

RELATÓRIO DE ENGENHARIA

Julho/2023

Produto 4 – Relatório de Engenharia

Objeto: Contratação de serviços técnicos necessários para estruturação de projeto(s) de Parceria Público-Privada (PPP) relativo(s) à modernização, efficientização, expansão, operação e manutenção da infraestrutura de rede(s) municipal(is) de ILUMINAÇÃO PÚBLICA, implantação, operação e manutenção da infraestrutura de SOLUÇÕES DIGITAIS e ENERGIA FOTOVOLTAICA no Município de Porto Nacional/TO.

Data de Autorização da MIP: 20 de março de 2023

Município Atendido: Porto Nacional/TO

Cliente:



Relatório de Engenharia

Belo Horizonte, 31 de julho de 2023

Ao Conselho Gestor de Parceria Público Privada,

Assunto: Relatório de Engenharia

Apresenta-se à Prefeitura Municipal de Porto Nacional o Produto 4 – Relatório de Engenharia referente às entregas previstas na autorização de Manifestação de Interesse Privado contida na Resolução CGPP Porto Nacional Nº 11, de 20 de março de 2023.

Colocamo-nos à disposição para quaisquer dúvidas e/ou sugestões referentes ao relatório encaminhado.

Sem mais no momento, renovamos protesto de estima e consideração.



Gustavo Palhares

Houer Consultoria e Concessões Ltda

Matriz

Belo Horizonte - MG
Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia
CEP: 30.150-330
Contato: +55 (31) 3508-7375

Escritórios

São Paulo - SP
Cuiabá - MT
Campo Grande - MS
Três Lagoas - MS
Teresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG



Relatório de Engenharia

CONTROLE DE VERSÕES		
Versão:	Data:	Responsável:
01	31/07/2023	Houer Concessões
<ul style="list-style-type: none">Versão inicial do Relatório de Engenharia		

Matriz

Escritórios



Relatório de Engenharia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	20
3	CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA	22
4	NORMAS TÉCNICAS	25
5	TECNOLOGIAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA	30
6	PRINCIPAIS PARÂMETROS LUMINOTÉCNICOS	33
6.1	Iluminância	33
6.2	Fator de uniformidade	33
6.3	Luminância	33
6.4	Temperatura de cor correlata	34
6.5	Índice de reprodução de cor	35
6.6	Poluição luminosa	36
7	MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA	39
7.1	Metodologia de Simulações	39
7.1.1	Metodologia para Adequação e Modernização da Iluminação Viária	39
7.1.2	Metodologia de correlação entre inventário e amostra inspecionada	42
7.2	Modernização e adequação da iluminação viária	43
7.2.1	Tipologias	43
7.2.2	Projetos luminotécnicos.....	44
7.2.3	Alterações estruturais para atendimento à NBR 5101	46
7.2.4	Correção de Pontos Escuros para atendimento à ABNT NBR 5101	47
7.2.5	Resultados da correlação entre amostra e inventário da rede de iluminação pública do município.....	48
7.2.6	Nível de Eficientização	50
8	MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO EM ÁREAS ESPECIAIS	53
8.1	Metodologia para modernização da iluminação em áreas especiais	53
8.2	Modernização e Adequação da Rede de Iluminação Pública em Áreas Especiais	
	54	
8.2.1	Praças, Parques e Outros Locais.....	54



Relatório de Engenharia

8.2.2	Campos de Futebol e Quadras Poliesportivas	55
8.2.3	Cemitérios públicos	55
8.2.4	Resultados técnicos para modernização e adequação da rede de iluminação pública em Áreas Especiais	56
9	EXPANSÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA	58
9.1	Metodologia para expansão da rede de iluminação pública	58
9.2	Expansão da rede de iluminação pública	58
9.2.1	Estruturas para ampliação da rede de iluminação pública	60
9.2.1.1	Determinação de quantitativos de ampliação por tipo de estrutura	62
9.2.1.2	Definição da solução de iluminação pública	64
9.2.2	Crescimento Vegetativo	65
9.3	Demanda Reprimida	66
10	IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELEGESTÃO	69
10.1	Benchmarking de soluções de Tecnologias de Comando e Controle Remoto da Rede de Iluminação Pública	69
10.2	Estrutura operacional do sistema de telegestão	72
10.2.1	Conectividade	73
10.2.2	Características básicas da plataforma do Sistema de Telegestão	73
10.2.3	Dispositivo de Controle do Sistema de Telegestão	77
10.2.4	Concentradores ou gateways	78
10.2.5	Servidor de telegestão	79
10.3	Funcionalidades do Sistema de Telegestão	80
10.3.1	Monitoramento	80
10.3.2	Controle	81
10.3.3	Medição	81
10.3.4	Dimerização	81
10.3.4.1	Dimerização pela Otimização do Fluxo Luminoso	84
10.3.5	Potenciais receitas acessórias	87
11	ILUMINAÇÃO DE DESTAQUE PRELIMINAR	88
12	INFRAESTRUTURA DE CONECTIVIDADE	91
12.1	Características Gerais	93
12.2	Pontos Administrativos a serem atendidos	94



Relatório de Engenharia

12.3	Espaços públicos a serem atendidos.....	95
12.4	Locais com câmeras fixas e câmeras LPR.	96
12.5	Proposição da rede de conectividade	101
12.5.1	Rede GPON	101
12.5.1.1	<i>Cabo óptico autossustentado 12 fibras ópticas e 24 fibras ópticas</i>	103
12.5.1.2	<i>Cabo óptico autossustentado 48 fibras ópticas</i>	103
12.5.1.3	<i>Cabo óptico drop</i>	104
12.5.1.4	<i>Divisor Óptico</i>	105
12.5.1.5	<i>Caixa de emenda óptica</i>	105
12.5.1.6	<i>Caixa de Terminação Óptica.....</i>	106
12.5.1.7	<i>OLT.....</i>	107
12.5.1.8	<i>ONT</i>	110
12.5.2	Ponto Administrativo.....	111
12.5.3	Videomonitoramento	112
12.5.3.1	Câmera Fixas.....	113
12.5.3.2	Câmera LPR	113
12.5.1.9	<i>Câmera Móvel (Speed Dome)</i>	114
12.5.1.10	<i>Software de gestão de vídeo.....</i>	115
12.5.1.11	<i>Storage de Armazenamento de vídeo</i>	116
12.5.4	Wifi Público.....	116
12.5.5	Centro de Controle e Operação (CCO).....	117
13	CARACTERIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA.....	119
13.1	Prognóstico Energético	119
13.2	Projeto de Engenharia.....	121
13.2.1	Premissas para a Modelagem.....	121
13.3	Dimensionamento do Arranjo Solar	125
13.4	Dimensionamento das Perdas Técnicas	125
14	CRONOGRAMA DO PROJETO.....	128
15	PLANO DE INVESTIMENTOS.....	131
15.1	Despesas pré-operacionais	132
15.1.1	Cadastro técnico da rede municipal de iluminação pública.....	132
15.1.2	Planos e projetos de iluminação pública	133
15.1.3	Planos e projetos de conectividade.....	135



Relatório de Engenharia

15.1.4 Planos e projetos de geração de energia.....	136
15.1.5 Resumo Despesas pré-operacionais	137
15.2 Implantação do Sistema Central de Gestão Operacional	137
15.3 Infraestrutura operacional	142
15.3.1 Preparação da unidade operacional.....	143
15.3.2 Mobiliário da SPE	143
15.3.3 Centro de Controle e Comando (CCO)	144
15.3.3.1 Sala Técnica	147
15.3.3.2 CCO Espelho	148
15.4 MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA.....	150
15.4.1 Luminárias LED	150
15.4.2 Alterações estruturais.....	152
15.4.3 Correção de Pontos Escuros (CPE).....	153
15.5 MODERNIZAÇÃO DE ÁREAS ESPECIAIS	154
15.5.1 Praças, Parque e Outros Locais.....	154
15.5.2 Campos de Futebol e Quadras	155
15.5.3 Cemitérios	155
15.5.4 Iluminação de Destaque.....	156
15.6 Expansão da Rede de Iluminação Pública	157
15.6.1 Ampliação.....	157
15.6.2 Crescimento Vegetativo	160
15.6.3 Demanda Reprimida.....	161
15.7 Sistema de Telegestão	162
15.7.1 Telegestão.....	162
15.7.2 Relé Fotoeletrônico	163
15.8 Rede de Conectividade	164
15.8.1 Rede GPON	164
15.8.2 Infraestrutura Ponto Administrativo	165
15.8.3 Videomonitoramento	167
15.8.4 Wi-Fi	168
15.9 Usina Fotovoltaica.....	169
15.9.1 Investimentos – CAPEX	169
16 OPERAÇÃO E OPEX.....	172
16.1 Pessoal	172



Relatório de Engenharia

16.1.1 Mão de Obra.....	173
16.1.2 Veículos.....	176
16.2 Material de Consumo	177
16.3 Manutenção e Modernização	177
16.3.1 Modelo Operacional e Fluxograma de Operação e Manutenção.....	178
16.3.2 Escopo de serviços para manutenção das soluções	179
16.3.3 Escopo de serviços para modernização e implantação dos serviços	182
16.3.4 Dimensionamento operacional	182
16.3.4.1 Premissas Operacionais	183
16.3.4.2 Dimensionamento das Equipes	183
16.3.4.3 Custos.....	184
16.3.4.4 Ronda	186
16.3.4.5 Veículos	187
16.4 Furto, Vandalismo e Abalroamentos	188
16.5 Custos Operacionais com Sistema de Telegestão.....	189
16.6 Custos Operacionais com Gestão de Resíduos.....	190
16.7 Corte e poda.....	191
16.7.1 Dimensionamento.....	191
16.8 Outros Custos.....	194
17 ANEXOS	195
ANEXO I – Tipologias de montagem inspecionadas na amostra	195
ANEXO II – Resultados da correlação entre inventário da rede de iluminação pública e logradouros inspecionados	195
ANEXO III – Orçamentos de luminárias LED por faixa de fluxo luminoso.....	195
ANEXO IV – Composição de custos para as correções de ponto escuro	195
ANEXO V – Composição de custos para estruturas de ampliação	195
ANEXO VI - Composição de custos para a elaboração do Plano de Transição Operacional e do Plano de Modernização	195
ANEXO VII - Composição de custos para a elaboração de projetos de modernização e efficientização para rede de iluminação pública	195
ANEXO VIII – Preços unitários dos demais custos e investimentos.....	195
ANEXO IX – Resultados das simulações para os logradouros inspecionados	195
ANEXO X – PROPOSTA DE MODERNIZAÇÃO PARA ÁREAS ESPECIAIS.....	195



Relatório de Engenharia

ANEXO XI – LISTAGEM DOS PONTOS DE CONECTIVIDADE CONTEMPLADOS NO PROJETO	195
ANEXO XII – PROJETO GEORREFERENCIADO DA REDE DE CONECTIVIDADE REFERENCIAL PROPOSTA	195
ANEXO XIII – COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS DA REDE DE CONECTIVIDADE	195
ANEXO XIV – LISTAGEM DAS UNIDADES CONSUMIDORAS CONTEMPLADAS PELO PROJETO	195
ANEXO XV – PROJETO BÁSICO USINA FOTOVOLTAICA	196

Matriz

Escritórios



Relatório de Engenharia

GLOSSÁRIO

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Altura de montagem: distância vertical entre a superfície da via e o centro aparente da fonte de luz ou da luminária.

Ampliação: Demandas de novos pontos de iluminação pública ocasionadas por extensão da rede de iluminação a partir da ampliação de logradouro público existente ou de novo logradouro público cuja responsabilidade de implementação é do Município.

ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica.

ANATEL: Agência Nacional de Telecomunicações.

CAPEX: Abreviação do termo em inglês *Capital Expenditure*, são as despesas de capital ou investimento em capital. Sob essa categoria classificam-se os investimentos realizados em equipamentos e instalações para o funcionamento de um negócio.

Cadastro: Cadastro inicial do conjunto de equipamentos da rede municipal de iluminação pública, apresentado pelo Município.

CCO: Centro de Controle Operacional. O local onde é realizado o monitoramento centralizado da rede.

CFTV: Circuito Fechado de Televisão.

Crescimento vegetativo: Demandas de pontos de iluminação pública os quais serão instalados por terceiros e, posteriormente à sua implantação, tornam-se responsabilidade do Município.

Cronograma físico-executivo: Documento integrante do Plano de Implantação de Infraestrutura, a ser apresentado pela SPE como condição para Ordem de Início dos Serviços, contendo o detalhamento, por meio de marcos iniciais, intermediários e finais, para a implantação da infraestrutura, por Município, considerando o cumprimento de todos os compromissos estabelecidos no contrato.

Relatório de Engenharia

Demanda reprimida: Quantidade de novos pontos de iluminação a serem implantados em logradouros públicos com distanciamento entre postes acima de 70 m com iluminação pública inexistente ou parcialmente existente.

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

Distribuidora: Distribuidora local de energia elétrica. Para o caso de Porto Nacional refere-se à Energisa.

Eficiência energética: Relação entre quantidade de energia empregada e a iluminação disponibilizada.

Eficiência luminosa: Relação entre o fluxo luminoso emitido por uma fonte de luz alimentada por energia elétrica e a potência elétrica desta fonte de luz. É medida em lúmen por Watt (lm/W).

Energisa: Empresa responsável pela distribuição de energia elétrica no Município de Porto Nacional.

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

FO: Fibra Óptica.

GB: Gigabyte, é uma unidade de medida de informação, segundo o Sistema Internacional de Unidades, que equivale a um bilhão (milhar de milhões) de bytes.

Gbps: Gigabits por segundo.

Relatório de Engenharia

GHZ: Gigahertz: O hertz (símbolo Hz) é a unidade de medida derivada do Sistema Internacional para frequência, a qual expressa, em termos de ciclos por segundo, a frequência de um evento periódico, oscilações (vibrações) ou rotações por segundo.

Gigabit: Um Gigabit é uma unidade de armazenamento de informações ou dados de computadores. Normalmente ele é abreviado por Gb. 1 Gb = 1.000.000.000 bits.

IAE - Iluminação de Áreas Especiais: Iluminação destinadas a áreas como praças, parques, campos, quadras e cemitérios.

ID - Iluminação de Destaque: Iluminação dedicada à valorização de bens de interesse do Município.

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

Iluminância: Medida da densidade da intensidade de luz projetada numa região; unidade: lux (lx).

Internet: Conjunto de redes mundial, (inter: internacional, e net: rede); rede de computadores mundial.

IRC - Índice de Reprodução de Cor: medida abstrata que varia de 0 a 100 e tem a função de comparar quanto a cor do objeto iluminado por uma fonte de luz artificial se aproxima da cor de um objeto iluminado pelo sol, fonte de luz natural. Quanto mais próximo de 100 for o IRC, mais próximo a cor do objeto iluminado reproduzirá fidedignamente sua cor natural.

IV - Iluminação Viária: Iluminação destinada a vias de veículos, de pedestres e ciclovias.

ISO: International Organization for Standardization ou Organização Internacional de Normalização, é uma entidade que congrega os grêmios de padronização/normalização de 204 países.

Relatório de Engenharia

ISP Internet Service Provider: provedores de Internet.

L70: Valor indicativo em horas no qual o fluxo luminoso do LED será de 70% do valor nominal, em 100% de uma amostra de LED's.

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

Lâmpada fluorescente (FL): São lâmpadas de descarga em baixa pressão, o tubo de vidro é preenchido com gases inertes e uma pequena quantidade de mercúrio. A parede de vidro é coberta por uma camada de fósforo e nas extremidades do tubo há eletrodos.

Lâmpada halógena (HL): As lâmpadas halógenas possuem funcionamento muito similar às lâmpadas incandescentes, mas contém em seu interior um halógeno, que no ciclo de suas transformações físicas e químicas permite preservar o filamento de tungstênio, garantindo maior durabilidade à lâmpada e também maior eficiência na iluminação, pois com uma temperatura mais elevada no seu filamento de tungstênio, aumenta sua incandescência, sendo possível produzir lâmpadas de luz intensa e dimensões reduzidas. O bulbo dessas lâmpadas é feito em vidro de quartzo fundido, sílica ou aluminossilicato, e tem por função fornecer resistência à pressão e temperatura interior.

Lâmpada incandescente (IN): A lâmpada incandescente transforma a energia elétrica em energia térmica e luminosa. Ela possui um pequeno filamento de tungstênio em seu interior que, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, aquece-se e torna-se incandescente, emitindo luz.

Lâmpada mista (MS): Combinação entre uma lâmpada vapor de mercúrio e uma lâmpada incandescente, ou seja, um tubo de descarga de mercúrio ligado em série com um filamento incandescente. O filamento controla a corrente no tubo de arco e ao mesmo tempo contribui com a produção de 20% do total do fluxo luminoso

Relatório de Engenharia

produzido. A combinação da radiação do fósforo e a radiação do filamento incandescente produzem uma agradável luz branca.

Lâmpada vapor de mercúrio (VM): Uma lâmpada de vapor de mercúrio de alta pressão é um tipo de lâmpada de descarga, na qual a luz é produzida pela passagem de uma corrente elétrica através do vapor de mercúrio.

Lâmpada vapor de sódio (VS): É a mais eficiente do grupo das lâmpadas de altas intensidades de descarga. A luz é produzida pela excitação de átomos de sódio aliados a um complexo processo de absorção e reirradiação em diferentes comprimentos de onda.

Lâmpada vapor metálico (MT): Além de ter uma excelente reprodução de cores, é atualmente a fonte de luz branca de maior eficiência disponível no mercado. A luz é produzida pela excitação de átomos de aditivos metálicos em tubo de arco de quartzo.

LED: *Light-emitting Diode* ou Diodo Emissor de Luz.

Luminância: Medida de densidade da intensidade de luz refletida numa dada direção, cuja unidade é a candela por metro quadrado (cd/m²).

Luminotécnica: Aplicação das técnicas de iluminação, considerada sob seus vários aspectos.

Modernização: Substituição de luminárias de tecnologias convencionais, como Vapor de Sódio e Vapor Metálico, para luminárias de tecnologia LED, que possuem maior eficiência energética.

Município: Município de Porto Nacional/TO.

Mbps: Megabits por segundo: é uma unidade de transmissão de dados equivalente a 1.000 quilobits por segundo ou 1.000 bits por segundo.

OPEX: Abreviação do termo em inglês *Operational Expenditure*, são as despesas de operação do negócio.

Pontos de IP: Quantidade de pontos de iluminação pública existentes na rede de IP.

Relatório de Engenharia

Procel: Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, o qual tem por objetivo promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica no país para eliminar os desperdícios e, conseqüentemente, reduzir custos e a necessidade de investimentos setoriais.

Rede: Rede municipal de alta capacidade e expansibilidade para transporte de dados voz, imagem e vídeo.

Rede sem fio: A rede interna acessível através de tecnologia sem fio em uma unidade do Governo do Estado atendida com a solução de Telemedicina.

SCGO: Sistema Central de Gestão Operacional.

SPE: Sociedade de Propósito Específico.

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

Temperatura de Cor Correlata - TCC: Classifica a cor de uma fonte de luz, quando comparada com a radiação do radiador absoluto. É medida em Kelvins e varia de 1.500K, cuja aparência é laranja/vermelha, até 9.000K cuja aparência é azul. As variações de cor apresentadas pelas lâmpadas são consideradas como: lâmpadas “quentes” com aparência amarelada e temperatura de cor igual ou inferior a 3.000K; lâmpadas “neutras” com temperatura de cor que varia entre 3.000K a 4.000K; lâmpadas “frias” com aparências azul/violeta e temperatura de cor superior a 4.000K.

Via arterial: aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.

Via coletora: aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade.

Relatório de Engenharia

Via local: aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas.

Wi-fi: Wireless Fidelity: é uma marca registrada da Wi-Fi Alliance. É utilizada por produtos certificados que pertencem à classe de dispositivos de rede local sem fios (WLAN) baseados no padrão IEEE 802.11.

Matriz

Belo Horizonte - MG
Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia
CEP: 30.150-330
Contato: +55 (31) 3508-7375

Escritórios

São Paulo - SP
Cuiabá - MT
Campo Grande - MS
Três Lagoas - MS
Teresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG



Relatório de Engenharia

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo detalhar as premissas técnicas determinadas no Relatório de Diagnóstico Técnico e consolidar as propostas técnicas para a modernização da rede de iluminação pública, soluções de conectividade e demanda energética do Município. Os itens citados a seguir apresentam os conjuntos de elementos necessários e suficientes para caracterização dos serviços, sendo organizados conforme a seguinte estrutura:

- **Caracterização da rede de iluminação pública:** apresenta o cenário atual da rede de iluminação pública do Município conforme constatações do Relatório de Diagnóstico Técnico.
- **Normas Técnicas:** apresenta as normas técnicas observadas nas proposições do presente relatório.
- **Tecnologias de Iluminação Pública:** apresenta as tecnologias de iluminação pública no mercado, bem como a avaliação sobre a tecnologia mais adequada para cumprimento normativo, e custo-benefício para modernização da iluminação do Município.
- **Parâmetros Luminotécnicos:** apresenta os principais parâmetros luminotécnicos estabelecidos pelas normas técnicas e que foram considerados nas proposições de Engenharia.
- **Modernização da Iluminação Viária:** apresenta a metodologia de simulações e seus resultados de efficientização, correção de pontos escuros, ajustes dos padrões dimensionais e carga instalada total atual e projetada para iluminação viária.
- **Modernização da Iluminação em áreas especiais:** apresenta a metodologia considerada para modernização e seus resultados de efficientização e carga instalada total atual e projetada para iluminação viária e para iluminação em áreas especiais.
- **Expansão da rede de iluminação pública:** apresenta a definição das estruturas para expansão, projeção da ampliação anual e crescimento vegetativo além da previsão de pontos para cobrir as áreas com deficiência na



Relatório de Engenharia

- prestação do serviço de iluminação pública. Nessa seção, aborda-se também sobre o quantitativo e representatividade por tipo de estrutura de ampliação;
- **Implantação do Sistema de Telegestão:** apresenta as funcionalidades previstas para os pontos de iluminação pública com telegestão e com acionamento a partir de relé fotoeletrônico, além de suas especificações.
 - **Iluminação de destaque:** apresenta os bens de interesse do Município que poderão ser contemplados com iluminação de destaque e, de forma preliminar, os quantitativos de pontos previstos e os custos para suas respectivas implantações;
 - **Caracterização da infraestrutura de conectividade:** apresenta o cenário atual do sistema de videomonitoramento e soluções de internet e conectividade do Município, para proposição de modernização e implantação de novas tecnologias no município dentro da ótica das *smart cities*;
 - **Caracterização da geração de energia fotovoltaica:** apresenta o cenário atual da rede de geração de energia fotovoltaica do Município;
 - **Cronograma do projeto:** apresenta a proposta de implantação do projeto contemplando todo o objeto da parceria;
 - **Modernização e adequação da rede de iluminação pública:** relaciona as tecnologias consideradas para modernização da rede de iluminação pública, com as especificações técnicas bem como a necessidade de novos pontos para correção de pontos escuros e alterações necessárias para cumprimento aos requisitos normativos;
 - **Plano de Investimentos:** apresenta-se os investimentos (CAPEX) considerando o cenário base de proposições de Engenharia.
 - **Operação e OPEX:** apresentam a descrição do modelo operacional assim como o dimensionamento das necessidades mensais de OPEX no cenário base.

De antemão, destaca-se que as soluções apresentadas neste relatório são propositivas, visando apresentar ao Município um menu de opções para melhoria da infraestrutura da rede de iluminação pública, conectividade, geração de energia e serviços correlatos, cabendo ao Município definir, posteriormente, amparado pela

Relatório de Engenharia

avaliação de viabilidade econômico-financeira do projeto, quais soluções propostas farão parte do escopo da concessão.

O presente projeto de engenharia apresenta nível de detalhamento de anteprojeto, estando em consonância com a Lei 11.079/2004, Art. 10 §4º. A partir do presente projeto, torna-se possível avaliar a viabilidade geral do projeto e estabelecer o dimensionamento de equipamentos, materiais, equipes, para modernização e para operação e manutenção, percentual de efficientização, expansão da rede municipal de iluminação pública além de investimentos e custos operacionais das soluções propostas.

