela 81 – Valores de custos e despesas (OPEX)

Linha de Custos e Despesas	Valor de OPEX (R\$ mil)	%
Estrutura Operacional	R\$ 2.558 mil	9,68%
Materiais de Manutenção	R\$ 348 mil	1,32%
Sistema de Telegestão	R\$ 995 mil	3,76%
Estrutura Administrativa	R\$ 10.742 mil	40,64%
Socioambiental	R\$ 2.705 mil	10,23%
Seguros e Garantias	R\$ 1.355 mil	5,13%
Verificador Independente	R\$ 7.729 mil	29,24%
Total	R\$ 26.432 mil	100%

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores de mercado.

Tabela 82 – Valores de custos e despesas OPEX (em R\$ mil)

Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Estrutura Operacional	318	212	171	172	174	184	188	190	192	193	189	186	188	190	192	202
Materiais de Manutenção	0	21	29	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Sistema de Telegestão	2	67	80	81	82	83	83	84	85	86	87	87	88	89	90	91
Estrutura Administrativa	982	921	798	799	800	801	802	804	805	806	807	808	810	811	812	813
Socioambiental	390	303	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183
Seguros e Garantias	78	129	114	112	110	108	106	104	102	99	97	103	93	90	87	83
Verificador Independente	817	631	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571	571
Total (em R\$ mil)	2.588	2.283	1.946	1.948	1.950	1.959	1.963	1.965	1.967	1.968	1.964	1.969	1.963	1.964	1.965	1.973

Fonte: Elaboração MODELO IP a partir de valores do mercado.

8. Custos e Despesas do Poder Concedente

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

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

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

8.1. Custos com Energia Elétrica

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

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

Em que:

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

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

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

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

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

Para o parâmetro da Carga de Iluminação Pública, utiliza-se como base o cadastro de IP inicial do Município, o qual contempla o quantitativo de pontos de IP e respectivas potências; e equipamentos auxiliares. Sobre este cadastro de IP aplica-se a meta de efficientização, conforme item 3.4.4, de forma progressiva de acordo com a evolução da Fase de Modernização.

Para o consumo de energia, multiplica-se a Carga pelo tempo de funcionamento da rede de IP em cada período, através dos dias do respectivo mês e as horas diárias de funcionamento conforme as diretrizes apresentadas na Resolução Homologatória nº 2.590/2019 da ANEEL (13/08/2019), em que o tempo teórico é de 11 horas e 27 minutos, equivalente a 11h27 horas por dia.

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

- Tarifa b4a: R\$ 0,40905/ kWh (Sem impostos)

Fonte: RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 3.185, DE 18 DE ABRIL DE 2023

- Tarifa b4a: R\$ 0,537488/ kWh (Com impostos)
- Impostos:
 - ICMS – 20%
 - PIS e COFINS: 4,87% (data referência: maio/23)

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

Tabela 83 – Adicional Bandeira Tarifária (sem impostos)

Bandeira Tarifária	Adicional (R\$/kWh)
Verde	0
Amarela	0,02989
Vermelha P1	0,06500
Vermelha P2	0,09795
Escassez Hídrica	0,14200

Fonte: ENEL CEARÁ Setembro/23.

Para fins de projeção na modelagem econômico-financeira, do efeito das bandeiras tarifárias no custo de energia, foi mapeado o histórico de incidência de bandeiras entre 2020 e 2022:

Tabela 84 – Histórico Bandeira Tarifária

Mês	2020	2021	2022
Janeiro	Amarela	Amarela	Escassez Hídrica
Fevereiro	Verde	Amarela	Escassez Hídrica
Março	Verde	Amarela	Escassez Hídrica
Abril	Verde	Amarela	Escassez Hídrica
Maio	Verde	Vermelha P1	Verde
Junho	Verde	Vermelha P2	Verde
Julho	Verde	Vermelha P2	Verde
Agosto	Verde	Vermelha P2	Verde
Setembro	Verde	Escassez Hídrica	Verde
Outubro	Verde	Escassez Hídrica	Verde
Novembro	Verde	Escassez Hídrica	Verde
Dezembro	Vermelha P2	Escassez Hídrica	Verde

Fonte: ANEEL.

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

Tabela 85 – Custo Anual de Energia Elétrica com IP

Ano	Consumo de Energia Elétrica (MWh)	Custo Anual (R\$ mil)
1	7.200 MWh	R\$ 4.270 mil
2	4.473 MWh	R\$ 2.653 mil
3	4.179 MWh	R\$ 2.478 mil
4	4.237 MWh	R\$ 2.513 mil
5	4.272 MWh	R\$ 2.534 mil
6	4.319 MWh	R\$ 2.562 mil
7	4.366 MWh	R\$ 2.590 mil
8	4.425 MWh	R\$ 2.625 mil
9	4.460 MWh	R\$ 2.645 mil
10	4.507 MWh	R\$ 2.673 mil
11	4.554 MWh	R\$ 2.701 mil
12	4.613 MWh	R\$ 2.736 mil
13	4.647 MWh	R\$ 2.756 mil
14	7.200 MWh	R\$ 4.270 mil
15	4.473 MWh	R\$ 2.653 mil
16	4.179 MWh	R\$ 2.478 mil

Fonte: Elaboração MODELO IP.

8.2. Taxa de serviço arrecadação da CIP

Conforme apresentado no relatório de Situação Técnico-Operacional, a distribuidora ainda cobra um valor referente aos serviços de arrecadação da CIP. Este valor foi tratado na Resolução 1.000 da ANEEL, mas tendo em vista a possibilidade de eventuais questionamentos judiciais, preferiu-se manter a premissa da cobrança por parte das Distribuidoras. Para o Município o valor atual pago à Distribuidora de Energia corresponde a 6,67% do montante de COSIP arrecadado.

8.3. Instituição Financeira Depositária

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