Matriz

Belo Horizonte - MG
Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia
CEP: 30.150-330
Contato: +55 (31) 3508-7375

Escritórios

São Paulo - SP
Cuiabá - MT
Campo Grande - MS
Três Lagoas - MS
Teresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG



Relatório de Engenharia

2 OBJETIVOS

Sabendo-se da necessidade de melhoria da rede de iluminação pública, da rede de conectividade e da geração de energia fotovoltaica do Município de Porto Nacional – Tocantins, conforme apontado pelo Diagnóstico Técnico, o presente relatório tem como objetivo principal apresentar as soluções de engenharia necessárias para geração de energia fotovoltaica, adequação, modernização e efficientização da rede municipal de iluminação pública, implementando novas tecnologias de luminárias LED, sistema de telegestão e centro de controle operacional, adequação estrutural dos braços de iluminação pública, correção de ponto escuro, além da previsão de expansão da rede municipal de iluminação pública e portanto, este projeto referencial de engenharia traz o conjunto dos seguintes objetivos:

- Iluminação pública em consonância com os requisitos normativos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018, provendo iluminação de qualidade aos munícipes;
- Adequação estrutural dos braços de iluminação pública para cumprimento dos requisitos normativos da ABNT NBR 5101:2018;
- Efficientização da rede municipal de iluminação pública a partir de tecnologias mais eficientes que conduzam a redução do custo com energia elétrica;
- Melhoria da qualidade da iluminação pública a partir da modernização das soluções de iluminação com melhor desempenho fotométrico, durabilidade, melhor índice de reprodução e menor taxa de falha operacional;
- Projeção adequada de novos pontos de iluminação pública ao longo da concessão de tal forma que nenhum novo logradouro público permaneça aquém dos requisitos estabelecidos em norma;
- Implantação de solução de comando e controle remoto da rede municipal de iluminação pública, permitindo uma resposta rápida e ativa em relação à manutenção e conduzindo o Município em ser modelo de cidade inteligente;
- Valorização do patrimônio público e da vida noturna, a partir de implantação de iluminação de destaque que valorize seus bens e potencialize ainda mais o turismo da cidade;



Relatório de Engenharia

- Implantação de uma rede de conectividade a partir da proposição de uma rede GPON de fibra óptica para oferta de acesso à internet via link dedicado para as edificações públicas e integração de soluções digitais dentro da ótica das cidades inteligentes;
- Implantação de *access point* nas praças públicas e em locais de grande circulação de pessoas para oferta de *wi-fi* gratuito a população e transeuntes;
- Implantação de uma rede de videomonitoramento inteligente com câmeras IP destinadas a auxiliar as forças de segurança do município;
- Implantação de Centro de Controle Operacional que permita controlar e conduzir de forma otimizada todos os serviços atribuídos à concessionária responsável pela iluminação pública do Município;
- Implantação de solução para sistema de geração de energia fotovoltaica com objetivo de reduzir o custo das contas de energia de responsabilidade da prefeitura e adotar uma fonte de energia renovável.

Matriz**Escritórios**

Relatório de Engenharia

3 CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Conforme apresentado no Relatório de Diagnostico Técnico, é possível ressaltar de forma sintetizada a caracterização atual da rede de iluminação pública do Município. A seguir são apontadas as considerações levantadas.

- A rede de iluminação pública é composta por 22.572 pontos de iluminação pública;
- A rede de iluminação pública apresenta carga instalada de 2,49 MW com consumo médio mensal estimado de 857 MWh;
- A iluminação viária é classificada segundo as seguintes classes da ABNT NBR 5101:2018 cujas representatividades são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 3-3-1 – Distribuição das classes de iluminação

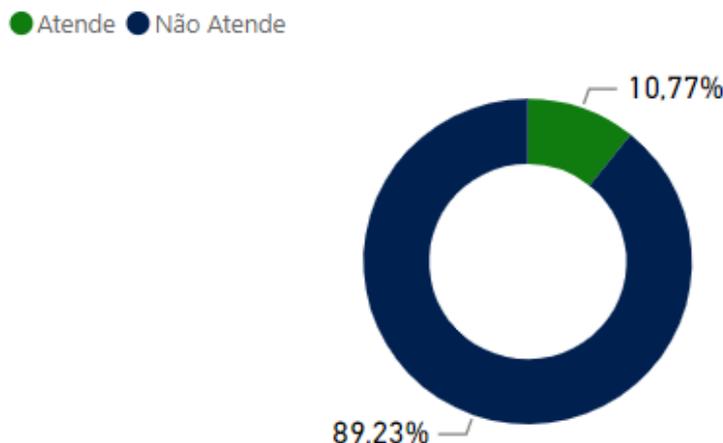
Classe de Iluminação	Representatividade
V1	3,47%
V2	1,97%
V3	20,63%
V4	15,47%
V5	58,46%
TOTAL	100%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

- A rede de iluminação pública é distribuída por uso final da seguinte forma: 97,46% Iluminação Viária (IV), 2,39% Iluminação em Áreas Especiais (IAE) e 0,15% Iluminação de Destaque (ID).
- Os resultados das inspeções da rede de iluminação pública conforme se verificam no gráfico a seguir permitem dizer que a qualidade na prestação do serviço de iluminação pública não é satisfatória. Apenas 10,77% da malha medida por ponto em vias públicas da amostra inspecionada em períodos noturnos atendem aos critérios normativos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018.

Relatório de Engenharia

Gráfico 3-1 - Atendimento pleno à ABNT NBR 5101:2018 em vias públicas



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023).

- As tecnologias que compõe a rede correspondem, basicamente, à tecnologia LED com predominância de 41,54% e às tecnologias convencionais. A tabela a seguir apresenta a quantidade e representatividade por tecnologia.

Tabela 3-3-2 – Tecnologia das lâmpadas

Tecnologia	Quantidade	Representatividade
Fluorescente	31	0,14%
LED	5.005	22,17%
Mista	10	0,04%
Vapor de Mercúrio	533	2,36%
Vapor Metálico	653	2,89%
Vapor de Sódio	16.340	72,39%
Total Geral	22.572	100%

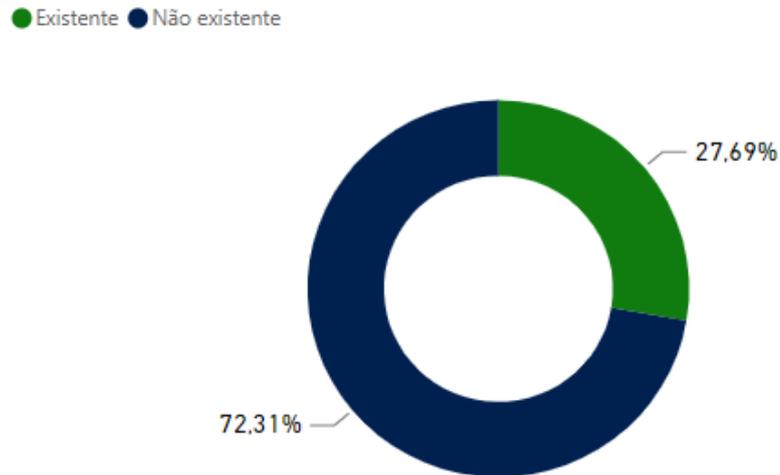
Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

- No que tange a compatibilidade entre iluminação pública e arborização, o gráfico a seguir apresenta o resultado obtido pela inspeção local, onde ocorre obstrução da arborização na iluminação pública de 27,69%.



Relatório de Engenharia

Gráfico 3-2 - Obstrução por árvores



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Matriz

Belo Horizonte - MG
Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia
CEP: 30.150-330
Contato: +55 (31) 3508-7375

Escritórios

São Paulo - SP
Cuiabá - MT
Campo Grande - MS
Três Lagoas - MS

Teresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG

Relatório de Engenharia

4 NORMAS TÉCNICAS

Os serviços e as obras de engenharia descritos no presente relatório tomam como premissa as recomendações das normas publicadas pelas instituições: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), *Illuminating Engineering Society of North America* (IESNA), da *International Commission Illumination* (CIE) e da legislação vigente estabelecida pelo órgão regulador do setor elétrico nacional, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

São observados também normas e padrões estabelecidos pela empresa distribuidora, detentora dos ativos de distribuição de energia elétrica, plano diretor do Município, lei de uso e ocupação do solo e instrução técnica que estabelece os procedimentos para execução e planejamento de projetos de iluminação de vias públicas em novos loteamentos.

Entre as normas para prestação dos serviços do objeto de concessão, citam-se, de maneira não exaustiva e não se limitando a elas:

- **Normas técnicas brasileiras:**

- ABNT NBR 5101 – Iluminação pública - Procedimentos;
- ABNT NBR 5461 – Iluminação;
- ABNT NBR 5181 – Sistemas de Iluminação de túneis - Requisitos;
- ABNT NBR 15129 – Luminárias para iluminação pública - Requisitos particulares;
- ABNT NBR IEC 60598-1 – Luminárias Parte 1: Requisitos gerais e ensaios;
- ABNT NBR IEC 60529 – Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP);
- ABNT NBR IEC 62262 – Graus de proteção assegurados pelos invólucros de equipamentos elétricos contra os impactos mecânicos externos (código IK);
- ABNT NBR 6323 – Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido – Especificação;
- ABNT NBR 14744 – Postes de aço para iluminação;



Relatório de Engenharia

- ABNT NBR 8451 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica;
- ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- ABNT NBR 16026 – Dispositivo de Controle Eletrônico c.c. ou c.a. para módulo de LED – Requisitos de Desempenho;
- ABNT NBR IEC 61347-2-13 – Dispositivo de controle da lâmpada Parte 2-13: Requisitos particulares par dispositivos de controle eletrônicos alimentados em c.c. ou c.a. para os módulos de LED;
- ABNT NBR 13593 – Reator e ignitor para lâmpada a vapor de sódio a alta pressão - Especificação e ensaios;
- ABNT NBR 5125 – Reator para lâmpada a vapor de mercúrio a alta pressão;
- ABNT NBR 15688 – Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus;
- ABNT NBR NM 247-3 – Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750V, inclusive - Parte 3: Condutores isolado (sem cobertura) para instalações fixas (IEC 60227-3, MOD);
- ABNT NBR 9117 - Condutores flexíveis ou não, isolados com policloreto de vinila (PVC/EB), para 105° C e tensões até 750 V, usados em ligações internas de aparelhos elétricos;
- ABNT NBR IEC 61643-1 – Dispositivos de Proteção Contra Surtos em Baixa Tensão – Parte 1: Dispositivos de proteção conectados a sistemas de distribuição de energia de baixa tensão - Requisitos de desempenho e métodos de ensaio;
- ABNT NBR 8182 - Cabos de potência multiplexados autossustentados com isolamento extrudada de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV — Requisitos de desempenho;
- ABNT NBR 7290 - Cabos de controle com isolamento extrudada de XLPE, EPR ou HEPR para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho;
- ABNT NBR 15715 - Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infraestrutura de cabos de energia e telecomunicações – Requisitos;

Matriz

Escritórios



Relatório de Engenharia

- ABNT NBR 5111 - Fios de cobre nus, de seção circular, para fins elétricos;
 - ABNT NBR IEC 60439-1-2-3 - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão – Parte 1, 2 e 3;
 - ABNT NBR 5419 – Proteção contra descargas atmosféricas;
 - ABNT NBR 15749 – Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento;
 - ABNT NBR ISO 9001 – Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos;
 - ABNT NBR ISO/IEC 27001 - Tecnologia da informação — Técnicas de segurança — Sistemas de gestão da segurança da informação — Requisitos;
 - ABNT NBR ISO 14001 – Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso.
 - ABNT NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
 - ABNT NBR 5427 – Guia para utilização da norma ABNT NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.
- **Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, onde se destacam:**
 - NR 6 – Equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva (EPC);
 - NR 9 – Programa de prevenção de riscos ambientais;
 - NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade;
 - NR 11 – Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais;
 - NR 12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos;
 - NR 21 - Trabalhos a céu aberto;
 - NR 24 - Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho;
 - NR 35 – Trabalho em altura.



Relatório de Engenharia

- **Normas da empresa distribuidora – Grupo Energisa Concessionária de Energia em Porto Nacional¹**
 - NDU 001 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária Edificações Individuais;
 - NDU 002 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária;
 - NDU 003 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária e Secundária a Agrupamentos ou Edificação de Múltiplas Unidades Consumidoras;
 - NDU 004.1 - Instalações Básicas para Construção de Redes Compactas de Média Tensão de Distribuição;
 - NDU 004.3 - Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição Multiplexadas de Baixa Tensão;
 - NDU 005 - Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição Rurais
 - NDU 006 - Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas;
 - NDU 007 - Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Redes de Distribuição Aéreas Rurais;
 - NDU 009 - Critérios para Compartilhamento de Infraestrutura da Rede Elétrica de Distribuição;
 - NDU 013 – Critérios para a Conexão em Baixa Tensão de Acessantes de Geração distribuída ao Sistema de Distribuição;
 - NDU 015 – Critérios para a Conexão em Média Tensão de Acessantes de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição;
 - NDU 018 - Critérios Básicos Para Elaboração De Projetos De Construção De Redes Subterrâneas em Baixa e Média Tensão;
 - NDU 035 - Iluminação Pública
 - ETU 149 – Luminárias LED para Iluminação Pública;

¹Acesso em 19/07/2023 < <https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx> >

<https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx>



Relatório de Engenharia

- ETU 202 – Braços de Iluminação Pública.
- **Resolução Normativa ANEEL e ANATEL**
 - Resolução Normativa nº 1000/2021;
 - Resolução CD-ANATEL Nº 715 DE 23/10/2019 – Regulamento de Avaliação da Conformidade e de Homologação de Produtos para Telecomunicações;
 - Resolução nº 717/2019 – Aprova o regulamento de qualidade dos serviços de telecomunicações – RQUAL.
- **INMETRO e Procel:**
 - Portaria nº 62 INMETRO;
 - Selo Procel de economia de energia.

Matriz

Escritórios

Relatório de Engenharia

5 TECNOLOGIAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Para definição da tecnologia a ser utilizada no projeto de engenharia, foram estudadas opções de fonte de luz para parques de iluminação pública. Assim, comparou-se as tecnologias mais utilizadas nacional e internacionalmente: LED, vapor de sódio, vapor metálico, lâmpadas de indução e de vapor de mercúrio.

A figura e a tabela abaixo comparam as fontes de iluminação pública segundo diversos critérios.

Tabela 5-1 Comparativo entre as alternativas de fontes de luz.

Critérios	Vida Útil (horas)	Presença de Mercúrio (Hg)	Tempo de Reignição	Red. Vida p/ Chaveamentos	Dimerização	IRC	Temperatura de Cor	Sensibilidade à Temperatura	Dis. De Fornecedores	Manut. da Iluminação vida útil	Radiação Ultravioleta	Radiação Eletromagnética	Adequação Curva Fotométrica	Eficiência Luminosa (lmW)	Investimento	Pot. Desenv. Tecnológico	Adequação à autogeração	Estágio Tecnológico	Resistencia a Impactos	Disponibilidade à Multitensão	Resultado
Led	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Vapor de Sódio	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Vapor Metálico	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Lâmpada de Indução	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Vapor de Mercúrio	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Fonte: PPP Iluminação Pública – Guia Prático de Estruturação de Projeto (2023)

Conforme apresentado acima, quanto mais colorido de preto o círculo, mais próximo da excelência de cada critério. A partir disto, pondera-se que a tecnologia LED representa avanços significativos para a iluminação pública, especialmente em aspectos como aumento da vida útil, diminuição do impacto ambiental, grande resistência a impactos, maior IRC (índice de reprodução de cor) e Eficiência Luminosa (lúmens / watts), o que indica uma melhor iluminação das áreas e, por fim, altas possibilidades de avanços da tecnologia.

Relatório de Engenharia

Para complementar as vantagens da tecnologia LED com relação às tecnologias convencionais, apresenta-se a seguir, na Tabela 5-2, um estudo de caso em que se compara a aplicação de diferentes tecnologias na rede de iluminação pública da cidade de Porto Nacional/TO.

Tabela 5-2 – Estudo de Caso: Eficiência Energética para Diferentes Tecnologias para a Cidade de Porto Nacional

Parâmetro	Solução		
	Vapor de Sódio	Vapor Metálico	LED
Atendimento à NBR 5101	Não atende integralmente	Não atende integralmente	Atende integralmente
Eficiência Energética²	Aumento de carga em 6,31%	Aumento de carga em 22,93%	Redução de carga em 46,20%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Como pode ser notado nos resultados exibidos acima, a tecnologia LED apresenta vantagens com relação às tecnologias convencionais (Vapor de Sódio e Vapor Metálico) tanto em atendimento à norma de iluminação pública, quanto em eficiência energética uma vez que tanto Vapor de Sódio e Vapor Metálico não alcançaram resultados positivos de efficientização e tão pouco cumpriram integralmente a norma. Desta forma, o LED mostra ser a fonte de iluminação mais adequada para implantação em parques de iluminação pública atualmente.

Assumem-se as seguintes premissas operacionais relacionadas à operação da tecnologia LED ao longo de toda a concessão da rede municipal de iluminação pública:

- Falha anual de 1,0%³;

² Eficiência Energética em relação a carga existente na Rede de Iluminação pública do município.

³ Considerando a média das taxas de falha apuradas em:

- <https://static1.squarespace.com/static/546bbd2ae4b077803c592197/t/5a5f7a7253450ae87511ffb3/1516206708558/CUIPublication.TheRealizedResultsofLEDStreetlights.2017.pdf>;
- Consultas feitas aos fornecedores de luminárias;
- OSRAM - Reliability and lifetime of LEDs; https://media.osram.info/media/img/osram-dam-2496614/AN006_Reliability_and_lifetime_of_LEDs.pdf;
- <https://glamox.com/gmo/led-and-lifetime>;



Relatório de Engenharia

- Considerando a evolução tecnológica do LED, redução anual de 2%⁴ sobre o preço da luminária LED;
- Vida útil de operação: 60.000 horas com manutenção do fluxo luminoso L70;
- Garantia com o fornecedor, conforme regulamentação da Portaria N° 62 do INMETRO.

⁴ Baseado em estudos de benchmarking.

Matriz

Escritórios

Relatório de Engenharia

6 PRINCIPAIS PARÂMETROS LUMINOTÉCNICOS

Os critérios luminotécnicos tratados na presente seção estão relacionados com as principais definições técnicas que foram consideradas ao longo do desenvolvimento das soluções de engenharia.

6.1 Iluminância

A iluminância é o critério que avalia a quantidade de raios luminosos que incide sobre uma determinada área de análise, ou seja, a intensidade do fluxo luminoso (medido em lúmens ou lm) nesta mesma área, sendo mensurada em lux (lx ou lm/m²). A norma de iluminação pública ABNT NBR 5101:2018 estabelece níveis mínimos de iluminância média E_{MED} (média das iluminâncias medidas entre dois postes, conforme elencado no Diagnóstico Técnico) de acordo com a utilização das vias públicas por veículos e pedestres, os quais são abordados na seção 7.1.1 deste relatório.

6.2 Fator de uniformidade

O fator de uniformidade apresenta uma metodologia de avaliação em relação ao quão uniforme um ambiente está iluminado. Este fator é calculado pela razão entre a menor iluminância registrada ao longo das medições realizadas e a iluminância média E_{MED} . Ressalta-se que quanto mais próxima a iluminância mínima estiver do E_{MED} mais uniformes os ambientes serão e, conseqüentemente, com menores concentrações de áreas com sombreamento.

6.3 Luminância

A luminância se refere a uma intensidade luminosa que atinge o observador e que pode ser proveniente de reflexão de uma superfície ou de uma fonte de luz ou, simplesmente, de um feixe de luz no espaço. Não obstante, a luminância média L_{MED} é dada pelo valor médio da luminância na área delimitada pelas malhas de pontos considerada, ao nível da via. Sua unidade é em candelas por metro quadrado (cd/m²).

Assim como para iluminância existe a avaliação do fator de uniformidade, para a luminância existe a avaliação da uniformidade global, obtida pela razão entre a luminância mínima e a luminância média L_{MED} e, portanto, representando o quão

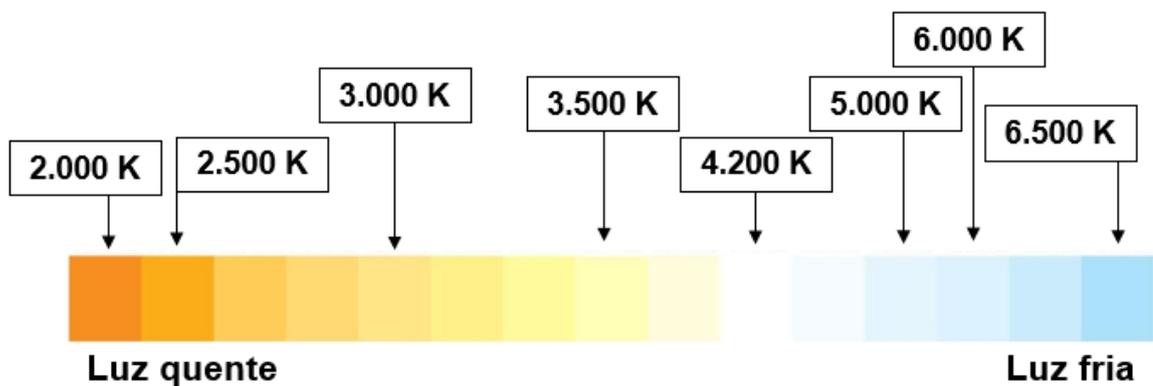
Relatório de Engenharia

uniforme a intensidade luminosa incide sobre o observador ao longo da área analisada.

6.4 Temperatura de cor correlata

A temperatura de cor correlata (TCC) de uma fonte de luz não está relacionada com a emissão de calor, mas com a sensação de conforto que essa proporciona em determinado ambiente. Usualmente é dada em Kelvin [K]. A figura a seguir apresenta uma escala das temperaturas de cor de fontes de luz.

Figura 6-1 – Escala de temperatura de cor de fontes de luz



Fonte: Elemental LED – Adaptado⁵ (2023)

A definição adequada da TCC em determinado ambiente é fundamental sob uma série de aspectos, uma vez que pode modificar a sensação que as pessoas têm de um ambiente e interferir no índice de reprodução de cor, reproduzindo com mais ou menos fidelidade as cores de superfícies e objetos que compõem esse ambiente.

Ao longo do desenvolvimento das soluções propostas no presente relatório, ressaltase que foram assumidas premissas em relação à classe de iluminação de cada uma das vias a utilização de luminárias LED com TCC menor ou igual a 4.000 K.

⁵ Acessado em 20/07/2023. Disponível em: <<https://www.elementaled.com/correlated-color-temperature-and-kelvin/>>

Relatório de Engenharia

6.5 Índice de reprodução de cor

Conforme a Portaria nº 62 do INMETRO, o índice de reprodução de cor (IRC) de uma fonte de luz é um conjunto de cálculos que fornece a medida do quanto as cores percebidas do objeto iluminado por esta fonte se aproximam daquelas do mesmo objeto iluminado por uma fonte padrão (iluminante de referência). Corresponde à relação entre a cor real de um objeto ou superfície e a aparência percebida diante de uma fonte luminosa.

A quantificação é dada pelo índice de reprodução de cor geral (R_a), que varia de 0 a 100. O significado do R_a é uma medida do quanto a reprodução das cores por uma determinada fonte de luz se aproxima daquela reprodução obtida pela luz natural. Dessa forma, quanto maior o valor de R_a , melhor a reprodução da cor, ou seja, maior a fidelidade na percepção das cores de objetos ou superfícies. Além disso, conforme definido no Diagnóstico Técnico, apresentam-se classificação de reprodução fidedigna das cores, conforme a tabela a seguir.

Tabela 6-1 – Classificação do IRC

Nível	Classificação / nível	Reprodução
Nível 1	1a: $90 < IRC < 100$	Excelente
	1b: $80 < IRC < 90$	Muito boa
Nível 2	2a: $70 < IRC < 80$	Boa
	2b: $60 < IRC < 70$	Razoável
Nível 3	3a: $40 < IRC < 60$	Regular
	3b: $20 < IRC < 40$	Insuficiente

Fonte: Iluminação Elétrica (2015)⁶

Cabe ressaltar que, em termos de reprodução fidedigna das cores, a Portaria Nº 62 do INMETRO estabelece que as luminárias LED com padrão viário devem possuir, minimamente, um IRC de 70%. Dessa forma, utiliza-se essa premissa para propor soluções em vias de veículos.

⁶Iluminação Elétrica – Moreira, Vinicius de Araújo – 2015.

Relatório de Engenharia

6.6 Poluição luminosa

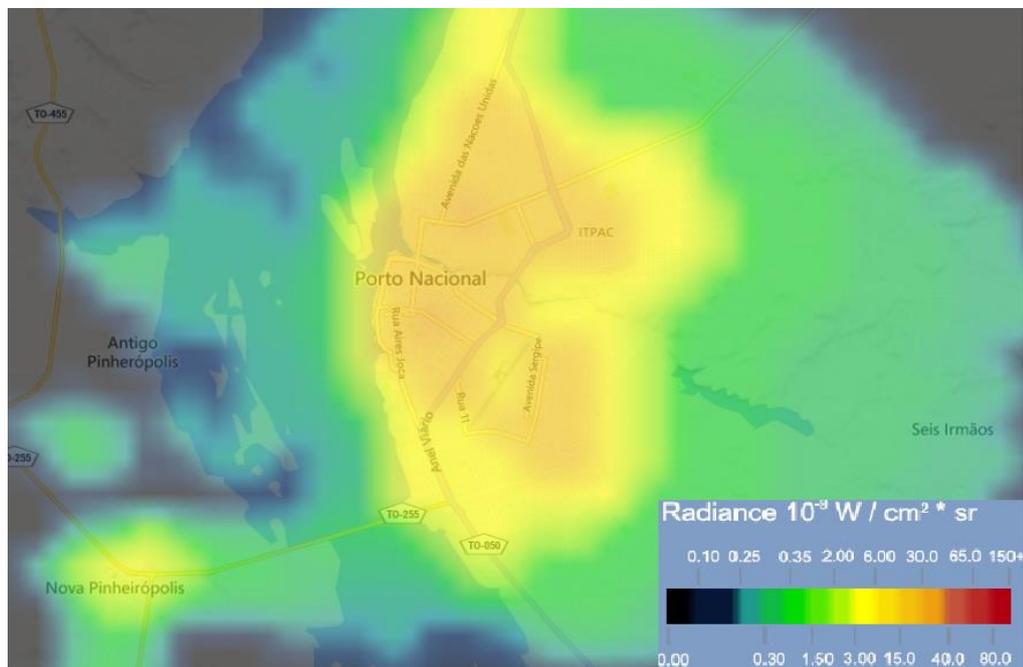
De acordo com ABNT NBR 5101:2018, a poluição luminosa é o brilho noturno no céu acima das áreas características de concentração urbana. Essa poluição é provocada pela luz artificial mal direcionada de casas, prédios e demais instalações, que é refletida na poeira, vapor de água e outras partículas dispersas na atmosfera. Pode ser entendida como desperdício de energia, provocada por luminárias, instalações e projetos ineficientes e mal elaborados.

No caso da iluminação pública, a poluição luminosa é traduzida em projetos com níveis de iluminância superdimensionados não condizentes com a iluminação recomendada pela referida norma ou por luminárias sem o correto controle de dispersão de luz, como luminárias de descarga de alta intensidade (vapor de mercúrio, vapor de sódio e vapor metálico). Para reduzir a parcela da iluminação pública na poluição luminosa, as luminárias devem possuir uma classificação que mantenha baixa a emissão de luz acima do eixo horizontal, possua alta eficiência luminosa e permita baixos ângulos de instalação. Nessa perspectiva, as luminárias LED são atualmente apontadas como a melhor solução para redução da poluição luminosa nas cidades, uma vez que geram fluxo luminoso com dispersão direta dos raios luminosos.

Na figura a seguir, apresenta-se uma visualização noturna de regiões próximas à cidade de Porto Nacional para exemplificação da poluição noturna.

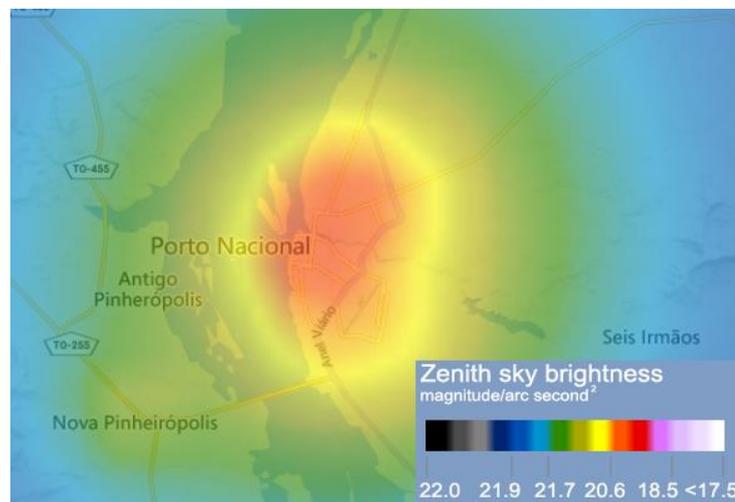
Relatório de Engenharia

Figura 6-2 – Mapeamento de poluição luminosa em regiões próximas a Porto Nacional/TO



Fonte: Light Pollution Map – Overlay VIIRS 2022⁷ (2023)

Figura 6-3 – Mapeamento de poluição luminosa em regiões próximas a Porto Nacional/TO



⁷ Acessado em 20/07/2023. Disponível em: <<https://www.lightpollutionmap.info/>>

Relatório de Engenharia

Fonte: Light Pollution Map – Overlay World Atlas 2015⁷ (2023)

A partir da avaliação das figuras anteriores, torna-se possível avaliar a poluição luminosa existente no Município em relação a demais cidades próximas, uma vez que, pela legenda, entende-se que quanto mais próximo são os tons da cor vermelha, maior é a intensidade de radiação luminosa refletida para a atmosfera. Nessa linha, verifica-se que o Município de Porto Nacional apresenta poluição luminosa na escala vermelha, e pouquíssimos focos em branco, indicando intensa radiação luminosa refletida na atmosfera.

Matriz

Belo Horizonte - MG
Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia
CEP: 30.150-330
Contato: +55 (31) 3508-7375

Escritórios

São Paulo - SP
Cuiabá - MT
Campo Grande - MS
Três Lagoas - MS
Teresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG

Relatório de Engenharia

7 MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA

7.1 Metodologia de Simulações

Apresenta-se a seguir, as metodologias que consubstanciaram as propostas descritas neste relatório.

7.1.1 Metodologia para Adequação e Modernização da Iluminação Viária

A modernização da rede de iluminação pública do município corresponde à principal intervenção técnica, sendo sua execução ancorada ao cumprimento dos critérios de qualidade estabelecidos pela norma ABNT NBR 5101:2018 para cada classe de iluminação pública da via de veículos e de pedestres. As tabelas abaixo apresentam os critérios de qualidade de iluminação pública associado a cada classe de iluminação para vias de veículos (V1 a V5) e vias de pedestres (P1 a P4) nas tabelas a seguir.

Tabela 7-1 – Requisitos de Iluminação por tipo de via para circulação de veículos

Classe de iluminação	Iluminância média mínima $E_{MED, MIN}$ [lux]	Fator de uniformidade mínimo $[U_{MIN}]$	Luminância média mínima $L_{MED, MIN}$ [cd/m^2]	Uniformidade global mínima $[U_o]$
V1	30,00	0,40	2,00	0,40
V2	20,00	0,30	1,50	0,40
V3	15,00	0,20	1,00	0,40
V4	10,00	0,20	-	-
V5	5,00	0,20	-	-

Fonte: ABNT NBR 5101 (2018)

Tabela 7-2 – Requisitos mínimos de iluminação por tipo de via de circulação de pedestres

Classe de iluminação	Iluminância média mínima $E_{MED, MIN}$ [lux]	Fator de uniformidade mínimo $[U_{MIN}]$
P1	20,00	0,30
P2	10,00	0,25
P3	5,00	0,20
P4	3,00	0,20

Fonte: ABNT NBR 5101 (2018)

Mediante à definição da tecnologia LED para a iluminação pública do município, foram identificados os principais fornecedores de luminárias para desenvolvimento dos

Relatório de Engenharia

projetos luminotécnicos. De forma que foram obtidos orçamentos de 3 fornecedores⁸ de luminárias LED, apresentados no ANEXO III deste relatório, e 47 fotometrias. Foram propostas, então, intervenções técnicas mediante implementação da tecnologia LED orçada junto aos fornecedores, associadas ao cumprimento dos critérios normativos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018, para simulação no software de iluminação pública DIALux evo⁹ dos logradouros inspecionados localmente pela amostra constante no Relatório de Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública.

Dessa forma, foram definidos perfis viários típicos usualmente encontrados em vias com classe de iluminação V1 a V5. Esses perfis típicos se caracterizam por conter atributos comuns entre as vias existentes no Município, como, distanciamento entre postes, altura da luminária, projeção do braço de iluminação pública, larguras de vias de veículos, vias de pedestres e de canteiro central e quantidade de faixas de rodagem.

A partir da definição dos fornecedores, foram executadas simulações no software DIALux com base na amostra inspecionada com as tipologias dos logradouros públicos apresentados no Diagnóstico Técnico e, dessa forma, foram simulados 65 logradouros públicos. Tais logradouros são simulados no referido *software* para cada um dos 3 fornecedores, totalizando, portanto, 195 simulações luminotécnicas.

Cabe ressaltar que, durante a definição da solução de iluminação pública (Potência, Fluxo Luminoso e Fotometria) de cada fornecedor definido para cada classe de iluminação, observaram-se necessidades de adequações estruturais e acréscimos de pontos de iluminação pública para correção de pontos escuros devido ao desacordo perante a norma ABNT NBR 5101:2018. Dessa forma, apresenta-se, a seguir, a metodologia utilizada nos projetos luminotécnicos dos logradouros inspecionados pela

⁸Philips, Tecnowatt e Unicoba.

⁹*Software* aberto, gratuito e líder mundial para planejamento, cálculo e visualização de iluminação interna e externa desenvolvido pela DIAL.

Relatório de Engenharia

amostra no tocante à necessidade de soluções técnicas na tipologia de montagem do logradouro para adequação à norma.

- Nos casos em que a solução de iluminação LED, de determinado fornecedor, não atendeu os requisitos normativos mínimos da ABNT NBR 5101:2018, avalia-se o ajuste angular na inclinação da luminária, limitando-se à faixa recomendada na referida norma entre 0 e 10°,
 - Quando o ajuste angular se mostrar necessário, o cadastro técnico da rede de iluminação pública deve possuir referida informação, com o intuito de auxiliar equipes de modernização durante a instalação das luminárias.
- Quando o ajuste não se mostrou capaz de atender à norma, propôs-se a adequação estrutural relativa à substituição de braços de iluminação pública por outros dotados de projeção e altura que melhor se adaptem ao logradouro sob análise. Os braços de iluminação pública utilizados nos projetos luminotécnicos foram apurados pela amostra e avaliados conforme especificações técnicas disponibilizadas no site da RGE, apresentados pela tabela a seguir:

Tabela 7-3 – Tipologia de braços de iluminação pública utilizados

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

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

- Caso a iluminação pública permaneça com requisitos inferiores aos mínimos estabelecidos pela norma mediante a proposição de alterações estruturais, considera-se simular fotometrias do mesmo fornecedor que apresentem maior potência;



Relatório de Engenharia

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

Por meio da metodologia apresentada, são propostas soluções técnicas em acordo com os critérios normativos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018 para a totalidade dos logradouros inspecionados localmente, balizando a modernização da rede municipal de iluminação pública.

7.1.2 Metodologia de correlação entre inventário e amostra inspecionada

Posteriormente à metodologia apresentada para a modernização nos logradouros amostrados, é importante extrapolar as soluções propostas para a rede de iluminação pública em sua totalidade. Nesse sentido, a metodologia de correlação entre o

Relatório de Engenharia

inventário da rede de iluminação pública¹⁰ e as proposições luminotécnicas de tecnologia LED para a amostra definida segundo a ABNT NBR 5426:1985 segue a seguinte ordem de procedimentos:

1. Definição do quantitativo de pontos de iluminação pública do inventário para vias de veículos e de pedestres, conforme apresentado na Seção 3;
2. Distribuição dos pontos de iluminação pública do inventário por potência existente;
3. Distribuição dos pontos de iluminação pública do inventário por classe de iluminação, com sua respectiva potência existente;
4. Definição da representatividade percentual das soluções de iluminação pública propostas de cada fornecedor por potência e classe de iluminação, conforme simulações executadas para os 65 logradouros;
5. Correlação da representatividade percentual das proposições de cada fornecedor por potência e por classe iluminação, com a distribuição de pontos de iluminação pública do inventário por potência e classe de iluminação.

Por meio dessa correlação entre inventário e amostra inspecionada, pode-se estabelecer a quantidade de pontos de iluminação pública por classe de iluminação e por potência atual, propondo as melhores soluções desenvolvidas via simulação luminotécnica. Dessa forma, possibilita-se a estimativa da efficientização a ser obtida mediante modernização, bem como quantitativo de alterações estruturais e quantitativo de correções de ponto escuro relacionados à totalidade da rede de iluminação pública.

7.2 Modernização e adequação da iluminação viária

7.2.1 Tipologias

As tipologias das vias de veículos utilizadas para execução dos projetos luminotécnicos corresponderam àquelas inspecionadas localmente a partir da

¹⁰ Inventário conforme definido no Relatório de Diagnóstico Técnico.

Relatório de Engenharia

metodologia estabelecida pela ABNT NBR 5426:1985 e apresentadas no Diagnóstico Técnico da Rede Municipal de Iluminação Pública. No ANEXO I, são apresentadas as 65 tipologias de montagem inspecionadas.

7.2.2 Projetos luminotécnicos

As propostas de intervenção levam em consideração a modernização e efficientização da rede de iluminação pública com a redução do consumo de energia elétrica, melhoria do nível de serviço e adequação dos projetos luminotécnicos para atendimento aos critérios estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018. Nesse sentido, foram desenvolvidos projetos luminotécnicos a fim de garantir que a modernização da rede de iluminação pública do município usufrua de todo o potencial de efficientização e garanta o atendimento à referida norma.

As simulações luminotécnicas basearam-se no software de iluminação DIALux evo, mediante utilização de luminárias LED disponibilizadas por 3 fornecedores. Os tópicos a seguir apresentam os parâmetros de montagem identificados para cada ponto da amostra.

- Tipo de posteação: Unilateral (PU), Bilateral Frontal (PBF), Bilateral Alternada (PBA) e no Canteiro Central (PC);
- Distanciamento entre postes;
- Projeção do braço;
- Número de lâmpadas por poste;
- Altura de instalação da luminária;
- Largura da via e número de faixas de rodagem;
- Largura de faixas destinadas ao estacionamento de veículos;
- Largura de canteiro central (caso o logradouro possua).

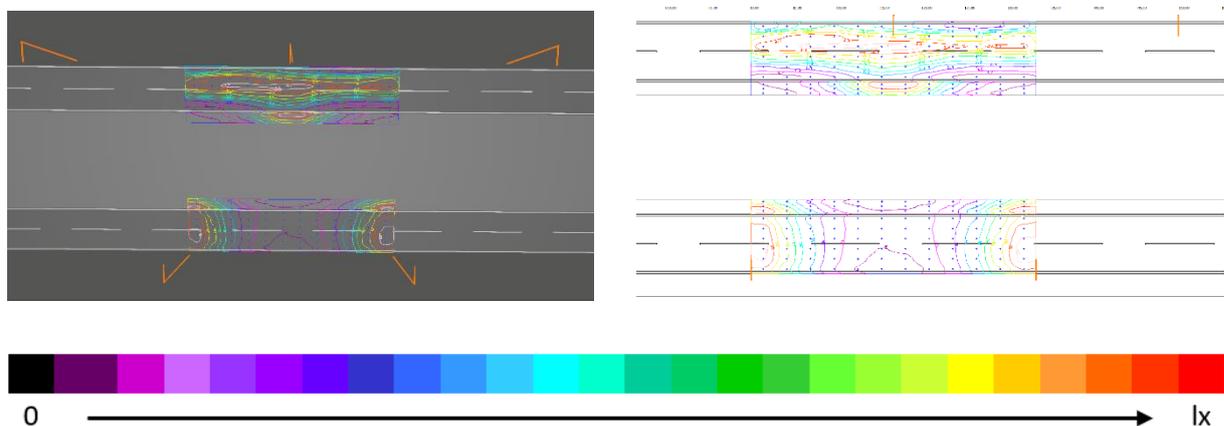
Além dos parâmetros de montagem inspecionados localmente na rede de iluminação pública do município, os projetos luminotécnicos consideraram as seguintes premissas técnicas:

Relatório de Engenharia

- Fator de Manutenção¹¹ estabelecido em 0,75;
- Utilização de curvas fotométricas de luminárias LED que estejam de acordo com a Portaria Nº 62 do INMETRO.
- Atendimento à ABNT NBR 5101:2018 dos critérios mínimos normativos de iluminância média e fator de uniformidade para vias V1 a V5 e luminância média e uniformidade global de luminância para vias V1 a V3;
- Atendimento à ABNT NBR 5101:2018 dos critérios mínimos normativos de iluminância média e fator de uniformidade para vias de pedestres de acordo com a classe de iluminação P1 a P4¹².

Os projetos luminotécnicos são desenvolvidos para pontos inspecionados localmente, totalizando os 65 logradouros. Cada projeto contempla soluções que melhor se adequam ao logradouro, considerando luminária de menor potência com fluxo luminoso suficiente para atender à norma ABNT NBR 5101:2018. A seguir, apresenta-se uma planta esquemática da simulação de um dos locais inspecionados, com resumo de resultados para um dos fornecedores considerados.

Figura 7-1 – Planta Esquemática – Av. Gabriel José de Almeida



¹¹ Fator que leva em consideração depreciação gradual do fluxo luminoso em função de acúmulo de sujeira na luminária e ao fim de sua vida útil.

¹² Nas simulações para avaliação da iluminação em vias de veículos foram avaliadas também a iluminação em vias de pedestres uma vez que, na maior parte dos logradouros inspecionados, a iluminação para vias de pedestres e veículos é feita de forma compartilhada.

Relatório de Engenharia

Local	Parâmetro				
	Iluminância Média Em [lx]	Uniformidade Média Uo	Luminância Média Lm [cd/m²]	Uniformidade Global Uo	Incremento Linear TI
Passeio 1	25,97	0,62	-	-	-
Passeio 2	25,87	0,62	-	-	-
Pista de Rodagem 1	32,31	0,42	2,52	0,57	15

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

No ANEXO IX, são apresentados os detalhes de cada simulação, informando a linha da luminária definida, resultados para requisitos normativos, propostas para adequações estruturais e de correção de ponto escuro.

7.2.3 Alterações estruturais para atendimento à NBR 5101

Como descrito na seção 1, nos casos em que a tipologia existente nos logradouros inspecionados localmente não possibilitou o atendimento à norma, foram propostas alterações estruturais como solução primária. As alterações estruturais consideram apenas as substituições de um tipo de braço por outro, baseando-se na Tabela 7-3. Dessa forma, na tabela a seguir apresentam-se os resultados para alterações estruturais referente aos braços dos logradouros constantes na amostra, consolidados a partir do ANEXO II.

Tabela 7-4 – Resultado de alterações estruturais em braços para os logradouros amostrados

Classe de Iluminação	Fornecedor	Quantidade de adequações estruturais
V1	L4	0
	L6	0
	L7	1
V2	L4	0
	L6	1
	L7	0
V3	L4	0
	L6	2
	L7	1
	L4	0

Relatório de Engenharia

Classe de Iluminação	Fornecedor	Quantidade de adequações estruturais
V4	L6	0
	L7	1
V5	L4	2
	L6	3
	L7	3

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

7.2.4 Correção de Pontos Escuros para atendimento à ABNT NBR 5101

À medida que as alterações estruturais propostas na seção anterior não foram capazes de fornecer requisitos luminotécnicos que atendessem à norma ABNT NBR 5101:2018, propôs-se adição de pontos de iluminação pública para a Correção de Pontos Escuros (CPE), conforme descrito na seção 7.1. Dessa forma, apresentam-se os resultados para correção de ponto escuro obtidos em relação à amostra na tabela a seguir.

Tabela 7-5 – Resultado de correção de ponto escuro para os logradouros amostrados

Classe de Iluminação	Fornecedor	Quant. de ocorrência de correção de pontos escuros
V1	L4	1
	L6	1
	L7	3
V2	L4	2
	L6	2
	L7	2
V3	L4	1
	L6	1
	L7	3
V4	L4	0
	L6	0
	L7	0
V5	L4	0
	L6	0
	L7	0

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

7.2.5 Resultados da correlação entre amostra e inventário da rede de iluminação pública do município

Por meio das proposições técnicas desenvolvidas para logradouros inspecionados localmente amostrados segundo a ABNT NBR 5426:1985, pode-se utilizar a metodologia de correlação entre inventário e amostra proposta para extrapolação dos resultados para a rede de iluminação pública em sua totalidade. No ANEXO IV, apresenta-se o resultado de correlação balizando os resultados apresentados nessa seção, divididos em fornecedores definidos para cada classe de iluminação.

Cabe ressaltar que foram constatadas luminárias LED instaladas em vias públicas no município, optou-se por substituí-las durante o período de modernização, de forma a se ter um parque de iluminação homogêneo e aderente aos índices luminotécnicos previstos na ABNT NBR 5101:2018.

Com o intuito de definir o total de braços de iluminação pública necessários para aquisição, estima-se o quantitativo de pontos com necessidade de adequação. A partir da diferença entre os braços antigos (aqueles atualmente instalados e em condições de reutilização) que podem ser reaproveitados e a necessidade de braços novos conforme projeto luminotécnico, tem-se a totalidade de aquisição de braços de iluminação pública. Apresenta-se o resumo para as necessidades de aquisição dos referidos braços na tabela a seguir.

Tabela 7-6 – Resultado de aquisição de braços para adequação estrutural

Classe de iluminação	Fornecedor	Quantidade para aquisição de braços
V1	L4	0
	L6	0
	L7	98
V2	L4	0
	L6	39
	L7	0
V3	L4	0
	L6	731



Relatório de Engenharia

Classe de iluminação	Fornecedor	Quantidade para aquisição de braços
	L7	139
V4	L4	0
	L6	0
	L7	985
V5	L4	447
	L6	658
	L7	658

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Cabe ressaltar que as opções apresentadas na tabela anterior correspondem aos três fornecedores simulados.

Como solução secundária para atendimento à norma ABNT NBR 5101:2018, consideraram-se ainda soluções relativas à correção de ponto escuro, a qual referem-se ao aumento necessário do número de pontos no logradouro.

Para extrapolação da CPE em relação à rede de iluminação pública, contabiliza-se o número de pontos adicionados aos logradouros inspecionados localmente e, posteriormente, calcula-se a representatividade percentual de cada uma das CPE em relação ao quantitativo de pontos existentes para cada classe de iluminação. Dessa forma, torna-se possível definir o quantitativo de cada tipo de CPE extrapolada para a rede de iluminação pública e a potência sugerida, divididos entre cada fornecedor e por classe de iluminação. A tabela a seguir apresenta as tipologias apuradas, conforme elencado pelo item 7.1.

Relatório de Engenharia

Tabela 7-7 – Resultados de CPE mediante metodologia de correlação entre inventário e amostra

Classe	Tipo de CPE ¹³	Tipo de Braço	Opção 1		Opção 2		Opção 3	
			Quantidade	Potência [W]	Quantidade	Potência [W]	Quantidade	Potência [W]
V1	APC	Médio I					72	115
V1	APC	Longo	36	110	36	141,5	36	115
V2	APES-2	Médio I	87	76	87	71,5	87	115
V3	APC	Médio I	116	61	116	87,9	116	68
V3	APC	Médio II					233	68
TOTAL			239	17.648	239	21.510,9	544	46.157

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Cabe ressaltar que as opções apresentadas na tabela anterior novamente correspondem aos fornecedores apresentados no item 7.1.

7.2.6 Nível de Eficientização

Por meio da correlação das potências propostas dentre os fornecedores selecionados para cada classe de iluminação e do aumento de potência em decorrência das correções de ponto escuro, foi calculado a efficientização obtida para cada um dos fornecedores e classe de iluminação. Os valores de efficientização são apresentados pela tabela a seguir.

Tabela 7-8 – Resultado de efficientização mediante metodologia de correlação entre inventário e amostra

Classe de iluminação	Fornecedor	Efficientização
V1	L4	4,62%
	L6	-20,98%
	L7	2,22%
V2	L4	19,07%

¹³ Legenda:

APC – Adição de poste compartilhado com a rede de distribuição de energia.

APES-2 – Adição de poste exclusivo para iluminação pública com rede de distribuição subterrânea e 2 luminárias.

Relatório de Engenharia

Classe de iluminação	Fornecedor	Eficientização
	L6	23,69%
	L7	-22,91%
V3	L4	49,48%
	L6	30,97%
	L7	41,35%
V4	L4	59,23%
	L6	48,65%
	L7	53,81%
V5	L4	76,20%
	L6	68,18%
	L7	75,41%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Nota-se que, em alguns casos, não houve efficientização positiva, nas classes V1 e V2, que receberam proposição significativa de correção de pontos escuros. Apesar disso, foi possível atingir uma boa efficientização total da rede de iluminação viária para dois dos fornecedores considerados, como pode ser visto em sequência.

A seguir, apresenta-se o cálculo da efficientização total da rede de iluminação viária considerando as três opções de fornecedores para cada classe.

Tabela 7-9 – Resultado de efficientização para a iluminação viária

Classe Viária	Potência Atual [W]	Fornecedor 1		Fornecedor 2		Fornecedor 3	
		Potência Proposta [W]	Eficien-tização	Potência Proposta [W]	Eficien-tização	Potência Proposta [W]	Eficien-tização
V1	92.899	88.604	4,62%	112.385	-20,98%	90.838	2,22%
V2	49.514	40.072	19,07%	37.782	23,69%	60.859	-22,91%
V3	618.219	312.335	49,48%	426.755	30,97%	362.603	41,35%
V4	353.502	144.125	59,23%	181.519	48,65%	163.269	53,81%
V5	1.324.826	315.259	76,20%	421.512	68,18%	325.821	75,41%
TOTAL	2.438.960	900.395	63,08%	1.179.952	51,62%	1.003.390	58,86%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

Para cada uma dessas opções há uma quantidade específica de pontos de IP a serem acrescentados para a correção de pontos escuros bem como adequações estruturais a serem realizadas. A tabela a seguir exhibe a quantidade de pontos acrescentados e adequações estruturais para cada opção.

Tabela 7-10 – Correção de Pontos Escuros e Adequação Estrutural

Classe Viária	Adequações Estruturais			Pontos para CPE		
	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 1	Opção 2	Opção 3
V1	0	0	98	36	36	108
V2	0	39	0	87	87	87
V3	0	731	139	116	116	349
V4	0	0	985	0	0	0
V5	447	658	658	0	0	0
TOTAL	447	1.428	1.880	239	239	544

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Aclara-se que a análise e definição sobre a opção mais vantajosa em termos de menor investimento à administração para alteração estrutural, correção de ponto escuro e modernização é atribuída ao relatório econômico-financeiro. Em tal relatório, avalia-se o cenário mais vantajoso sobre o ponto de vista econômico, uma vez que tecnicamente todas as opções cumprem integralmente aos requisitos estabelecidos pela norma ABNT NBR 5101:2018.

Relatório de Engenharia

8 MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO EM ÁREAS ESPECIAIS

8.1 Metodologia para modernização da iluminação em áreas especiais

A Iluminação em Áreas Especiais está relacionada com a iluminação pública destinada a praças, parques, campos de futebol, quadras e cemitérios. Dessa forma, trata-se cada um desses espaços públicos individualmente.

Em praças e parques do Município, buscou-se avaliar a qualidade e efetividade da distribuição com base em mapeamentos via satélite, visualização por meio da ferramenta de *Street View* do Google e registros fotográficos, além do nível de iluminação pública mensurado a partir de medições de iluminância nas inspeções locais. Dessa forma, é possível inferir áreas com baixa incidência de raios luminosos e, conseqüentemente, propor novas soluções. Além disso, nos espaços públicos que podem ser considerados efetivos em sua distribuição luminosa, utiliza-se a técnica de equivalência lumínica¹⁴ para propor soluções modernizadas nos referidos espaços.

Ressalta-se que, equivalência lumínica se baseia no fluxo luminoso nominal emitido pelas luminárias constantes no inventário da rede de iluminação pública, o qual é obtido por meio da eficiência luminosa (dada em lm/W) e da potência de cada luminária. Conseqüentemente, utiliza-se o fluxo luminoso nominal encontrado como parâmetro mínimo para a proposição de tecnologias LED, escolhendo-se as luminárias com menor potência que possuem fluxo luminoso maior ou igual ao nominal obtido por meio da metodologia de equivalência lumínica.

Através do levantamento das infraestruturas de iluminação dos campos e quadras, utilizando as informações estruturais coletadas em inspeção local e inventário disponibilizado, foi elaborado o plano de modernização destas áreas.

¹⁴ Método de transposição/*retrofit* de tecnologia ancorado na análise sobre o fluxo luminoso. Exemplo: Troca de Lâmpada de Vapor de Sódio de 100 W com fluxo luminoso de 6.800 lúmens para Luminária LED de 62 W com fluxo luminoso de 6.800 lúmens.

Relatório de Engenharia

Os cemitérios públicos do Município não possuem iluminação atualmente. Desta forma, apresenta-se proposição de acordo com o know-how deste consórcio, de forma a prover iluminação satisfatória e adequada para estes locais.

8.2 Modernização e Adequação da Rede de Iluminação Pública em Áreas Especiais

Para avaliação da equivalência lumínica, avalia-se a eficiência luminosa das diferentes tecnologias constantes no inventário da rede de iluminação pública, classificadas com o uso final destinado à iluminação de áreas especiais. As respectivas eficiências são apresentadas na tabela a seguir, divididas por tipo de tecnologia.

Tabela 8-1 – Eficiências luminosas utilizadas como base para equivalência lumínica

Tecnologia	Eficiência luminosa [lm/W]
Mista	68
Vapor metálico	68
Vapor de mercúrio	68
Vapor de sódio	68
Fluorescente	61
Halógena	18
Incandescente	15
Halopar	18
LED	100

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

8.2.1 Praças, Parques e Outros Locais

Por meio das eficiências luminosas apresentadas na tabela anterior e com base na metodologia apresentada na seção 8.1, torna-se possível encontrar o fluxo luminoso nominal das luminárias classificadas como IAE e, conseqüentemente, uma correlação com as luminárias orçadas junto aos fornecedores. Para o caso das praças, foi constatada a necessidade de melhoria da iluminação existente. Desta forma, foi proposta a substituição de luminárias atuais por outras de mesmo fluxo luminoso, com inserção de novos pontos para atender áreas de sombreamento. Para a proposição de iluminação de parques, foi utilizado o método de equivalência lumínica, pois constatou-se que a iluminação atual dos dois parques municipais avaliados é eficiente.

Relatório de Engenharia

As informações referentes à tecnologia e potência atuais presentes em praças, parques e outros locais públicos estão detalhado no ANEXO X. Além disso, neste mesmo anexo, estão detalhadas as propostas de modernização por tipo de fornecedor.

8.2.2 Campos de Futebol e Quadras Poliesportivas

Durante o levantamento da iluminação de campos e quadras poliesportivas verificou-se a existência predominante de luminárias que utilizam a tecnologia de baixa eficiência, como vapor de sódio e vapor metálico. Para a substituição destes pontos e para a proposição de iluminação de locais sem iluminação atualmente foram adotadas premissas técnicas com base no know-how deste Consórcio.

Considera-se que os campos e quadras listados não apresentam características de espaços para a execução de esportes em categorias profissionais, não havendo necessidade de atendimento a normas técnicas.

A relação dos pontos de iluminação pública em campos e quadras avaliados e as suas respectivas proposições de modernização e melhorias estão detalhadas no ANEXO X deste relatório. Como poderá ser observado no anexo, foi sugerido o acréscimo de estruturas e luminárias para melhor distribuição do fluxo desses locais.

8.2.3 Cemitérios públicos

Durante o levantamento de cemitérios públicos existentes no Município, constatou-se a existência de dois cemitérios públicos, ambos sem iluminação instalada. Dessa forma, conforme estabelecido pela metodologia da seção 7.1, propõe-se a modernização da iluminação pública existente, conforme a tabela a seguir.

Tabela 8-2 – Propostas de modernização da iluminação em cemitérios públicos

Tecnologia	Opção 1		Tecnologia	Opção 2	
	Potência [W]	Quantidade		Potência [W]	Quantidade
LED	52	12	LED	60	12
LED	195	12	LED	205	12
TOTAL	2.964	247	TOTAL	3.180	247

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

8.2.4 Resultados técnicos para modernização e adequação da rede de iluminação pública em Áreas Especiais

Com base nas propostas de modernização para IAE estabelecidas ao longo da presente seção, é possível avaliar a efficientização alcançada mediante a comparação da potência total proposta e custo de cada opção de fornecedor de forma a se escolher a proposição de melhor custo-benefício. Tal escolha será feita a partir do modelo econômico financeiro. A tabela a seguir exibe os resultados da modernização para os fornecedores analisados.

Matriz

Belo Horizonte - MG
Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia
CEP: 30.150-330
Contato: +55 (31) 3508-7375

Escritórios

São Paulo - SP
Cuiabá - MT
Campo Grande - MS
Três Lagoas - MS
Teresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG

Tabela 8-3 – Eficientização para Iluminação de Áreas Especiais

Tipo de Local	Situação atual		Proposição 1			Proposição 2		
	Quantidade de pontos de IP	Potência Total Atual [W]	Quantidade de Pontos de IP Proposta	Potência Total Proposta [W]	Eficientização	Quantidade de Pontos de IP Proposta	Potência Total Proposta [W]	Eficientização
Praças, Parques e outros locais	463	41.016	548	31.520	23%	548	33.813	18%
Cemitérios	0	0	24	2.964	-	24	3.180	-
Campos e Quadras	76	11.367	378	69.000	-507%	378	71.130	-526%
Total	539	52.383	950	103.484	-98%	950	108.123	-106%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Ressalta-se que a não efficientização de campos, quadras, cemitérios e do total geral é devido a quantidade exacerbada de áreas sem iluminação e de locais onde essa é de qualidade baixa, ocasionando assim um aumento considerável no número de pontos destinados a IAE, especialmente nos campos e quadras, que possuem grande quantidade de locais e poucos pontos de iluminação instalados.

9 EXPANSÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

9.1 Metodologia para expansão da rede de iluminação pública

Como um dos escopos do estudo tratado neste documento, tem-se a avaliação do aumento anual do número de pontos da rede de iluminação pública, conceituado como expansão da rede de iluminação pública. A metodologia utilizada baseia-se na avaliação de informações disponibilizadas pela prefeitura, nas quais constam o quantitativo de pontos de iluminação pública. Dessa forma, torna-se possível estimar o crescimento de pontos anual com base nas datas dos documentos disponibilizados.

Adicionalmente à metodologia que baliza a definição do quantitativo anual ampliado e incorporado ao longo da concessão, torna-se importante prever como estruturalmente a expansão ocorrerá. Nesse sentido, com base nas diretrizes estabelecidas pelas normas das empresas distribuidoras e pela inspeção de campo promovida e relatada no Relatório de Diagnóstico Técnico, foi possível elaborar composições de estruturas de expansão da rede de iluminação pública. Na sequência à definição das estruturas, quantificou-se o número de pontos de iluminação pública incrementados anualmente por composição tendo por premissa a realidade existente no Município.

9.2 Expansão da rede de iluminação pública

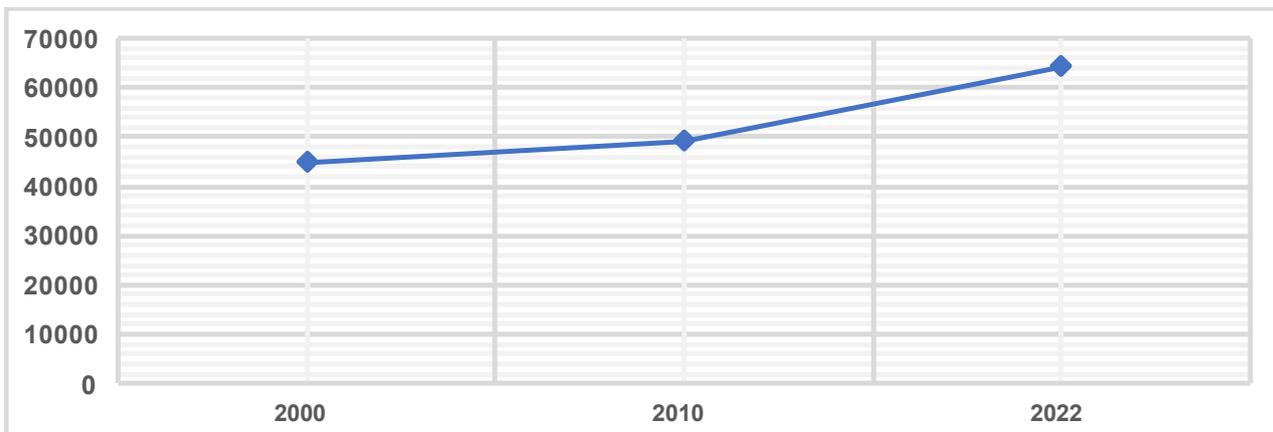
A análise da expansão da rede de iluminação pública consiste em avaliar o quantitativo de pontos de iluminação pública acrescidos anualmente à responsabilidade da Prefeitura do Município.

Para a estimativa de expansão anual, analisou-se o crescimento populacional do município entre os anos de 2000 a 2022¹⁵ conforme apresenta-se na figura a seguir:

¹⁵Dados do IBGE, disponível em <[Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação | IBGE](#)>

Relatório de Engenharia

Figura 9-1 – Crescimento Populacional do Município



Fonte: IBGE - Elaborado por Houer Concessões (2023)

Durante o período apresentado, o município apresentou sua taxa média de crescimento populacional de 1,68% ao ano. A média foi estabelecida a partir da razão entre as taxas exibidas na tabela abaixo e o intervalo de tempo entre essas.

Tabela 9-1 – Taxa de Crescimento Populacional entre 2010 e 2020

Ano	Taxa de Crescimento Populacional
2010	9,26%
2022	31,05%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Portanto, a taxa de expansão definida para o projeto foi de 1,68%.

Ressalte-se que o contrato de concessão irá prever um número inicial de créditos para utilização imediata pelo Município para fazer frente à necessidade estimada atual de atendimento à demanda reprimida, tratando, com isto, as deficiências correntes em termos de falta de pontos. Portanto, o estabelecimento do número de pontos de IP para ampliação futura observa somente aquela necessidade oriunda da expansão estimada da infraestrutura do Município, que, nesta proposta, utiliza como *proxy* o crescimento populacional. Desta forma, o crescimento projetado é equivalente a uma expansão anual média de 379 pontos de IP por ano. Entende-se que a referida taxa contempla duas formas de expansão da rede de iluminação pública, sendo:

Relatório de Engenharia

- **Ampliação:** Demandas de novos pontos de iluminação pública ocasionadas por extensão da rede de iluminação a partir da ampliação de logradouro público existente ou de novo logradouro público cuja responsabilidade de implementação é do Município;
- **Crescimento Vegetativo:** Demandas de pontos de iluminação pública os quais serão instalados por terceiros e, posteriormente à sua implantação, tornam-se responsabilidade do Município;

A tabela a seguir os resultados obtidos para ampliação, crescimento vegetativo e expansão da rede de iluminação pública.

Tabela 9-2 – Distribuição da taxa de expansão

Parâmetro	Quantitativo	% da taxa de expansão
Ampliação	190	50%
Crescimento Vegetativo	190	50%
Taxa de expansão	379	100%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Apresentam-se a seguir, as seções referentes a definição das estruturas para ampliação da rede de iluminação pública e da distribuição dos pontos de iluminação pública estabelecidos como ampliação anual ao longo de toda a concessão da rede de iluminação pública.

9.2.1 Estruturas para ampliação da rede de iluminação pública

Para os pontos de ampliação são propostas as estruturas apresentadas a seguir, definidas de acordo com as normas da empresa distribuidora e com as características da rede de iluminação pública, obtidas a partir da análise da inspeção de campo realizada durante o Diagnóstico Técnico.

- **Estrutura 1:** instalação de braço de iluminação pública com projeção horizontal de até 1,5 m;
- **Estrutura 2:** Instalação de ponto de IP em braço médio com projeção horizontal até 2 m



Relatório de Engenharia

- Estrutura 3: Instalação de ponto de IP em braço longo com projeção horizontal até 3 m;
- Estrutura 4: extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 200 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 1,5 m;
- Estrutura 5: extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 200 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 2,5 m;
- Estrutura 6: extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 200 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 3,5 m;
- Estrutura 7: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço 9 m, tipo chicote simples, com suporte para 1 luminária;
- Estrutura 8: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço 9 m, tipo chicote duplo, com suporte para 1 luminária;
- Estrutura 9: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 4 m com suporte núcleo 1 luminária;
- Estrutura 10: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 4 m com suporte núcleo 2 luminárias;
- Estrutura 11: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 12 m com suporte núcleo 3 luminárias;
- Estrutura 12: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 12 m com suporte núcleo 4 luminárias;
- Estrutura 13: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de concreto circular 14 m com suporte cruzeta para 8 refletores;
- Estrutura 14: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 6 m com suporte cruzeta para 2 refletores;
- Estrutura 15: extensão rede de distribuição aérea (RDA), em cemitérios, exclusiva com poste de concreto circular 9 m e 200 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 1,5 m, para IAE;



Relatório de Engenharia

- Estrutura 16: extensão de rede de distribuição aérea (RDA), em praças públicas, com poste de concreto circular 9 m e 200 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 1,5 m;
- Estrutura 17: Remoção de poste de aço;
- Estrutura 18: Substituição de 1 núcleo para suporte de 2 núcleos.
- Estrutura 19: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de concreto circular 11 m;
- Estrutura 20: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de concreto circular 10 m;
- Estrutura 21: extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de concreto circular 8 m;
- Estrutura 22: Suporte cruzeta para 2 refletores;
- Estrutura 23: Suporte cruzeta para 3 refletores;
- Estrutura 24: Suporte cruzeta para 4 refletores;
- Estrutura 25: Remoção de poste de concreto.

Cabe ressaltar que as estruturas apresentadas nesta seção correspondem às mesmas utilizadas como base para as proposições de soluções de iluminação, abordadas nas seções 7.2 e 8.2.

9.2.1.1 Determinação de quantitativos de ampliação por tipo de estrutura

A discriminação do quantitativo de cada uma dessas estruturas é fundamental para determinação dos custos de investimentos. Para a determinação da quantidade de pontos de cada estrutura, assume-se representatividade percentual das estruturas tendo por base a inspeção de campo realizada com base na amostra definida pela ABNT NBR 5426, nos resultados e informações apurados pelo Diagnóstico Técnico da Rede Municipal de Iluminação Pública e os estudos luminotécnicos realizados para adequação e modernização da rede iluminação pública. Nesse sentido, assumem-se as seguintes premissas:

- No tocante à adição de braços de iluminação pública em postes já instalados para a distribuição de energia elétrica, prevê-se a utilização de 154 pontos referentes ao crescimento da rede de distribuição, distribuídos entre vias de

Relatório de Engenharia

classe de iluminação V2, V3, V4 e V5, tendo-se por base a representatividade entre classes apresentada na seção **Erro! Fonte de referência não encontrada.** do presente relatório e os estudos luminotécnicos realizados para adequação e modernização da rede iluminação pública;

- Para a RDA foram previstos 17 dos pontos de iluminação previstos para ampliação, referentes a inserção de novos pontos ou adequação da rede de iluminação pública, distribuídos entre vias de classe de iluminação V2, V3, V4 e V5 tendo-se por base a representatividade entre classes apresentada no item **Erro! Fonte de referência não encontrada.** do presente relatório e os estudos luminotécnicos realizados para adequação e modernização da rede iluminação pública;
- Para a RDS, há 21 pontos previstos, distribuídos entre vias de classe de iluminação V1, V2 e IAE, tendo-se por base a representatividade entre classes apresentada na seção **Erro! Fonte de referência não encontrada.** do presente relatório;

A distribuição dos pontos de iluminação pública para ampliação anual a partir das premissas supracitadas é apresentada na tabela a seguir.

Tabela 9-3 – Distribuição dos pontos destinados à ampliação por estrutura

#	% dos pontos de ampliação	Representatividade	Classe de Iluminação	Quantidade
1	26,59%	21,02%	V5	40
		5,57%	V4	11
2	44,45%	40,64%	V3	77
		3,82%	V2	7
3	9,97%	9,97%	V1	19
4	2,95%	2,34%	V5	4
		0,62%	V4	1
5	4,94%	4,52%	V3	9
		0,42%	V2	1
6	1,11%	1,11%	V1	2
7	5,31%	1,88%	V2	4
		3,43%	V1	7
8	0,59%	0,21%	V2	-
		0,38%	V1	1
9	4,08%	0,00%	IAE	-

Relatório de Engenharia

#	% dos pontos de ampliação	Representatividade	Classe de Iluminação	Quantidade
10		0,60%	IAE	1
11		0,00%	IAE	-
12		0,05%	IAE	-
13		0,00%	IAE	-
14		0,00%	IAE	-
15		0,21%	IAE	-
16		0,00%	IAE	-
17		0,00%	IAE	-
18		0,00%	IAE	-
19		0,88%	IAE	-
20		0,00%	IAE	-
21		0,42%	IAE	-
22		0,74%	IAE	-
23		0,00%	IAE	-
24		1,17%	IAE	-
25		0,00%	IAE	-

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Aclara-se que os itens na tabela anterior que constam “-” não foram selecionados para compor a ampliação da rede de iluminação pública. Entretanto, essas mesmas estruturas são fundamentais para elaboração do banco de créditos de iluminação pública, mecanismo de flexibilização dado à administração pública no que tange expansão e cuja apresentação ocorrerá no Caderno de Encargos.

9.2.1.2 Definição da solução de iluminação pública

A definição da tecnologia de iluminação para cada estrutura definida para ampliação da rede municipal de iluminação é ancorada na solução de potência com maior recorrência para cada classe de iluminação por fornecedor. Nessa linha, a classe de iluminação da estrutura define a potência a ser utilizada.

A correlação entre as potências sugeridas e classes de iluminação são apresentadas na tabela a seguir:



Relatório de Engenharia

Tabela 9-4 – Potências das luminárias definidas para ampliação por classe de iluminação

Classe de Iluminação	Fornecedor	Potência [W]
V1	L4	110
	L6	115
	L7	141
V2	L4	79
	L6	115
	L7	141,5
V3	L4	61
	L6	68
	L7	87,9
V4	L4	41
	L6	51
	L7	52
V5	L4	24
	L6	30
	L7	30
IAE	L4	100
	L6	100

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

9.2.2 Crescimento Vegetativo

O crescimento vegetativo corresponde ao aumento do número de pontos de iluminação pública os quais se tornam responsabilidade do Município posteriormente à sua instalação por terceiros. Cabe ressaltar que os pontos de crescimento vegetativo devem estar de acordo com a norma ABNT NBR 5101:2018.

Como premissa técnica, assume-se que os pontos de iluminação pública advindos do crescimento vegetativo estarão nas classes V4 e V5. Além disso, sugerem-se as potências com maior representatividade para a referida classe de iluminação, obtidas mediante à correlação entre o inventário da rede de iluminação pública e os logradouros inspecionados. A tabela a seguir apresenta a proposição para os pontos de crescimento vegetativo e a respectiva potência para cada um dos fornecedores.

Relatório de Engenharia

Tabela 9-5 – Proposição para pontos de crescimento vegetativo

Classe de iluminação	Fornecedor Proposto	Potência Proposta [W]
V5	L4	24
	L6	30
	L7	30
V4	L4	41
	L6	51
	L7	52

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

9.3 Demanda Reprimida

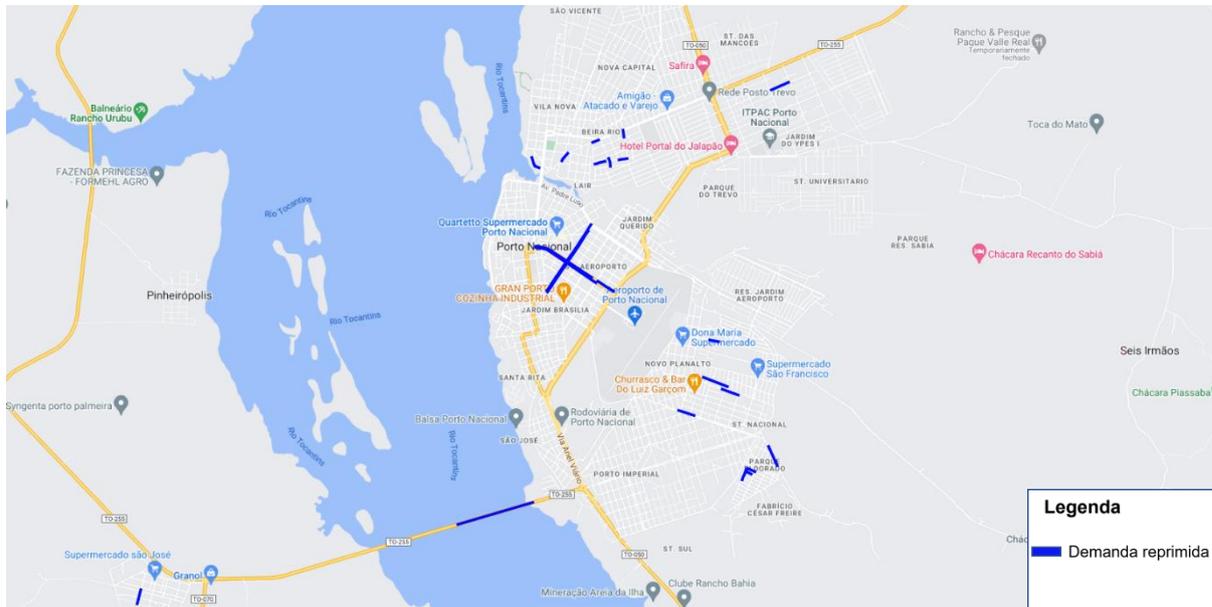
Associada ao conceito de expansão da rede de iluminação pública, tem-se a demanda reprimida. Tal demanda está relacionada com a necessidade de novos pontos de iluminação pública em logradouros públicos já existentes e que são selecionados pela iluminação pública inexistente ou existente apenas parcialmente ao longo de sua extensão.

O quantitativo de pontos caracterizados como demanda reprimida foi elaborado a partir de análise dos pontos de iluminação georreferenciados, contidos no inventário fornecido pela Prefeitura. Com base nessas informações, e considerando a classificação das vias, foi possível determinar os logradouros que necessitam da instalação de novos pontos de iluminação. A figura a seguir exibe a marcação de vias com essas características do Município.



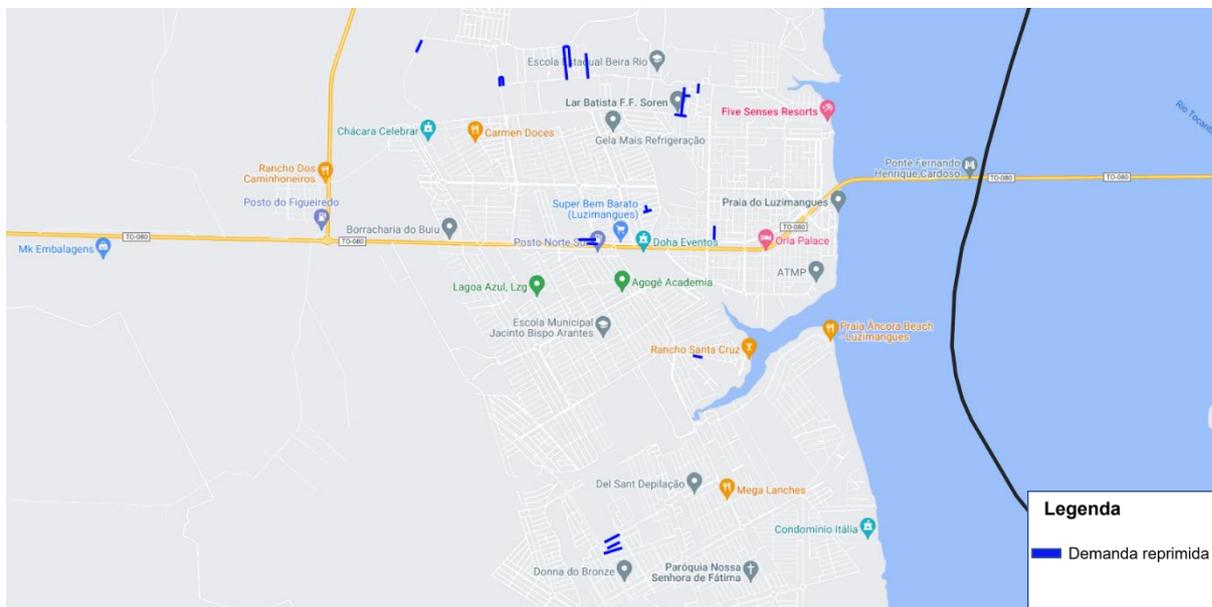
Relatório de Engenharia

Figura 9-2 – Logradouros com Demanda Reprimida



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023).

Figura 9-3 – Logradouros com Demanda Reprimida



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023).

Relatório de Engenharia

Com base nessas marcações, verificou-se que a extensão total das vias com demanda reprimida é de 11,01 Km com iluminação pública inexistente em vãos acima de 70 metros. A seguir são apresentados os quantitativos de pontos levantados de acordo com os pontos isolados e extensão das vias com distância entre postes de 35 m.

Tabela 9-6 – Áreas com deficiência de iluminação pública

Tipo de deficiência	Extensão [Km]	Quantidade de Pontos estimada
Demanda Reprimida	11,01	314

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

A tabela a seguir exibe a distribuição dos pontos de iluminação referentes à demanda reprimida de acordo com as estruturas de ampliação definidas na seção 9, com o intuito de elencar os custos derivados do aumento de pontos por demanda reprimida.

Tabela 9-7 – Relação da demanda reprimida com classe de iluminação e estruturas

Estrutura de Ampliação	Classe	Quantidade de pontos	%
1	V5	152	48,50%
	V4	40	12,84%
2	V3	63	20,06%
	V2	0	0,00%
3	V1	25	8,07%
4	V5	17	5,39%
	V4	4	1,43%
5	V3	7	2,23%
	V2	0	0,00%
6	V1	3	0,90%
7	V2	0	0,00%
	V1	2	0,59%
8	V2	0	0,00%
	V1	0	0,00%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

10 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELEGESTÃO

A presente seção busca apresentar as funcionalidades do Sistema de Telegestão e suas especificações técnicas, de forma a viabilizar tecnicamente a utilização de tal solução de controle e comando para a rede de iluminação do Município.

10.1 Benchmarking de soluções de Tecnologias de Comando e Controle Remoto da Rede de Iluminação Pública

As soluções integradas de comando e controle remoto incluem atualmente relé fotoeletrônico e telegestão. Nas subseções abaixo são apresentadas as principais vantagens e desvantagens de cada uma¹⁶.

A utilização de relés fotoelétricos, também chamados de fotocélulas, nos pontos de luz permite controlar de forma automática o funcionamento dos pontos de iluminação pública.

Figura 10-1 – Vantagens e desvantagens do relé fotoeletrônico

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta baixo custo de aquisição e troca de peças. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não permite a programação de desligamentos à distância; - Não permite a “dimerização”; - Não é capaz de controlar as lâmpadas que, por alguma falha, estejam acesas durante o dia ou apagadas durante a noite; - Impreciso no acionamento/desligamento de lâmpadas, apresentando uma alta taxa de lâmpadas apagadas a noite ou acesas de dia; - Não realiza medições do consumo de energia; - Não é capaz de individualizar as medições por lâmpada; - Não permite a programação de regime de operações customizado; - Não possibilita gravar operações realizadas (log de eventos).

Fonte: EPB – Estudo de Belo Horizonte (2015 – Adaptado Houer Concessões)

¹⁶ PROJETOS, EPB ESTRUTURADORA BRASILEIRA DE PROJETOS, “Estruturação da Concessão da Rede de Iluminação Pública de Belo Horizonte,” 2015.

Relatório de Engenharia

O sistema de telegestão permite as atividades de gerenciamento, controle e monitoramento do parque de iluminação pública. A seguir apresentam-se as vantagens e desvantagens do sistema de telegestão.

Figura 10-2 – Vantagens e desvantagens do sistema de telegestão

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> - Permite o acionamento e desligamento automático das lâmpadas de acordo com a incidência solar ou em horário programado; - Permite “dimerização” da lâmpada e/ou da luminária; - É capaz de identificar as lâmpadas que, por alguma falha, estejam acesas durante o dia ou apagadas durante a noite; - Realiza medições do consumo de energia; - É capaz de individualizar as medições por lâmpada; - Permite a sincronização com unidade de referência de tempo; - Possibilita gravar operações realizadas e regimes programados; - Possui alta precisão no acionamento/desligamento de lâmpadas; - Realiza log de eventos; - Podem apresentar a opção Constant Lumen Output (LCO) que compensa a depreciação de lumens da lâmpada ao evitar o excesso de luz no início de sua vida útil¹³; - Podem apresentar a opção Selective Dynamic Lumen Output (SDLO) que controla a intensidade de iluminação em função da densidade de tráfego; - Combinados a dimerização, o LCO e o SDLO podem proporcionar um ganho de até 40% de energia em relação à fotocélula. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exige maior valor de investimento, apesar da tendência de diminuição do preço com desenvolvimento da tecnologia e aumento da escala de produção; - Apresenta alto custo de troca das peças e de manutenção uma vez que exige mão de obra especializada; - Seu funcionamento está ligado à capacidade de transmissão de dados do ponto, sendo susceptível a interferências e falhas de comunicação; - Necessita de suporte técnico do fabricante do sistema; - Inexistência de portaria no INMETRO para certificação do dispositivo; - Necessita de atualização periódica do sistema.

Fonte: EPB – Estudo de Belo Horizonte (2015 – Adaptado Houer Concessões)

A tabela a seguir apresenta análise comparativa das soluções de comando e controle que permitem o acionamento dos pontos de iluminação pública. Essa análise mostra que o aumento do nível de automação apresenta benefícios para operação e gestão do parque, entretanto, acarreta incremento dos custos de investimento.

Relatório de Engenharia

Tabela 10-1 – Comparativo das Soluções Tecnológicas de Comando e Controle

Critério	Solução	
	Fotocélula	Telegestão
Baixo custo de aquisição e troca de peças	✓	✗
Acionamento automático das lâmpadas ao anoitecer e desligamento automático ao amanhecer	✓	✓
Controle e acionamento à distância	✗	✓
“Dimerização”	✗	✓
Controle e gestão de lâmpadas apagadas durante a noite e acesas durante o dia	✗	✓
Controle de inventário	✗	✓
Atuação individualizada à distância	✗	✓
Sincronização com unidade de referência de tempo	✗	✓
Gravar operações e regimes programados	✗	✓
Medição do consumo de Energia	✗	✓
Gera log de eventos	✗	✓
Alta Confiabilidade	✗	✓

Fonte: EPB – Estudo de Belo Horizonte (2015 – Adaptado Houer Concessões)

A tabela a seguir exibe um levantamento de projetos de iluminação pública recentes em que foram implantados sistemas de telegestão. Pode-se observar que se trata de municípios com realidades diversas e, dentro de cada uma, foi projetada uma configuração de sistema de telegestão que mais se adequa, de acordo com a seleção de classes atendidas com a tecnologia. Destaca-se que com exceção dos municípios de Ribeirão das Neves e São Paulo, a tendência de mercado é implantação de sistema de telegestão em vias classificadas em vias V1, V2 e V3.

Tabela 10-2 – Levantamento de Projetos de IP Recentes

Cidade	Número de Pontos	% da Rede Contemplada com Telegestão	Classes Viárias com Telegestão
Angra dos Reis	20.564	11,00%	V2 e V3
Belém	85.400	40,90%	V1 e V2
Belo Horizonte	179.155	23,00%	V1 e V2
Feira de Santana	60.500	23,00%	V1, V2 e V3
Franco da Rocha	10.413	18,17%	V2 e V3
Porto Alegre	101.487	20,06%	V1 e V2

Relatório de Engenharia

Cidade	Número de Pontos	% da Rede Contemplada com Telegestão	Classes Viárias com Telegestão
Ribeirão das Neves	26.486	100,00%	V1, V2, V3, V4 e V5
São Paulo	625.000	100,00%	V1, V2, V3 e V4
Teresina	87.080	31,71%	V1, V2 e V3
Uberlândia	86.742	23,70%	V1, V2 e V3
Petrolina	39.377	15,12%	V1 e V2
Macapá	33.814	22,23%	V2 e V3
Curitiba	163.000	29,35%	V1, V2 e V3
Vila Velha	34.930	16,97%	V1, V2 e V3
Jaboatão dos Guararapes	46.742	21,35%	V1, V2 e V3

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023).

10.2 Estrutura operacional do sistema de telegestão

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

Figura 10-3 – Estrutura operacional do Sistema de Telegestão



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Os telecomandos controladores das luminárias (1) comunicam-se com o concentrador (2) através de protocolos abertos de comunicação. As informações são coletadas pelos concentradores dotados de conexão com *internet* para que possam transmitir as informações ao servidor de telegestão (3), esse, por sua vez, armazena e

Relatório de Engenharia

disponibiliza as informações à central de controle (4) localizada no centro de controle operacional (CCO).

Apresentam-se nos itens subsequentes as características de operação bem como as especificações técnicas para os componentes do Sistema de Telegestão: central de controle, servidor, concentrador e controlador.

10.2.1 Conectividade

A concessionária deve prover conectividade, garantindo a comunicação entre os dispositivos de controle do Sistema de Telegestão instalados nos pontos de iluminação pública, a plataforma para controle do Sistema de Telegestão e o CCO. A conectividade deve estabelecer comunicação bidirecional de informações entre os pontos de iluminação pública com Sistema de Telegestão e o CCO, de forma a permitir que o CCO envie informações de comando para os pontos de iluminação pública e que estes, por meio de seus dispositivos de controle, enviem informações referentes ao estado operacional do ponto de iluminação pública.

A rede de conectividade, a ser estabelecida pela concessionária, deverá minimamente:

- Garantir cobertura de dados em todos os pontos de iluminação pública implantados com o Sistema de Telegestão;
- Estender os limites de tamanho e velocidade da comunicação dos dados, caso a aplicação de telegestão assim necessite;
- Ter escalabilidade;
- Funcionar em frequência autorizada e regulamentada pela ANATEL para esta natureza de serviço;
- Operar em alta disponibilidade e redundância de rede, garantindo mecanismos de auto recuperação e roteamento automático em caso de falha;
- Garantir estrutura de rede com suporte a padrões abertos.

10.2.2 Características básicas da plataforma do Sistema de Telegestão

A plataforma do Sistema de Telegestão deverá estar integrada aos serviços operacionais que compõem o Centro de Controle Operacional (CCO) e ao sistema



Relatório de Engenharia

informatizado de gestão da operação e manutenção da rede iluminação pública, definido como Sistema Central de Gestão Operacional (SCGO).

Cabe à concessionária implantar plataforma para controle do Sistema de Telegestão no Centro de Controle Operacional que garanta minimamente:

- Operação simultânea de múltiplas telas de controle em diversas localidades, por qualquer nível de usuário a qualquer tempo;
- Tecnologia confiável de criptografia com um alto nível de segurança para as operações do sistema. A operação deverá ser segura e protegida contra qualquer tipo de anomalia externa, assegurando a segurança em órgão certificador internacional;
- Integridade dos dados pelo prazo de 12 meses;
- Armazenamento de dados, por redundância, em pelo menos duas localidades diferentes, para garantir que independentemente das adversidades naturais, a confiabilidade do armazenamento e o resgate de informações possa ser feito a qualquer momento. A replicação de dados deverá ser instantânea e automática, permitindo acesso instantâneo a eles em caso de algum evento ou anomalia externa. A infraestrutura do servidor deverá seguir as diretrizes estabelecidas pela ISO 27.001 e ter elevada disponibilidade de forma a garantir segurança dos dados;
- Atualizações de maneira remota e segura. As atualizações devem ser instaladas automaticamente e sem causar distúrbios à operação da rede municipal de iluminação pública;
- Fácil incorporação de tecnologias de iluminação abertas existentes (incluindo tecnologia 0-10V, DALI, entre outras);
- Comunicação dos computadores/servidores com outros sistemas de internet de maneira aberta, padronizada e documentada. Utilizando plataformas de *Web*, a plataforma para controle do Sistema de Telegestão deverá:
 - Apresentar Interface *web* amigável, disponível em idioma português, podendo ser visualizada a partir de qualquer dispositivo com um



Relatório de Engenharia

- navegador comum e deve suportar protocolos abertos de controle (por exemplo, HTTP, XML, REST, SOAP);
- Possuir capacidade de gerenciar um elevado volume de dispositivos, relatórios e outras funções sem a necessidade de instalação física de nenhum *software* específico para gerenciamento;
 - Deve ser capaz de exibir os pontos de iluminação pública em base cartográfica georreferenciada, visualizar a planta de iluminação pública em mapa ou foto de satélite com *zoom* e *street view*;
 - Relatórios de dados históricos ilimitados referentes às falhas, ocorrências e medições, podendo ser exportados em arquivos;
 - Comandos de controle, monitoramento e consulta da rede de iluminação em tempo real e agendado;
 - Capacidade de gerar diário completo de eventos (*log*) para cada um dos pontos de iluminação pública.
- Agrupamento de luminárias em grupos, permitindo sobreposição e consulta de grupos;
 - Configuração de programas e rotinas para controle, monitoramento e consulta;
 - Programações configuráveis em casos de falhas, ocorrências, alarmes e avisos de advertência (sobretensão e subtensão na entrada do *driver*, sobrecorrente do *driver*, variação do fator de potência);
 - Identificação dos tipos de falhas nas luminárias (como cintilante, apagada ou acesa, fora dos horários de operação), sendo a visualização de tais falhas automáticas e em tempo real;
 - Medição do consumo de energia discriminado por ponto de iluminação pública e totalizado conforme os seguintes procedimentos de faturamento:
 - Padrão: baseado no tempo determinado pela ANEEL de 11 horas e 28 minutos;
 - Medido: consumo real medido por medidor interno;
 - Estimado: tempo real aceso e potência nominal da luminária e de seus equipamentos auxiliares.



Relatório de Engenharia

- Medição e monitoramento (valores instantâneos e eficazes) em tempo real de tensão, corrente e potência ativa;
- Estado de conexão da comunicação de todos os elementos, incluindo capacidade de armazenamento e de memória;
- Registro dos momentos de retorno ao funcionamento;
- Capacidade de registro de ordem de serviço bem como o fechamento dela, indicando ciência ao usuário;
- Capacidade de agrupar alertas e falhas iguais emitidas para um conjunto de luminárias ou luminária individualizada em uma única ordem de serviço;
- Registro de horas de operação para cada luminária;
- Exportação de mapas em formato KMZ (*Google Earth*) de forma nativa e interativa, sem customização por meio de código fonte;
- Exportação de resultados e informações do Sistema de Telegestão em formato CSV e XML de forma nativa e interativa, sem customização por meio de código fonte;
- Geração de relatórios gerenciais que permitam visualização de mapas digitais com visualização georreferenciada dos pontos de iluminação pública, gráficos e demonstrativos;
- Mecanismos de segurança de informação do sistema.

A plataforma para controle do Sistema de Telegestão também deverá estar integrada aos serviços de operação e manutenção da rede municipal de iluminação pública, no sentido de corroborar na execução dos serviços de ordem corretiva e preditiva, principalmente, segundo as diretrizes expressas a seguir:

- Ordem corretiva: o Sistema de Telegestão deverá alertar ao CCO, em casos de identificação de falhas operacionais nos pontos de iluminação pública, através de ordem de serviço com as informações necessárias para análise;
- Ordem preditiva: dentre as funcionalidades do Sistema de Telegestão está o monitoramento em tempo real da tensão de alimentação das luminárias. Caso seja configurado elevação de tensão acima do determinado por resolução da ANEEL, o sistema deve gerar relatório para ação preditiva no ponto em que houve violação de tensão.



Relatório de Engenharia

10.2.3 Dispositivo de Controle do Sistema de Telegestão

O dispositivo de controle do Sistema de Telegestão disponível nos pontos de iluminação definidos, apresenta-se como peça chave na efetivação do Sistema de Telegestão ao estabelecer a comunicação entre pontos de iluminação pública e os concentradores.

Os dispositivos de controle do Sistema de Telegestão, minimamente, devem cumprir as especificações estabelecidas a seguir.

- Permitir o recebimento de controle individual ou em grupo para mensagens e comandos de liga/desliga, dimerização e calendários de operação. Cada dispositivo de controle deve receber seu próprio relógio astronômico (carta solar), a depender de sua posição georreferenciada e do calendário de dimerização alocado ao dispositivo;
- Os dispositivos de campo deverão ser controlados através do mesmo ambiente da plataforma de telegestão, independente da tecnologia adotada em campo;
- Atualização de sistemas e configurações de parâmetros internos de forma remota – *Over The Air* (OTA);
- Capacidade de reconexão automática com o servidor da aplicação (*watchdog*) para monitoramento de serviços do seu sistema operacional e testes de conectividade;
- Certificação da ANATEL;
- Disponibilidade de fotômetro de alta precisão para controle de iluminância externa a fim de monitorar ou programar remotamente o instante de acionamento das luminárias LED;
- Comunicação em tempo real entre o ponto de iluminação pública e o concentrador;
- Capacidade de dimerização entre 1% a 100%;
- Capacidade (*soft real-time*) de ligar ou desligar a luminária remotamente e por meio de programação agendada ou direta;
- Monitoramento e coleta de dados, incluindo:
 - Leitura de estado da luminária (ligada / desligada / % de dimerização);



Relatório de Engenharia

- Duração acumulada do tempo de funcionamento da luminária;
- Quantidade de chaveamentos acumulados pela luminária.
- Capacidade de verificar o modo de operação da luminária (direta / programado);
- Identificação de falhas das luminárias, do driver e potência/fator de potência;
- Capacidade de executar controle e dimerização através do status dos fotômetros e/ou auxiliado por temporizador e por um relógio de tempo real de acordo com o calendário anual do nascer e do pôr do sol, mesmo em caso de ausência de comunicação com o CCO;
- Ser compatível com tecnologias abertas de iluminação como 0-10V, DALI, entre outras;
- Capacidade de armazenar os parâmetros de programação gravados em memória não volátil;
- Envio de mensagens e alertas automáticos assim que ocorrer mudança de status da luminária (transição entre luminária ligada, cintilando ou desligada);
- Tempo programável para envio das informações relativas à luminária para o centro de controle operacional;
- Operar de maneira autônoma sem a necessidade de conexão a um concentrador ou à internet, armazenando dados operacionais por pelo menos 7 dias (caso ocorra alguma falha na conexão).

Os dispositivos de controle podem exigir a instalação de concentradores/*gateways* de comunicação. Desta maneira, a localização e o número de equipamentos desse tipo devem ser definidos de acordo com a tecnologia adotada. Os dispositivos de controle, entretanto, devem continuar a operação de iluminação pré-programada em caso de falha desses concentradores.

10.2.4 Concentradores ou gateways

O concentrador é responsável por concentrar as informações recebidas dos controladores das luminárias e enviar essas informações ao servidor de telegestão. Ele deve oferecer recursos de programação e controle através do servidor de

Relatório de Engenharia

telegestão, conectado por meio de GPRS (*general packet radio service*), 3G, 4G, ADSL (*asymmetrical digital subscriberline*), fibra óptica ou qualquer conexão TCP/IP.

O canal de comunicação com os controladores de luminárias deve ser bilateral, ou seja, envia e recebe informações dos controladores através de comunicação por radiofrequência ou por meio de conexão física. Os concentradores devem apresentar as seguintes características de operação e especificações técnicas para pleno funcionamento do sistema de telegestão:

- Armazenar dados dos controladores a fim de otimizar a comunicação com o servidor;
- Capacidade de armazenar/*backup* de no mínimo 100 mil mensagens em caso de perda de conexão com a internet ou mesmo na falta de energia;
- Suporte de bateria com duração mínima de 6 horas de funcionamento em caso de queda de energia;
- Atualização de sistemas e configurações de parâmetros internos de forma remota – OTA;
- Capacidade de reconexão automática com o servidor da aplicação (*watchdog*) para monitoramento de serviços do seu sistema operacional e testes de conectividade;
- Operação em faixa de frequência licenciada, com salto em frequência para minimizar interferências, quando a comunicação com os controladores ocorrerem por meio de radiofrequência;
- Certificação da ANATEL;
- Sobreposição/redundância de sinal entre os concentradores permitindo que o sistema de telegestão se mantenha operando quando da falha temporária de um dos concentradores.

10.2.5 Servidor de telegestão

O servidor de telegestão deve estabelecer a comunicação entre a central de controle do Sistema de Telegestão e os concentradores de rede. Ele deve dotar de infraestrutura confiável, arquitetado com operação dos dados em diversas localidades e utilizando uma rotina regular de *backups*, garantindo operação e armazenamento

Relatório de Engenharia

confiável dos dados e da própria plataforma. O servidor deve armazenar e administrar o banco de dados do sistema e ser o servidor *web* para a interface do usuário. O armazenamento deve ser feito por redundância em pelo menos duas localidades diferentes, para garantir, independentemente das adversidades naturais, a confiabilidade do armazenamento e o resgate de informações, sendo possível armazenamento remoto (em nuvem). O desenvolvimento da infraestrutura deverá ser norteado pelas diretrizes estabelecidas pelas normas aplicáveis da família ISO IEC 27.000, tais como ISO IEC 27.001, ISO IEC 27.002 e ISO IEC 27.019.

Adicionalmente, assume-se a premissa de que o servidor de telegestão deve dotar de memória suficiente para armazenamento de informações no período de 12 meses.

10.3 Funcionalidades do Sistema de Telegestão

A implementação dos dispositivos de telegestão passa invariavelmente pelas definições mínimas das funcionalidades que o Sistema de Telegestão deve apresentar ao longo de toda a concessão. Essas funcionalidades correspondem ao monitoramento da operação das luminárias, controle do estado de operação da luminária, medição de variáveis elétricas e gerais e dimerização dos pontos luminosos. Tais funcionalidades são apresentadas a seguir, indicando suas condições de funcionamento e especificações.

10.3.1 Monitoramento

O Sistema de Telegestão deverá garantir o monitoramento remoto ininterrupto dos pontos de iluminação pública contemplados com a solução de controle e comando, de forma que sejam identificadas falhas e ações que requerem manutenção preventiva e corretiva. Assim, para efetivação deste serviço, o sistema deve monitorar:

- Falha operacional dos módulos LED;
- Falha de comunicação;
- Qualidade da energia elétrica (fator de potência, nível de tensão, potência e corrente);
- Quantidade de chaveamentos acumulados pela luminária;
- Duração acumulada do tempo de funcionamento da luminária;

Relatório de Engenharia

Em tempo real (*soft real-time*), o estado das luminárias (ligadas ou desligadas) e alterações desses estados de forma direta ou programada.

10.3.2 Controle

O sistema de telegestão deverá apresentar a capacidade de controlar o estado de operação das luminárias (ligado/desligado) de maneira direta ou programada.

10.3.3 Medição

O sistema de telegestão deverá medir em tempo real (*soft real-time*) grandezas associadas ao ponto de iluminação pública, sendo medidos minimamente:

- Tempo de operação dos pontos de iluminação pública;
- Potência instantânea;
- Potência aparente;
- Consumo de energia acumulado mensal por ponto;
- Fator de potência;
- Tensão;
- Corrente;
- Tempo acumulado de operação da luminária.

10.3.4 Dimerização

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

O ajuste de fluxo luminoso nos pontos de iluminação pública com Sistema de Telegestão deverá seguir aspectos legais e normativos relativos pertinentes (especialmente a ABNT NBR 5101:2018).

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



Relatório de Engenharia

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

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

onde,

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

O sistema de telegestão enquadra-se na definição de sistema de gestão de iluminação pública, sendo, portanto, um mecanismo para cálculo do consumo de energia elétrica. Este mecanismo deve ser validado conforme disposições do Art. 474 que estabelece

Relatório de Engenharia

que o poder municipal apresente projeto técnico específico para avaliação da empresa distribuidora. A empresa distribuidora poderá aplicar período de testes, com duração até 3 (três) ciclos consecutivos e completos, com objetivo de permitir integração e avaliação do sistema.

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

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

- Observância dos requisitos específicos estabelecidos pelo INMETRO, quando existirem; ou
- Medição fiscalizadora feita pela distribuidora a pedido do Município, considerando:
 - tamanho da amostra de acordo com a Seção 8.1 do Módulo 8 do PRODIST, escolhida por amostra aleatória simples;
 - medição utilizada pela distribuidora de acordo com a regulamentação metrológica do INMETRO, devendo possuir corrente nominal compatível;
 - instalação em até 30 (trinta) dias da solicitação, com a informação ao Município com pelo menos 10 (dez) dias de antecedência, para que este possa, caso deseje, acompanhar;
 - período de medição de 15 (quinze) dias até 60 (sessenta) dias consecutivos, podendo ser prorrogado uma única vez por igual período mediante acordo entre as partes;



Relatório de Engenharia

- custo da medição fiscalizadora pago pelo Município de acordo com os valores previstos na resolução homologatória tarifária da distribuidora considerando, para cada medição instalada, a soma dos valores cobráveis para as atividades: visita técnica e aferição de medidor;
- entrega de relatório pela distribuidora ao Município em até 30 (trinta) dias da finalização do período de medição.
- Ensaios fundamentados em normas internacionais e realizados em laboratórios estrangeiros acreditados, devidamente traduzidos por tradutor juramentado, salvo aceitação da distribuidora pelos documentos originais;
- Comprovação e reconhecimento do sistema de gestão da IP por outra distribuidora, mediante a apresentação de atestado de capacidade técnica ou documento similar;
- Outra metodologia pactuada pela distribuidora e o Município para comprovação e reconhecimento dos dispositivos de controle de carga de IP para estimativa do consumo.

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

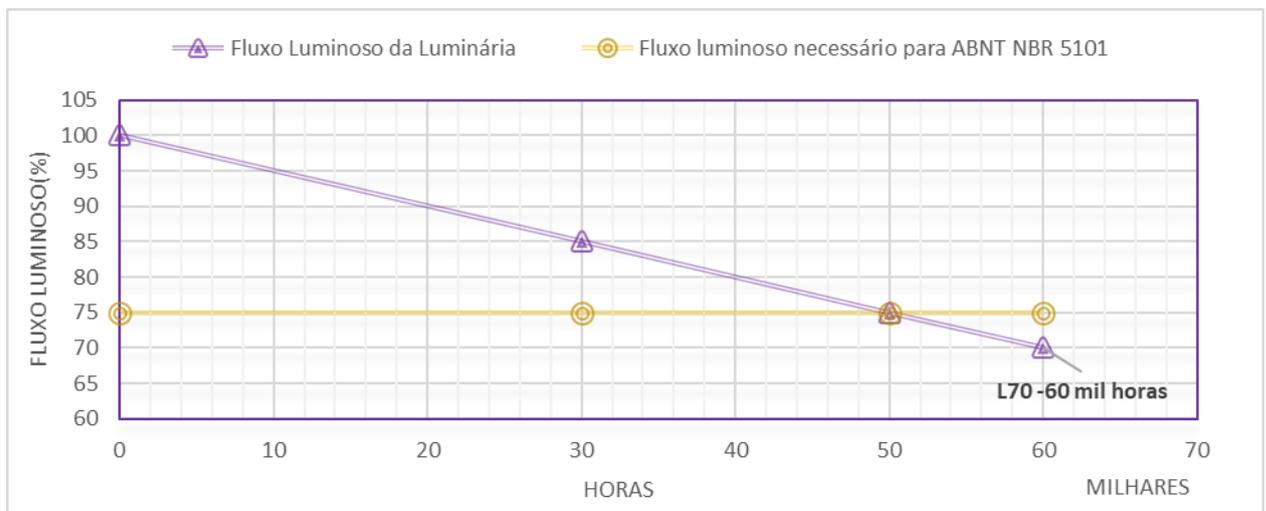
10.3.4.1 Dimerização pela Otimização do Fluxo Luminoso

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

Relatório de Engenharia

decaimento aproximada para uma luminária com vida útil (70%) de 60.000 horas, tendo como referência o fluxo luminoso mínimo para atender aos requisitos normativos. Observa-se que sem a otimização do fluxo luminoso até o término de sua vida útil, a iluminação pública é sobre-estimada em até 25% para atender os requisitos normativos em todas as horas de operação.

Figura 10-4 – Curva de decaimento do fluxo luminoso das luminárias em função das horas de uso



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

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

- Cumprimento integral da ABNT NBR 5101:2018 até o ciclo de trocas das luminárias LED;
- Consideração da curva decaimento do fluxo luminoso até o ciclo de trocas das luminárias LED;
- 75% do fluxo luminoso necessário para cumprimento dos requisitos normativos da ABNT NBR 5101:2018;
- Potências típicas nas classes de iluminação com sistema de telegestão;
- Período de operação de 11 horas e 28 minutos conforme Resolução Homologatória Nº 2.590, de 13 de agosto de 2019 da ANEEL;

Relatório de Engenharia

A tabela abaixo mostra a distribuição de luminárias por potência e classe viária no Município considerando o quantitativo atual, com substituição por luminárias de LED para uma combinação de fornecedores¹⁷.

Tabela 10-3 – Potências típicas em vias com sistema de telegestão

Classe	Potência [W]	Quantidade	Potência Total [W]
V1	110	763	83.930
V2	71,5	433	30.960
V3	61	4.539	276.879
TOTAL		5.735	391.769

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

A partir da curva do decaimento do fluxo luminoso, calcula-se a taxa de dimerização em função do tempo de uso da luminária, aplicado nas vias com sistema de telegestão.

A economia por classe viária dividida entre os anos da concessão será:

Tabela 10-4 – Economia de energia anual obtida pela dimerização por classe

Ano	Economia V1 [kWh]	% V1	Economia V2 [kWh]	% V2	Economia V3 [kWh]	% V3
1	84.755,83	24,13%	31.264,63	24,13%	279.603,37	24,13%
2	78.629,99	22,38%	29.004,94	22,38%	259.394,64	22,38%
3	72.504,14	20,64%	26.745,24	20,64%	239.185,92	20,64%
4	66.378,30	18,90%	24.485,55	18,90%	218.977,19	18,90%
5	60.252,45	17,15%	22.225,85	17,15%	198.768,47	17,15%
6	54.126,60	15,41%	19.966,16	15,41%	178.559,75	15,41%
7	48.000,76	13,66%	17.706,46	13,66%	158.351,02	13,66%
8	41.874,91	11,92%	15.446,77	11,92%	138.142,30	11,92%
9	35.749,06	10,18%	13.187,07	10,18%	117.933,58	10,18%
10	29.623,22	8,43%	10.927,38	8,43%	97.724,85	8,43%
11	23.497,37	6,69%	8.667,68	6,69%	77.516,13	6,69%
12	17.371,53	4,95%	6.407,99	4,95%	57.307,41	4,95%
Média	51.063,68	14,54%	18.836,31	14,54%	168.455,39	14,54%
Total	612.764,16	14,54%	226.035,72	14,54%	2.021.464,64	14,54%

¹⁷ Aclara-se que estudo sobre o potencial de economia de energia elétrica independe do fornecedor, haja vista que a premissa de que a curva do decaimento do fluxo luminoso é aproximadamente linear até 70% ao final de sua vida útil é aplicável para todos os fornecedores.

Relatório de Engenharia

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

O estudo sobre a utilização da dimerização como opção para economia de energia elétrica pode ser aplicado para cada ponto de iluminação modernizado contemplado com a solução de telegestão a partir do percentual de economia apresentado na tabela acima apresentada, que gradativamente vai reduzindo ao longo dos anos. O percentual se reaplica no ciclo de reinvestimento tendo em vista que a vida útil é reiniciada com o mesmo fluxo inicial.

10.3.5 Potenciais receitas acessórias

A implantação do sistema de telegestão traz a possibilidade de obtenção de receitas acessórias decorrentes da exploração de atividade relacionada. A título de exemplo, apresentam-se a seguir atividades relacionadas com potencial para geração de receitas acessórias oriundas eventualmente a partir do sistema de telegestão:

- Gestão de redes de segurança;
- Gestão de redes de trânsito;
- Monitoramento de frotas;
- Gestão de informação de Big Data;
- Gestão da rede de transporte público;
- Recarga de veículos elétricos;
- Locação de rede de comunicação da telegestão de iluminação pública para outras infraestruturas.

Ademais, vale ressaltar que atualmente a implantação de atividades relacionadas aos serviços de iluminação pública não está difundida no país, tanto por razões de desenvolvimento tecnológico, quanto por falta de modelos de negócio bem estabelecidos. Portanto, é provável que a exploração dessas atividades ocorra de forma pontual nos primeiros anos da concessão.

Relatório de Engenharia

11 ILUMINAÇÃO DE DESTAQUE PRELIMINAR

O Município possui uma diversidade de bens de interesse que representam sua história. Dentre os bens existentes, foram elencados e aprovados pelo Município 6 bens de interesse destinados a receberem iluminação de destaque ou, para aqueles que possuem iluminação de destaque, serem revitalizados.

A metodologia estabelecida para implantação de iluminação de destaque em bens de interesse do Município foi ancorada na elaboração de cenários de iluminação pública aderentes a diretrizes gerais e específicas atinentes a tipologia do bem em questão. Nesse sentido, foi desenvolvido racional de materiais e equipamentos necessários para implantação do cenário de iluminação desenvolvido.

A definição dos bens de interesse a serem contemplados com iluminação de destaque baseou-se na análise sobre as características construtivas, históricas, arquitetônicas, geográficas e de conservação.

Embora alguns bens de interesse apresentem alguma solução de iluminação de destaque, foi observado que elas não valorizam os bens de interesse em sua plenitude ou utilizam equipamentos de iluminação com tecnologias ultrapassadas e/ou sem a possibilidade de automação, logo, foram realizadas proposições para todos os bens elencados.

Matriz

Belo Horizonte - MG
Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia
CEP: 30.150-330
Contato: +55 (31) 3508-7375

Escritórios

São Paulo - SP
Cuiabá - MT
Campo Grande - MS
Três Lagoas - MS
Teresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG

Tabela 11-1 Relação dos Bens de Interesse com novos projetos

#	Bens de interesse	Tecnologia	Potência	Quantidade	Potência Total	Tecnologia	Potência Unitária	Quantidade	Potência Total
		Existente	Existente	Existente	Existente	Proposta	Proposta	Proposta	Proposta
1	Catedral de Nossa Senhora das Mercês	LED	10	8	80	LED	5	1	5
							19	2	38
							31	8	248
		LED	15	6	90		35	1	35
							42	8	336
							50	4	200
							54	5	270
2	Museu Histórico Cultural de Porto Nacional	-	-	-	-	LED	5	1	5
							31	5	155
							35	7	245
3	Seminário São José	-	-	-	-	LED	18	18	324
							31	14	434
							35	1	35
4	Mercado Municipal	-	-	-	-	LED	35	4	140
5	Arco da Entrada de Porto Nacional	LED	10	4	40	LED	31	6	186
		LED	30	4	120				
		LED	60	8	480	LED RGB	45	8	360
6	Centro de Convenções	LED	15	4	60	LED	10	3	30
							35	2	70

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Tem-se, portanto, o seguinte comparativo com relação a potência instalada e ao quantitativo de pontos de iluminação pública nos bens de destaque:

Tabela 11-2 – Relação entre potência instalada e proposta

Potência total instalada [W]	Quantidade	Potência total proposta [W]	Quantidade
870	34	3.116	98

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Cabe ressaltar que os detalhamentos das proposições de iluminação de destaque serão apresentados no Plano de Iluminação de Destaque.

Matriz

Belo Horizonte - MG
Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia
CEP: 30.150-330
Contato: +55 (31) 3508-7375

Escritórios

São Paulo - SP
Cuiabá - MT
Campo Grande - MS
Três Lagoas - MS
Teresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG

Relatório de Engenharia

12 INFRAESTRUTURA DE CONECTIVIDADE

A cidade de Porto Nacional atualmente contrata serviços de telecomunicações com fornecimento de acesso à Internet e telefonia conforme a disponibilidade ofertada pelas operadoras, autorizadas a atuar em sua área geográfica, e pequenos provedores de Internet.

A qualidade dos serviços ofertados pelos fornecedores atuais está aquém das demandas reais do município, no que diz respeito a:

- Opções de serviços: alguns serviços necessários, inerentes às tecnologias de transporte de dados, não estão disponíveis;
- Área de cobertura: mesmo em áreas com maior densidade urbana, os limites de atendimento dos fornecedores são menores que as necessidades do município;

O cenário descrito, aliado ao crescimento exponencial da demanda por tecnologia, são barreiras para o salto de qualidade na prestação de serviços de conectividade no município. Isso permite a elaboração e prática de políticas e estratégias de grande alcance na disponibilização de serviços públicos municipais e a implementação de crescimento tecnológico estruturado. Tais dificuldades impedem, ainda, que até mesmo recursos básicos possam ser disponibilizados para a população, em especial aos menos favorecidos.

Assim para possibilitar uma gestão eficiente dos serviços prestados ao cidadão, é imprescindível que toda informação esteja disponível de forma precisa e a tempo para a tomada de decisões.

Um projeto de Cidade Inteligente e Conectada tem por finalidade possibilitar a resolução das questões apresentadas, através da criação de uma infraestrutura segura de comunicação, que possibilite a interligação das unidades administrativas do Município e a oferta de serviços de qualidade, de forma ágil, à população.

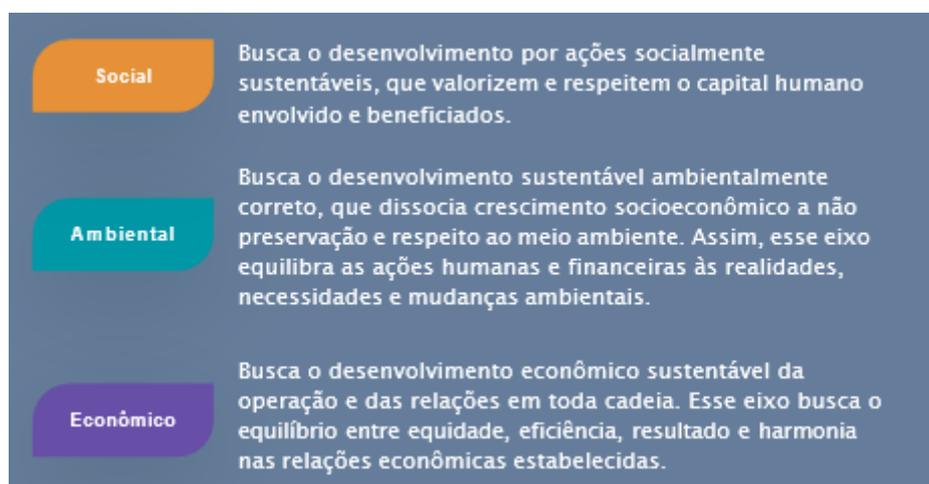
Com isso, entende-se que há urgência em dotar o município da infraestrutura necessária para superar os desafios impostos pelos avanços da tecnologia e

Relatório de Engenharia

das demandas populacionais. Tal infraestrutura possibilitará, também, a racionalização, melhor entendimento e redução dos custos atuais com conectividade e telefonia, além de aditar qualidade nos serviços e a oferta de diversos outros serviços, que demandam desta infraestrutura, hoje inexistente.

Considerando o objetivo um desenvolvimento sustentável e sustentado, os indicadores almejam atingir a harmonia e equilíbrio entre seus propósitos. Assim, dividimos segundo os pilares de sustentabilidade, sendo:

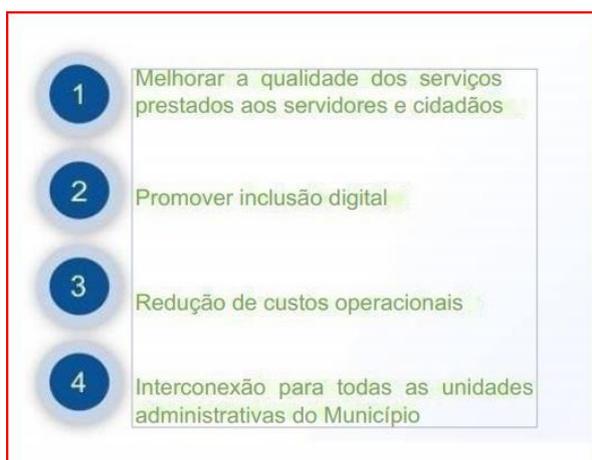
Figura 12-1- Pilares de Sustentabilidade



Os objetivos da Poro Nacional Inteligente, em concordância com as ODS, encontram-se relacionados a seguir:

Figura 12-2- Objetivos do projeto de cidade inteligente

Relatório de Engenharia



12.1 Características Gerais

Os pontos administrativos serão atendidos com link dedicado de acesso à internet. A prefeitura disponibilizou a relação desses pontos conforme tabela a seguir.

A infraestrutura da rede de conectividade tem como elemento básico uma rede óptica passiva composta por enlaces de fibra óptica. Os pontos atendidos pela Rede de Conectividade serão conectados por uma rede óptica passiva de alta capacidade, alta confiabilidade e alta escalabilidade.

A alta capacidade deverá ser garantida pela utilização de tecnologia que permita grandes taxas de largura de banda a alta confiabilidade deverá ser garantida pela aplicação de topologia com conexões redundantes e através de caminhos distintos. Desta maneira, há de se garantir a alta escalabilidade pela utilização de tecnologia capaz de trafegar dados na ordem de Gigabits por segundo (Gbps), utilizando de forma otimizada e racional os pares de fibras ópticas disponíveis e possibilitando expansões apenas com atualizações suaves. A partir dessa rede será possível implantar outros serviços, como: videomonitoramento, telefonia VOIP, Wi-Fi público, e demais serviços identificados na seção 4.9.

Para que isso seja possível é necessário a identificação dos pontos que serão atendidos pela rede de fibra óptica e que serão contemplados com alguma solução digital prevista no escopo do projeto. A seguir são apresentados os locais de interesse encaminhados pela Prefeitura Municipal identificados no Relatório de Diagnóstico Técnico.

Relatório de Engenharia

12.2 Pontos Administrativos a serem atendidos

Os pontos administrativos serão atendidos com link dedicado de acesso à internet. A prefeitura disponibilizou a relação desses pontos conforme tabela a seguir.

Tabela 12-1– Relação dos pontos administrativos a serem atendidos.

Item	Nome Do Ponto	Orgão Responsável	Endereço
1	Escola Municipal de Tempo Integral Francisco Pinheiro	Secretaria da Educação	Av. E Porto Imperial
2	Estádio General Sampaio	Prefeitura Municipal	Rua Feira - Centro
3	Feira do Trabalhador - Antiga Rodoviária	Prefeitura Municipal	Av. Associação Rural
4	Base da Polícia Comunitária	Prefeitura Municipal	Rua Perimetral 03
5	Secretaria Municipal da Educação	Secretaria da Educação	Rua Manoel Aires Manduca
6	UBS Alto Da Colina	Secretaria da Saúde	Rua L4
7	Escola Municipal União E Progresso	Secretaria Da Educação	Rua L4
8	UBS Maria Lopes - Imperial	Secretaria da Saúde	Rua 5
9	Cemei Alice Maria	Secretaria da Saúde	Av. Cuiabá
10	UBS Brigadeiro Eduardo Gomes	Secretaria da Saúde	Av. Contorno
11	Creche Dona Aurenir	Secretaria da Educação	Av. Contorno
12	Escola Municipal Deazil	Secretaria da Educação	Rua 06
13	Escola Municipal Marieta	Secretaria da Educação	Rua Perimetral
14	UBS Izadora Alves De Moura - Vila Op	Secretaria da Saúde	Rua Perimetral
15	Creche Lidiane - Parque Liberdade	Secretaria da Educação	Av. Guanabara
16	UBS Jardim Querido	Secretaria da Saúde	Rua Sorocaba
17	UBS Jardim Dos Ipês	Secretaria da Saúde	Rua 2
18	UBS Porto Real	Secretaria da Saúde	Rua 10
19	Creche Nova Capital	Secretaria Da Educação	Rua Nc 16
20	Unidade De Saúde Vila Nova 2	Secretaria da Saúde	Av. Das Nações Unidas
21	Antigo Prédio Da Secretaria De Agricultura	Prefeitura Municipal	Av. Contorno
22	Antigo Prédio Da Guarda Municipal	Prefeitura Municipal	Av. Contorno

Relatório de Engenharia

Item	Nome Do Ponto	Órgão Responsável	Endereço
23	Biblioteca Municipal	Prefeitura Municipal	Rua Bartolomeu Bueno - Centro
24	Centro Cultural Professor Durval Goldinho	Prefeitura Municipal	Rua Joaquim Aires - Centro
25	Secretaria Municipal de Cultura e Turismo	Prefeitura Municipal	Rua Francisco Aires - Centro

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Ao todo, o projeto da rede de conectividade visa contemplar 25 pontos administrativos com internet via link dedicado. Importante destacar que a listagem de pontos administrativos identificados nessa seção visa o complemento da oferta do serviço de internet aos locais que atualmente não são atendidos pelo projeto Cidade Digital que já opera no município.

12.3 Espaços públicos a serem atendidos.

Nos espaços públicos existe a previsão de implantação de antenas para oferta de Wi-Fi público gratuito a população e câmeras inteligentes integradas ao sistema de videomonitoramento. A prefeitura disponibilizou a relação dos espaços públicos conforme tabela a seguir.

Tabela 12-2 – Espaços públicos a serem atendidos

Item	Nome do Ponto	Órgão Responsável	Endereço
1	Praça da Saúde	Prefeitura Municipal	Avenida E
2	Praça do Avião	Prefeitura Municipal	Av. Umuarama
3	Praça Avenida Beira Rio	Prefeitura Municipal	Av. Monte do Carmo
4	Praça do Centenário	Prefeitura Municipal	Centro
5	Praça Nossa Senhora Das Mercês	Prefeitura Municipal	R. Dr. Francisco Aires, 273
6	Orla Norte	Prefeitura Municipal	Av. Beira Rio
7	Orla Centro	Prefeitura Municipal	Av. Beira Rio
8	Orla Sul	Prefeitura Municipal	Av. Beira Rio
9	Orla Centro Cultural	Prefeitura Municipal	Av. Beira Rio

Relatório de Engenharia

Item	Nome do Ponto	Órgão Responsável	Endereço
10	Praça Das Mães	Prefeitura Municipal	R. Costa Melo - Centro
11	Praça Da Cirrose	Prefeitura Municipal	Av. Eng. Luiz Crulls - Jardim Brasília
12	Praça Dos Três Poderes	Prefeitura Municipal	Av. Murillo Braga - Centro
13	Mercado Municipal	Prefeitura Municipal	R. Feira, 95 - Centro
14	Feira Do Trabalhador	Prefeitura Municipal	Av. Nações Unidas - Setor Aeroporto
15	Praça Da Juventude	Prefeitura Municipal	Av. Guanabara - Jd. Das Mansoes
16	Praça Do Novo Planalto	Prefeitura Municipal	Setor Novo Planalto
17	Praça Do Brigadeiro	Prefeitura Municipal	Setor Brigadeiro Eduardo Gomes
18	Praça Vila Operaria	Prefeitura Municipal	Setor Vila Operaria
19	Parque Do Guariba	Prefeitura Municipal	Av. Contorno - Vila Nova
20	Praça Nova Capital	Prefeitura Municipal	Setor Nova Capital
21	Rodoviária	Prefeitura Municipal	Anel Viário
22	Praça Do Bifão	Prefeitura Municipal	Av. Murillo Braga, 589 - Centro
23	Hospital Regional	Secretaria Da Saúde	Av. Murillo Braga - Centro
24	Estádio General Sampaio	Prefeitura Municipal	R. Feira - Centro
25	Praça Irmã Edilia	Prefeitura Municipal	Setor Irmã Edilia
26	Praça Nova Pinheirópolis	Prefeitura Municipal	Pinheirópolis
27	Ginásio De Esportes	Prefeitura Municipal	Av. Pres. John Kenedy

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Ao todo, serão integrados pela rede de conectividade 27 espaços públicos com sistema de videomonitoramento e Wi-fi público.

12.4 Locais com câmeras fixas e câmeras LPR.

Há previsão de locais com câmeras fixas e com câmeras LPR. Nos locais onde haverá câmeras LPR também haverá uma câmera SPEED DOME. A prefeitura disponibilizou a relação dos locais conforme tabela a seguir.

Relatório de Engenharia

Tabela 12-3 – Espaços públicos a serem atendidos

ITEM	PONTO	IDENTIFICAÇÃO DO PONTO	LATITUDE	LONGITUDE
1	Câmera 1	Início avenida contorno com a Br 10	-10.742090	-48.402142
2	Câmera 2	Avenida contorno	-10.738738	-48.391626
3	Câmera 3	Em frente ao CRAS Esperança	-10.731036	-48.386108
4	Câmera 4	Pracinha em frente à ESCOLA Camernia Matos7	-10.729776	-48.385984
5	Câmera 5	Em frente as Placas Solares - Setor Nacional	-10.726044	-48.386194
6	Câmera 6	Pracinha setor São Francisco- Em frente ao Supermercado São Francisco	-10.722824	-48.385303
7	Câmera 7	Praça da juventude -Setor São Francisco	-10.721000	-48.392958
8	Câmera 8	Setor São FAMA- Em frente à churrascaria Luiz Garçon	-10.723736	-48.392786
9	Câmera 9	Avenida Sergipe- esquina a Escola Pedro Ludovico.	-10.719891	-48.394617
10	Câmera 10	Rotatória Bairro depósito de área	-10.710614	-48.393330
11	Câmera 11	Rotatória Avenida Associação Rural- em frente ao Áudio Car.	-10.704496	-48.405437
12	Câmera 12	Câmera Fotografia - Em frente à prefeitura.	-10.708316	-48.411505
13	Câmera 13	Esquina escola Costa e Silva Setor - Jardim Querido.	-10.705828	-48.398588
14	Câmera 14	Em frente faculdade Itepac Setor jardim dos Ypes.	-10.693968	-48.383846
15	Câmera 15	Em frente à UFT. Setor Jardim dos Ypes.	-10.688549	-48.383621
16	Câmera 16	(no fundo) da UFT. Setor Jardim dos Ypes.	-10.687839	-48.383317
17	Câmera 17	Em frente a Inovar. Setor - Novo Horizonte.	-10.689381	-48.393068
18	Câmera 18	10°41'32.3"S 48°23'38.3"W.	-10.690674	-48.396466
19	Câmera 19	Em frente Anderson Ferragens. Setor - Jardim América.	-10.696219	-48.398290
20	Câmera 20	(Fundo) Bortolotes. Setor - Jardim América	-10.696968	-48.396230
21	Câmera 21	Em frente à Escola Irmãs Aspasia Praças das mães.	-10.702481	-48.410960
22	Câmera 22	Em frente a Auto Peças Mercosul. Av. Anísio Alves Costa Centro.	-10.710502	-48.413271
23	Câmera 23	Próximo ao Portal Norte Setor Praia Bela.	-10.665167	-48.397694

Relatório de Engenharia

ITEM	PONTO	IDENTIFICAÇÃO DO PONTO	LATITUDE	LONGITUDE
24	Câmera 24	Câmera Rotatória - Cerealista Amigão.	-10.670928	-48.399767
25	Radar Eletrônico 1	Radar Eletrônico 2 sentidos - Avenida Sergipe. Novo Planalto.	-10.709423	-48.397738
26	Radar Eletrônico 2	40km 2 sentidos- Avenida Associação Rural em frente a infotel.	-10.706050	-48.402963
27	Radar Eletrônico 3	40km 2 sentidos- Rua Belo Horizonte -Setor Santa Helena.	-10.703670	-48.405936
28	Radar Eletrônico 4	40km 2 sentidos em frente hotel ideal.	-10.692901	-48.401949
29	Radar Eletrônico 5	40km 2 sentidos Em frente a Energisa. Jardim América.	-10.692258	-48.395756
30	Câmera 25	Em frente ao parque agropecário.	-10.673573	-48.404189
31	Câmera 26	Em frente ao Supermercado.	-10.685769	-48.407495
32	Câmera 27	Rua da Junta de serviço Militar (cima).	-10.715275	-48.405016
33	Câmera 28	Rua da Junta de serviço Militar (baixo).	-10.714054	-48.406867
34	Câmera 29	Vila Militar Aeroporto local.	-10.715799	-48.401040
35	Câmera 30	5ª cia do Bombeiro Militar.	-10.717379	-48.405315
36	Câmera 31	Fórum - Ministério Público.	-10.718453	-48.405605
37	Câmera 32	Entrada para o Setor Novo Planalto.	-10.725260	-48.400525
38	Câmera 33	Rua por trás do Fórum - Centro Olímpico.	-10.720869	-48.405259
39	Câmera 34	De frente a Escola Militar do Bombeiro.	-10.733324	-48.397230
40	Câmera 35	Câmera rotatória da ponte sobre o Rio Tocantins - Porto Imperial.	-10.735993	-48.406613
41	Câmera 36	Portal Sul. Rod BR 010.	-10.745090	-48.399415
42	Câmera 37	Rua 07 com Rua 13. Setor Padre Luso.	-10.735282	-48.383105
43	Câmera 38	Rua 37 com Rua 04 - Porto Imperial.	-10.726260	-48.397633
44	Câmera 39	Rua Aires Joca Alto da Colina - Próximo ao Supermercado Rodrigues.	-10.731227	-48.408949
45	Câmera 40	De frente para a Escola Wilson Cabo Farias.	-10.730617	-48.410807
46	Câmera 41	Descida para Porto da Balsa - Alto da Colina - Rua L 07.	-10.728549	-48.413223
47	Câmera 42	De frente para o Silvo Gás - Rua Aires Joca Alto da Colina.	-10.723565	-48.412049

Relatório de Engenharia

ITEM	PONTO	IDENTIFICAÇÃO DO PONTO	LATITUDE	LONGITUDE
48	Câmera 43	Rua Aires Joca - Jardim Brasília - próximo da agropecuária Malibu.	-10.720305	-48.413304
49	Câmera 44	Rua Aires Joca com Eng Luiz Cruz - Jardim Brasília	-10.717558	-48.414160
50	Câmera 45	Próximo ao posto primavera - rotatória - Jardim Brasília.	-10.717283	-48.412081
51	Câmera 46	Na rua da feira - de frente a Mercearia do Contrerrâneo Neto.	-10.706747	-48.409777
52	Câmera 47	Rua Luiz Leite Ribeiro - de frente para o Estádio General Sampaio.	-10.707811	-48.408079
53	Câmera 48	Rua Geremias Aires nos fundos da Clínica COP Saúde.	-10.708598	-48.407220
54	Câmera 49	Câmera rotatória do Ginásio de Esportes - Rua Luiz Leite Ribeiro - Setor Aeroporto.	-10.711065	-48.405014
55	Câmera 50	Câmera rotatória Setor Jardim Aeroporto.	-10.712568	-48.389991
56	Câmera 51	Jardim Aeroporto – Av. Jardim Aeroporto.	-10.707932	-48.387800
57	Câmera 52	Rua Joaquim Maria Inacio de Macedo - Jardim Aeroporto.	-10.716475	-48.386105
58	Câmera 53	Rua Minas Gerais - Jardim Querido próximo a Mercearia do Ronaldo.	-10.706907	-48.398831
59	Câmera 54	Rua Nova Fátima - Jardim Querido.	-10.702035	-48.400930
60	Câmera 55	De frente ao Posto de Saúde - Jardim Querido.	-10.703372	-48.398930
61	Câmera 56	De frente ao DILL Representação - Jardim América - Av Porto Imperial.	-10.700120	-48.395804
62	Câmera 57	Av. Condocet - Jardim América de frente para o centro de Educação Plenitude.	-10.698955	-48.405611
63	Câmera 58	De frente para UPA - Nova Capital Rua Maria Angélica da Silva Prado.	-10.689872	-48.403608
64	Câmera 59	Rua Felismina de próximo ao Presidio CPPPN.	-10.687066	-48.399632
65	Câmera 60	Rua Felismina de próximo ao Presidio CPPPN.	-10.686398	-48.400808
66	Câmera 61	Rua Belarmina Prado - próximo ao Sup Catarinense.	-10.683989	-48.402564
67	Câmera 62	Rua Ponte Alta - próximo À Fiagril.	-10.680967	-48.393457
68	Câmera 63	Rua 18 Setor São Vicente.	-10.675571	-48.408673

Relatório de Engenharia

ITEM	PONTO	IDENTIFICAÇÃO DO PONTO	LATITUDE	LONGITUDE
69	Câmera 64	Av. Joaquim Aires esquina com Rua 01 Vila Nova.	-10.684807	-48.410205
70	Câmera 65	De frente ao Batalhão da Polícia Militar - Rua Nações Unidas.	-10.686046	-48.405543
71	Câmera 66	Rua 17 de frente ao Bar Chapéu de Palha - Nova Capital.	-10.689361	-48.401733
72	Câmera 67	Rua Getúlio Vargas.	-10.690221	-48.398469
73	Câmera 68	Av. Frederico Lemos Centro - Rua do comercio.	-10.705563	-48.408808
74	Câmera 69	Av. Frederico Lemos Centro - Rua do comercio próximo ao Quarteto Supermercado.	-10.705476	-48.410123
75	Câmera 70	Av. Frederico Lemos Centro com Aires Joca Centro.	-10.705353	-48.415622
76	Câmera 71	Av. Beira Rio - Monte do Carmo - Orla.	-10.701737	-48.416993
77	Câmera 72	Av. Beira Rio - Monte do Carmo - Orla.	-10.698843	-48.415849
78	Câmera 73	Rua "A" Pinheirópolis - distrito de Pinheirópolis.	-10.747705	-48.454864
79	Câmera 74	De frente a Capela São Domingos - distrito de Pinheirópolis.	-10.747523	-48.457915
80	Câmera 75	De frente para escola - distrito de Pinheirópolis.	-10.746697	-48.458835
81	Câmera 76	Rua "E" distrito de Pinheirópolis.	-10.749006	-48.463535
82	Câmera 77	Rua "F" distrito de Pinheirópolis.	-10.749965	-48.461079
83	Câmera 78	Rua "D" distrito de Pinheirópolis.	-10.749482	-48.457007
84	Câmera 79	Rua "B" de frente para a Mercearia Boa Sorte - distrito de Pinheirópolis.	-10.747927	-48.457791
85	Câmera 80	Rua "J" de frente para Distribuidora de bebidas - distrito de Pinheirópolis.	Não Informado	Não Informado
86	Câmera 81	Rua "C" de frente para o Supermercado Paranhos.	-10.748504	-48.458805
87	Câmera 82	Rua 7 de Setembro - Distrito Escola Brasil.	-10.682687	-48.537.996
88	Câmera 83	Rua 25 de Novembro - Distrito Escola Brasil.	-10.684143	-48.537894
89	Câmera 84	Rua 02 - Distrito Escola Brasil.	-10.683971	-48.537669
90	Câmera 85	Margem da Rodovia TO-255 - Distrito Escola Brasil.	-10.682874	-48.536650

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

12.5 Proposição da rede de conectividade

A seguir, serão apresentadas as especificações mínimas para a implantação, operação e manutenção da Rede de fibra óptica, apropriada para suportar as demandas identificadas e as previsões de expansibilidade durante as próximas décadas, e para a disponibilização dos serviços de comunicação de dados exigidos pela Prefeitura Municipal. A infraestrutura de comunicação deverá ser de alto desempenho e confiabilidade, capaz de suportar diversas tecnologias emergentes de voz, dados e vídeo sobre IP e preparada para novas demandas, que requeiram troca de informações em tempo real, como videoconferência, tele-educação, tele segurança, telemedicina, estado inteligente e outras aplicações em benefício da educação, da saúde, da segurança pública, do trabalho dos cidadãos.

Para isso, os dados deverão trafegar em enlaces de rede baseados no uso de tecnologias de fibra óptica, além de equipamentos adequados para o gerenciamento de altas densidades de dados, garantindo a segurança da informação (disponibilidade, confidencialidade, integridade e autenticidade).

O projeto consiste em interligar os 25 pontos administrativos, 27 espaços públicos com acesso gratuito à internet, videomonitoramento em 90 locais. Totalizando assim 142 pontos de conectividade.

A rede de fibra óptica será composto por uma rede de distribuição e uma rede de acesso.

12.5.1 Rede GPON

GPON (*Gigabit-capable Passive Optical Network* – Rede óptica passiva em Gbps) é uma rede óptica passiva com capacidade de conexão em Gbps. Trata-se de uma rede óptica passiva com capacidade de tráfego de até 2,5 Gbps no sentido downstream e 1,25 Gbps no sentido Upstream, normatizada pelo órgão ITU-T G.984. A tecnologia GPON é um dos padrões possíveis da tecnologia de rede PON (Passive Optical Network – Rede Óptica Passiva). A tecnologia PON proporciona confiabilidade e escalabilidade no serviço de banda larga, por isso tem sido cada vez mais adotada nos últimos anos por provedores e grande operadoras de telecomunicações.

Relatório de Engenharia

Principais vantagens da tecnologia GPON:

- Alta capacidade de alcance: na topologia ponto-multiponto, a rede GPON alcança até 20Km entre OLT e ONT;
- Menor uso de fibras: por ser ponto a multiponto, permite otimizar a divisão para ser cada vez mais próxima do cliente final e, conseqüentemente, otimizar a quantidade de fibras utilizadas;
- Menor custo com manutenção: devido a sua imunidade à interferência eletromagnética e menor uso de fibras ópticas e dispositivos;
- Redução do consumo de energia elétrica: por ser uma rede totalmente passiva, não precisa de alimentação entre os equipamentos ativos das pontas, OLT e ONU/ONT;
- Fácil controle e monitoramento.

O ponto concentrador da rede GPON (OLT – Optical Line Termination) receberá o tráfego através de suas interfaces de uplink, oriundos da solução de rede IP e irá disponibilizá-lo em sinal óptico de acordo com o padrão GPON (Gigabit Capable Passive Optical Network), atendendo aos requisitos da norma ITU-T G.984. Tal sinal será levado pela rede PON (Passive Optical Network) até o equipamento de acesso dos usuários (ONT - Optical Network Terminal). Estes, por sua vez, enviam seus respectivos sinais ópticos no sentido contrário da rede, até a OLT, para fechar o enlace de comunicação.

A rede de distribuição deverá partir do ponto concentrador OLT (optical line terminal), localizado no CCO, utilizando cabos de fibra óptica aérea com no mínimo 12 Fibras ópticas atendendo as caixas de emenda óptica e caixas de terminação óptica.

A partir da caixa de terminação óptica deverá ser utilizado cabo óptico drop para atender os pontos de conectividade.

A rede GPON a ser implantada pela concessionária deverá atender minimamente os materiais descritos na tabela abaixo:

Tabela 12-4 – Materiais rede GPON

ITEM	DESCRIÇÃO	UND	QUANTD
1	Cabo óptico AS 120m 12 FO SM	m	22600

Relatório de Engenharia

2	Cabo óptico AS 120m 24 FO SM	m	4400
3	Cabo óptico AS 80m 48 FO SM	m	6200
4	Cabo óptico DROP	m	60800
5	divisor óptico 1x8 SC	pç	5
6	Caixa de emenda óptica	pç	42
7	kit de derivação para caixa de emenda óptica	pç	168
8	Caixa de Terminação Óptica	pç	52
9	Kit Adequação de Postes GPON	cj	415
10	Kit Adequação de Postes Drop	cj	380

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

A seguir são descritas as especificações técnicas mínimas dos materiais da rede GPON.

12.5.1.1 **Cabo óptico autossustentado 12 fibras ópticas e 24 fibras ópticas**

Cabos óptico dielétrico autossustentado formado por fibras ópticas revestidas em acrilato agrupados em unidades básicas reunidos sobre um elemento central. Núcleo totalmente seco resistente a penetração de umidade e revestimento externo de material termoplástico resistente a intempéries. Deverá ser composto por 12 ou 24 fibras ópticas do tipo monomodo, acomodadas no interior de um tubo único de material termoplástico.

- Ambiente de instalação: externo;
- Ambiente de operação: autossustentado;
- Projetado para vãos de até 120 metros;
- Elemento de sustentação: Dois elementos rígidos de fibra de vidro resinada;
Capa Externa: Revestimento de material termoplástico;
- Deve atender as normas: ITU-T G 652, ITU-T G 657, ABNT NBR 14160 e ABNT NBR 15596;
- Deve ter certificação Anatel.

12.5.1.2 **Cabo óptico autossustentado 48 fibras ópticas**

Cabos óptico dielétrico autossustentado formado por fibras ópticas revestidas em acrilato agrupados em unidades básicas reunidos sobre um elemento central. Núcleo

Relatório de Engenharia

totalmente seco resistente a penetração de umidade e revestimento externo de material termoplástico resistente a intempéries.

- Deverá ser composto por 48 fibras ópticas do tipo monomodo, acomodadas no interior de um tubo único de material termoplástico.
- Ambiente de instalação: externo;
- Ambiente de operação: autossustentado;
- Projetado para vãos de até 80 metros;
- Elemento de sustentação: Dois elementos rígidos de fibra de vidro resinada;
Capa Externa: Revestimento de material termoplástico;
- Deve atender as normas: ITU-T G 652, ITU-T G 655, ABNT NBR 14160 e ABNT NBR 13488;
- Deve ter certificação Anatel.

12.5.1.3 **Cabo óptico drop**

Cabo tipo figura oito de dimensões compactas com capa em material LSZH retardante a chama:

- Aplicação: Para instalações de acesso final ao assinante (tipo *drop*) em redes ópticas;
- Deverá ser composto por 1 fibra óptica do tipo monomodo;
- Ambiente de instalação: externo;
- Ambiente de operação: autossustentado;
- Projetado para vãos de até 80 metros;
- Elemento de tração: Dois fios de aço dispostos em posições diametralmente opostas ao longo do núcleo óptico do cabo;
- Elemento de sustentação: Fio de aço totalmente aderido ao revestimento externo, que proporciona estabilidade térmica e previne contra esforços de tração e contração no cabo óptico em instalação aérea;
Capa Externa: Material termoplástico retardante à chama do tipo LSZH (*low smoke, zero halogen*) resistente a intempéries e raios UV;
- Deve atender as normas: ITU-T G 657;
- Deve ter certificação Anatel.

Relatório de Engenharia

12.5.1.4 Divisor Óptico

- *Splitters* Ópticos são componentes passivos que realizam a divisão do sinal óptico em uma rede PON.
- Constituídos por uma de entrada e 8 fibras de saída, as quais dividem a potência do sinal óptico de forma proporcional entre elas, caracterizando-os como *splitters* balanceados.;
- Conectores do tipo SC-APC;
- Operar nas três principais janelas de comunicação de redes ópticas passivas: 1310nm, 1490nm e 1550nm;
- Deve atender as normas: Telcordia GR-1209 (Requisitos Gerais para Componentes Passivos Ópticos) Telcordia GR-1221 (Requisitos de Confiabilidade para Componentes Passivos Ópticos) IEC 61753-1 (Dispositivos de Interconexão de Fibra Óptica e Componentes Passivos - Padrões de Performance);
- Deve ter certificação Anatel.

12.5.1.5 Caixa de emenda óptica

A caixa de emenda óptica é utilizado para proteção e acomodação de emendas ópticas para transição entre cabos de fibra óptica.

- Aplicação: em vias aéreas ou subterrâneas com capacidade para até 144 fibras, acomodadas em bandejas com capacidade de 24 fusões. Possui configuração tipo "topo" (domo) e sistema de vedação mecânico.
- Suas bandejas devem ter a capacidade de acomodar emendas, *splitters* e fibras nuas com um raio mínimo de curvatura de até 30mm. Possuem guias que permitem a inversão de fibras, caso seja necessário.
- Sua estrutura deve possibilitar a ancoragem de cabos seja pelos elementos de sustentação, seja pela capa do cabo.
- Deve permitir derivações, sangria ou terminação dos cabos ópticos, com 1 entrada oval para cabos de 10 até 17,5 mm e 4 entradas redondas para derivação de cabos de 5 a 17,5mm.
- Deve possuir resistência à corrosão e envelhecimento e proteção ultravioleta;

Relatório de Engenharia

- Deve atender as normas: Telcordia GR-771 (Caixas de Emenda de Fibra Óptica) ITU-T L.13 (Requisitos de Performance para Nós Passivos Ópticos: Gabinetes Vedados para Ambientes Externos);
- Deve ter certificação Anatel.

12.5.1.6 Caixa de Terminação Óptica

A Caixa de Terminação Óptica tem a finalidade de acomodar e proteger emendas ópticas por fusão entre o cabo de distribuição e os *drops* de uma rede óptica de terminação.

- Deve ter a capacidade de até 24 emendas por fusão, 2 emendas por fusão para os *splitters* e até 16 conexões para assinantes através de conector óptico.
- Deve possuir resistência à corrosão e envelhecimento e proteção ultravioleta;
- Deve possuir sistema de vedação;
- Deve atender as normas:
 - IEC 61300-2-25
 - IP55 para instalações em poste - de acordo com IEC 60529;
 - IP54 para instalações em cordoalha - de acordo com IEC 60529;
 - Inspeção visual de acordo com: IEC 61300-3-1
 - Exposição a névoa salina: IEC 61300-2-26 / NBR 8094
 - Teste de hermeticidade: IEC 60529
 - Teste de flexão: IEC 61300-2-37
 - Teste de torção: IEC 61300-2-5 / NBR 14406
 - Teste de tração: IEC 61300-2-4 / NBR14412
 - Proteção contra água: IEC 6936
 - Variação de atenuação após acomodação: IEC 61300-3-3 / NBR 14415
 - Variação de temperatura: IEC 61300-2-22 / NBR 14416 / IEC 60529
 - Vibração: IEC 61300-2-1 / IEC 61300-3-3
- Deve ter certificação ANATEL.

A OLT deverá ser acondicionada em um armário de telecomunicações específico. Os equipamentos e acessórios relacionados a OLT a serem implantados pela concessionária são relacionados na tabela abaixo:

Relatório de Engenharia

Tabela 12-5 – Equipamentos e acessórios OLT

ITEM	DESCRIÇÃO	UND	QUANT
1	Armário Outdoor 40U, Gabinete parede dupla em aço pré-galvanizado, sistema de ventilação com 4 ventiladores radiais, Conjunto básico de bornes de entrada de energia e alarme	und	1
2	OLT, 8 portas GPON, 4 portas 10Gbps, formato 1U	und	1
3	Distribuidor interno óptico	und	1
4	Transceiver SM 10Gbps porta uplink OLT	und	2
5	Transceiver SM 1Gbps porta GPON	und	8
6	cordão óptico SM SC/SC	und	8
7	patch painel modular para divisor óptico	und	8
8	divisor óptico 1x8 SC	und	5
9	switch layer 3, 24 portas 1 Gbps, 4 10Gbps, SPF+, gerenciável	und	1
10	régua romadas, gerenciável, disjuntor de proteção, 8 tomadas ABNT NBR 14136 - 10A, <i>watchdog</i> por tomada	und	2
11	nobreak 3200 VA, FP 0,7, entrada 220VAC, 110VAC	und	1

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

12.5.1.7 OLT

OLT (*Optical Line Terminal*): O OLT é um equipamento chave para a tecnologia GPON, responsável em levar os serviços da rede de fibra óptica até os usuários, sob taxas de transmissão de até 2,5 Gbps e a uma distância de até 20 km. Deverá seguir as especificações apresentadas abaixo:

- Suporta até 1024 ONTs;
- Transparência dos principais protocolos de rede;
- Auto Provisionamentos de ONTs;
- Estatísticas de consumo;
- Permite integração com software de gestão;
- Alta capacidade de *switching*;

Relatório de Engenharia

- Funcionalidades Layer 2;
- Suporte a SFPs GPON classe B+, C+ e C++;
- Autenticação de usuários via RADIUS e TACACS;
- Suporte a NTP;
- Dimensões: formato rack 1U;
- Deve suportar até 8 portas GPON e 4 interfaces ópticas de *uplink* de 10Gbps;

Características GPON:

- Downstream: 2,5 Gbps;
- Upstream: 1,25 Gbps;
- Comprimento de onda em *Downstream*: 1490 nm;
- Comprimento de onda em *Upstream*: 1310 nm;
- Capacidade de até 128 usuários por porta PON;
- Suporte a 20km;
- Suporte à ITU-T G.984.4, para gerência e controle da interface da ONT (OMCI);
- Suporte a controle de banda *upstream* NSR e SR DBA (G.984.3);
- Gerência remota da ONT;
- Descoberta e *ranging* automático da ONT;
- Estatísticas das portas ONT UNI/ONT ANI;
- Criptografia do canal GPON (AES-128);
- Suporte a FEC (Forward error correction);
- Rogue ONT detection;
- Comunicação entre ONTs na mesma porta;
- Profile Global e Default por modelo de ONT;
- Atualização de *firmware* remota de ONTs via OMCI;
- Funcionalidade de Auto Upgrade;
- Verificação de potência da ONT remotamente, via OLT;
- *File transfer* para ONT;
- VoIP-Profile para configurações VoIP das ONUs;
- Limitação e consulta de MAC por porta UNI Eth das ONT (ONU max-hosts);
- ONU *Mac-Filter*;

Relatório de Engenharia

- ONU *Restore Default*;
- ONU *Block*;
- Loop-Detect.
- Redundância Tipo B - Single Homing (mesma OLT):

Característica de Gerenciamento:

- Acesso via Serial, SSH e Telnet (CLI);
- Gerência in-band e out-of-band;
- SNMP v1/v2/v3;
- Gerenciamento através de IPv4 ou IPv6;
- Sistema de log local e remoto;
- NTP e *Timezone*;
- DNS;
- Arquivos de configuração da OLT para armazenamento local e remoto (formato texto);
- Port Mirroring (SPAN e RPSAN);
- Port Counters (GE/XE/GPON);
- RMON;
- LLDP e LLDP-MED.

Características Layer 2 TCP/IP

- Capacidade de Switching e Throughput Non-blocking;
- Standard Ethernet Bridging;
- 64k endereços MACs;
- 4062 VLANs, 802.1q;
- Port-based VLAN;
- MAC-Based VLAN;
- Subnet-Based VLAN;
- VLAN Stacking (QinQ);
- VLAN Translation;
- Spanning Tree (STP) – IEEE 802.1D;
- Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) – IEEE 802.1w;

Relatório de Engenharia

- Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP) – IEEE 802.1s;
- Jumbo Frame (12.270 bytes);
- Flow control;
- LAG estático e dinâmico (LACP).

Características Layer 3 TCP/IP

- DHCP Server;
- DHCP Relay;
- DHCP Proxy;
- DHCP Snooping;
- DHCP Verify Source;
- DHCP Option 121;
- DHCP Option 82;
- Roteamento estático IPv4;
- Roteamento estático IPv6;
- OSPFv2;
- RIP.

Características QoS

- Traffic scheduling (SP, WRR e DRR)
- 8 filas por porta
- Gerenciamento de largura de banda por porta
- COS, DSCP/TOS marking/remarking

Características Multicast

- IGMP v2/v3
- IGMP Snooping
- IGMP Static Join
- 1024 Grupos de multicast
- Deve possuir certificação Anatel.

12.5.1.8 **ONT**

- A ONT é o equipamento instalado no cliente da rede GPON. Deve possuir 4 portas Gigabit Ethernet 10/100/1000 Base-T;

Relatório de Engenharia

- Deve possuir 1 porta PON com conector SC-APC;
- Ambiente de instalação interno;
- Deve ter certificação Anatel;

Características GPON:

- Velocidade de transmissão:
- 2.5 Gbps downstream;
- 1.25 Gbps upstream;
- Sensibilidade na faixa de -8 dBm ~ -27 dBm;
- Potência de Transmissão entre 0,5 dBm ~ 5 dBm;
- Comprimento de onda Upstream: 1310 nm;
- Comprimento de onda Downstream: 1490 nm;
- Padrão uplink compatível com a ITU-T G.984.2, Classe B+;
- Forward Error Correction (FEC).

Características de gerenciamento:

- Acesso local via conexão Telnet e SSH.
- Acesso remoto (OLT) via conexão Telnet e SSH.
- Download remoto de imagem de software
- Ativação com descobrimento automático
- Configuração de banda por serviço ou porta (fixa, garantida e máxima);
- Ativação e rebooting remoto
- Alarmes e monitoramento de performance

12.5.2 Ponto Administrativo

O ponto administrativo deverá ser atendido por um link de fibra óptica proveniente da rede GPON. Todos os equipamentos, materiais e serviços responsáveis por conectar um ponto administrativo à Rede serão de responsabilidade da Concessionária, sendo imprescindível, no mínimo, a fixação de um rack para a acomodação da ONT (optical network terminal) responsável pela conexão do PAG à Rede. A ONT deverá ser alimentada por um nobreak, a fim de garantir energia elétrica estabilizada para ele.

Relatório de Engenharia

A instalação elétrica necessária para alimentação do nobreak e demais equipamentos necessários a este projeto serão de responsabilidade da Concessionária e deverá ser realizada a partir das instalações elétricas existentes no ponto administrativo, com fornecimento dos materiais e equipamentos necessários.

A infraestrutura de rede mínima a ser implantada pela concessionária é descrita na tabela abaixo:

Tabela 12-6 – Materiais e equipamentos infraestrutura de rede

	DESCRIÇÃO	UND	QUANTD
1	Rack de Telecomunicações 12U, fechado, instalação em parede	pç	1
2	ONT GPON, 4 portas Gigabit Ethernet	pç	1
3	Ponto de terminação óptica	pç	1
4	Conector óptico de campo	pç	1
5	Cordão óptico monofibra conectorizado SM	pç	1
6	Nobreak 600VA, entrada 220VAC	pç	1
7	Disjuntor termomagnético 10A monopolar	pç	1
8	Eletroduto ferro galvanizado Leve 3/4" X 3000mm	pç	1
9	Curva 90° 3/4"	pç	1
10	Luva para eletroduto 3/4"	pç	1
11	Caixa 4x2" alumínio	pç	1
12	Conector rj45 femea cat.6	pç	1
13	Patch cord 3m cat. 6	pç	1

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

12.5.3 Videomonitoramento

A solução de videomonitoramento será composta por:

- 111 câmeras speed dome;
- 10 câmeras LPR;
- 02 câmeras fixas outdoor
- 2 estações para operadores de monitoramento;
- 1 servidor para software VMS;
- 3 storages para armazenamento de vídeo;

Relatório de Engenharia

A solução de monitoramento será totalmente IP e os dados trafegarão através da rede de fibra óptica.

12.5.3.1 Câmera Fixas

- Câmera tipo bullet aplicação externa;
- Sistema Day & Nigth + Infravermelho Inteligente para visão noturna, onde a câmera é colorida durante o dia e a noite entra automaticamente no modo de alta sensibilidade a luz com imagem preto e branco;
- Sensibilidade ao escuro: Colorida 0.0005lux/ F-1.2, Preto e Branco 0.0001 lux/ F-1.2 (0 lux com IR) ;
- Wide Dynamic Range – capacidade de contraste: 120dB;
- Sensor de imagem 1/3”
- Lente 2,8mm;
- Ângulo de visão 98 graus – 2.8mm;
- Resolução máxima 2560 x 1440 pixels;
- Grau de proteção IP67;
- Infravermelho embutido para no mínimo 30 metros;
- Alimentação: 12VDc e PoE;
- Temperatura de Operação: -30 a 60 graus Celsius;
- A Câmera deverá ser IP;
- Protocolo de compressão de vídeo suportado H.265+;
- Protocolos suportados: TCP/IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, RTCP, NTP, UPnP™, SMTP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv6, Bonjour, IPv4, UDP, SSL/TLS.

12.5.3.2 Câmera LPR

- Câmera tipo bullet varifocal;
- Sistema Day & Nigth + Infravermelho Inteligente para visão noturna, onde a câmera é colorida durante o dia e a noite entra automaticamente no modo de alta sensibilidade a luz com imagem preto e branco;
- Sensibilidade ao escuro: Colorida 0.0005lux/ F-1.2, Preto e Branco 0.0001 lux/ F-1.2 (0 lux com IR);

Relatório de Engenharia

- Wide Dynamic Range – capacidade de contraste: 140dB;
- Sensor 1/1.8” 4 Megapixel;
- Lente motorizada 8 a 32mm;
- Ângulo de visão 42 graus – 8mm e 15 graus – 32mm;
- Resolução 2688 x 1520 pixels;
- Grau de proteção IP67;
- Infravermelho embutido para no mínimo 100 metros;
- Alimentação: 12VDc e PoE;
- Temperatura de Operação -30 a 60 graus Celsius;
- A Câmera deverá ser IP;
- Protocolo de compressão de vídeo suportado H.265+;
- Protocolos suportados: TCP/IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, SFTP, SRTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, RTCP, PPPoE, NTP, UPnP, SMTP, SNMP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv6, UDP, Bonjour, SSL/TLS, WebSocket, WebSockets;
- Capacidade de reconhecimento de placas de veículos.

12.5.1.9 Câmera Móvel (Speed Dome)

- Câmera móvel IP, capaz de girar 360 graus na horizontal e 180 graus na vertical;
- Sensibilidade ao escuro: Modo Dia (Colorido) 0,0005 lux / Modo Noite (Preto/Branco) 0,001lux, 0 lux com IR;
- Infravermelho embutido para no mínimo 200 metros;
- Sensor de Imagem 1/1.8”;
- Zoom Ótico: 32X;
- Wide Dynamic Range – capacidade de contraste: 120dB;
- Lente 5,5 mm a 188mm;
- PTZ;
 - Faixa De Movimento (Panorâmica) 360°
 - Faixa De Movimento (Inclinação) -15° to 90° (auto flip)
 - Predefinições: 300
 - Varredura De Rastreamento: 8 rondas até 32 presets por cada ronda
 - Memória De Desligamento;

Relatório de Engenharia

- Ação De Estacionamento Preset, pattern scan, auto scan, tilt scan, random scan, frame scan, panorama scan
- Exibição De Status do PTZ;
- Tarefa Agendada: Preset, pattern scan, patrol scan, auto scan, tilt scan, random scan, frame scan, panorama scan, dome reboot, dome adjust, aux output;
- Conexão IP;
- Resolução 2560 x 1440;
- Estabilização de Imagem: Automático;
- Temperatura de operação: -10 a 60 graus Celsius;
- Protocolo de compressão de vídeo suportado H.265+
- Protocolos suportados:
- IPv4/IPv6, HTTP, HTTPS, 802.1x, QoS, FTP, SMTP, UPnP, SNMP, DNS, DDNS, NTP, RTSP, RTCP, RTP, TCP/IP, UDP, IGMP, ICMP, DHCP, PPPoE, Bonjour;
- Evento inteligente: detecção cruzamento de linha, detecção de intrusão, detecção entrada em uma região, detecção de saída de uma região, detecção de abandono de objeto, detecção de remoção de objeto.

12.5.1.10 Software de gestão de vídeo

O software de gerenciamento de vídeo é uma ferramenta de gestão centralizada, para acesso as configurações das câmeras e usuários de forma centralizada.

- Gerenciar no mínimo 128 câmeras;
- Acesso mobile. O software deve fornecer interface para acesso em smartphones e tablets;
- Sistema de pesquisa de ocorrências;
- Reconhecimento de placas com OCR, identificando as mesmas e catalogando em banco de dados;
- Possibilidade de espelhamento de todas as imagens por rede para um segundo local;
- Deve permitir a visualização em mosaico dinâmico na tela, configurado por operador, turno e usuário;

Relatório de Engenharia

- Deve ser capaz de conectar-se com Câmeras IP, DVR's, Vídeo Servers, NVR's, Placas de Captura, e Módulos de Automação (I/O) das mais variadas marcas por protocolo nativo;
- Possibilidade de programar eventos e ações por horário, como tours, presets, buscas, dentre outros;
- Ter integração com um mapa de satélite com localização de todas as câmeras em forma de ícones dinâmicos na tela;
- Sistema multi-operador com hierarquia de acesso;
- Controle de ociosidade de operadores, com alertas e envio de e-mail em caso de ociosidade;
- Envio de e-mail para diversos e-mails cadastrados em caso de perda de imagem de uma ou mais câmeras.

12.5.1.11 **Storage de Armazenamento de vídeo**

- Equipamento computacional com a função de armazenar o vídeo obtido pelas câmeras de monitoramento. Especificações técnicas mínimas do equipamento:
- Deverá ser dimensionado considerando o tempo de retenção de vídeo de 30 dias;
- Deverá ser totalmente compatível com as câmeras e software de gestão de vídeo;
- Deverá possuir processador Quad-Core 2.2 Ghz;
- Deverá possuir 8GB RAM;
- Deverá possuir 2 Portas Ethernet ou SFP de 1Gbps;
- Deverá possuir controlador de armazenamento: RAID 0, 1, 5, 6;
- Deverá possuir capacidade de armazenamento de 48TB;

12.5.4 *Wifi Público*

Especificações técnicas mínimas do equipamento rádio wi-fi:

- Os equipamentos deverão ser homologados pela ANATEL;
- Os equipamentos deverão funcionar pelo menos nos padrões WIFI IEEE 802.11b, 802.11g, 802.11n e 802.11ax (Wi-Fi 6) simultaneamente;

Relatório de Engenharia

- O equipamento deve operar nas conformidades do órgão regulador ANATEL para potências e frequências utilizadas;
- Deve possuir pelo menos 1 (uma) porta Ethernet autosensing 10/100/1000 Base-T ou porta SFP 1Gbps;
- O equipamento deve suportar múltiplos VLAN SSID;
- O equipamento deve suportar VLAN de gerência, diferenciando VLAN de gerência da VLAN de dados;
- O sistema deve apresentar no mínimo as seguintes informações estatísticas: Lista de equipamentos associados, com ip, mac address, frequência e canal utilizados, SSID associado, taxa (modulação) de TX e RX, RSSI e tempo de associação;
- O equipamento deverá ser composto por antenas OMNI, SETORIAIS ou DIRECIONAIS, o tipo que melhor atender ao projeto e que opere em 2.4 GHZ e 5.8 GHZ;
- O equipamento deverá ter capacidade de funcionar exposto ao tempo, sem a necessidade de caixa hermética;
- Deve permitir montagem em poste;
- Deverá prover cobertura em ambiente externo (outdoor) com raio de pelo menos 50 (cinquenta) metros.
- Infraestrutura de instalação:
- O padrão elétrico para energização do Wi-Fi público será de responsabilidade da Concessionária, inclusive os custos mensais incorridos;
- Deverá fornecer aterramento e sistema de proteção de descargas atmosféricas (SPDA) para o ponto instalado.
- Uso de rádio frequência:
- Utilizar equipamento de radiação restrita que esteja em conformidade às Resoluções nº 506 e nº 397 da ANATEL.

12.5.5 Centro de Controle e Operação (CCO)

A modernização dos pontos de iluminação pública do município, a implantação da rede de conectividade, a geração de energia fotovoltaica e a realização da operação e manutenção dos serviços e infraestrutura proposta pelo projeto deve ser feita de

Relatório de Engenharia

forma integralizada. Isso permite que a Concessionária compartilhe os materiais, equipamentos e mão de obra para qualificar o serviço prestado e operacionalizar as demandas com mais objetividade.

Desta maneira, uma importante infraestrutura desse projeto é o Centro de Controle e Operação (CCO). Esse local funciona a gestão de todos os serviços relacionados ao objeto do projeto. Neste local serão realizadas todas as atividades relacionadas a gestão, planejamento, operação e manutenção da iluminação pública, da rede de conectividade e da geração de energia fotovoltaica.

Até o presente momento, não foi identificado pela prefeitura municipal, o indicativo do local proposto para implantação do CCO do projeto. Portanto, a título de sugestão, o Relatório propôs a adoção da sede da Guarda Municipal como local de implantação do CCO. Tal proposição deverá ser validada pela Prefeitura para realização da modelagem técnica.

A integração dos serviços de conectividade, como a própria telegestão, conseguem gerar dados e informações estratégicas para uma gestão mais eficiente dos equipamentos públicos. Assim, o CCO permite a geração de indicadores e dados para uma gestão mais assertiva dos serviços públicos municipais.

Além disso, existe a possibilidade de exploração de outros serviços a partir da análise do escopo proposto neste relatório e da infraestrutura existente no município, como: (i) compartilhamento da infraestrutura de iluminação pública; (ii) espelhamento de imagens e informações do sistema de videomonitoramento; (iii) implantação de infraestrutura de conectividade e dados; (iv) compartilhamento de dados e informações para gestão estratégica.

Relatório de Engenharia

13 CARACTERIZAÇÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

A presente seção tem por objetivo detalhar as premissas técnicas determinadas no relatório de diagnóstico, permitindo a elaboração de cenários de implantação do projeto. Assim, as soluções de engenharia a serem propostas aqui tem por finalidade fornecer elementos referenciais de engenharia auxiliando na tomada de decisão a respeito do cenário de investimento do projeto e forneça a precificação dos principais investimentos e custos operacionais. Os itens citados aqui apresentam conjuntos de elementos necessários para caracterização dos serviços, sendo organizados conforme a seguinte estrutura:

- Prognóstico energético: Contempla dados levantados no Diagnóstico e maior detalhamento da demanda energética que será utilizada como base para o projeto de engenharia.
- Projeto de engenharia: apresenta as especificações das premissas técnicas e os investimentos e custos do projeto.

Destaca-se que a solução apresentada neste relatório busca uma viabilidade e estruturação do projeto de concessões para implantação, operação e manutenção e gestão de uma usina solar fotovoltaica a fim de suprir a demanda energética das unidades consumidoras da Prefeitura do município de Porto Nacional.

13.1 Prognóstico Energético

Para estimar a quantidade de energia elétrica gerada por uma miniusina fotovoltaica, são necessárias algumas premissas técnicas e avaliações que serão exibidas nesta seção.

Conforme informado, o local para a instalação da miniusina fotovoltaica será definido pela Prefeitura. Nesse sentido, o estudo técnico adotou uma área suficientemente capaz para atender a demanda energética para a autossustentabilidade, com localização dentro do perímetro municipal.

No presente documento será feita a estimativa de geração para a usina levando em consideração os seguintes aspectos:

Relatório de Engenharia

- Dimensionamento de módulos fotovoltaicos por área, considerando corredores livres para operação e manutenção;
- Cálculo dos fatores de sombreamento da usina, considerando as interferências que um módulo aplica sobre o outro;
- Cálculo de perdas técnicas com condutor, temperatura, inversor e conversão de energia.

Conforme apresentado no Diagnóstico, com relação ao consumo de energia elétrica, as unidades consumidoras da prefeitura apresentam consumo médio de 901,40 MWh/mês considerando todo o ano de 2022 e o mês de março referente ao ano de 2023. A tabela a seguir exhibe a divisão das estimativas de consumo por grupo.

Tabela 13-1 – Consumo Médio por Grupo para UCs da Prefeitura

Classe	Grupo	Consumo médio (MWh/mês)
Poder Público/Edificações Públicas	Grupo B3	44,08
Poder Público/Iluminação Pública	Grupo B4	857,32
Total		901,40

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

No diagnóstico energético, foi calculado um consumo médio mensal pelas unidades da prefeitura de 901,40 MWh/mês. Porém, este valor leva em consideração a atual rede de iluminação pública, que será modernizada e eficientizada, conforme metodologia estabelecida neste relatório. Logo, para se calcular a energia a ser gerada de forma a garantir a autossustentabilidade das unidades consumidoras da prefeitura, deve-se levar em consideração o consumo estimado para a rede de IP modernizada.

Tabela 13-2 – Cálculo para Geração de Energia para a Autossustentabilidade

Grupo	Consumo médio (MWh/mês)
Grupo B3 – Edificações Públicas	44,08
Grupo B4 – Rede de Iluminação Pública Modernizada¹⁸	350,99
TOTAL	395,07

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

¹⁸ Consumo considerando a maior eficiência encontrada nas soluções de engenharia propostas.

Relatório de Engenharia

Desta forma, como pode ser visto na tabela anterior, há a necessidade de geração mensal de 395,07 MWh para que haja autossustentabilidade energética da prefeitura municipal.

Diante do que foi apresentado nesta seção, a definição de cenário para construção da miniusina se dará através das variáveis identificadas indicadas a seguir, que serão detalhadas e definidas nas seções subsequentes:

- Uma miniusina fotovoltaica, instalada dentro do perímetro do município;
- Potência instalada e geração de energia elétrica calculadas de acordo com a disponibilidade de incidência solar no município.
- Investimentos e custos, apresentação de CAPEX e OPEX;

13.2 Projeto de Engenharia

Esta seção tem como objetivo apresentar pareceres e características técnicas para construção de uma miniusina solar fotovoltaica, de forma a suprir a demanda energética das unidades consumidoras da Prefeitura do Município de Porto Nacional. Portanto, esta seção irá detalhar alguns elementos importantes para a construção da miniusina.

- Dimensionamento do arranjo solar a partir da área de geração para a construção da usina; considerando corredores para operação e manutenção e de modo que se tenha a quantidade de módulos e potência total instalada;
- Dimensionamento dos fatores de sombreamento para a miniusina, levando em consideração as interferências e objetos a partir da orientação solar;
- Dimensionamento das perdas técnicas inerentes à geração solar fotovoltaica;
- Estimativa de geração de energia elétrica da miniusina;
- Dimensionamento dos custos com disponibilidade para a miniusina;
- Estimativa de investimentos e custos operacionais com a miniusina.

13.2.1 Premissas para a Modelagem

Para a elaboração da modelagem de projeto de uma miniusina fotovoltaica é necessário que seja realizado a pesquisa de diversos equipamentos e soluções, de forma a se alcançar a maior eficiência do sistema fotovoltaico.

Relatório de Engenharia

A seguir são listados alguns elementos, em caráter de exemplificação e com uma breve descrição de suas funções, que compõem um projeto de miniusina fotovoltaica, não se limita aos mesmos.

- Kit Fotovoltaico composto por:
 - Módulos solares fotovoltaicos: de forma simplificada, estes equipamentos têm a função de realizar a conversão da energia solar em energia elétrica.
 - *String box*: ponto de conexão entre os cabos derivados dos módulos fotovoltaicos e os cabos que irão para os inversores de frequência.
 - Inversores de frequência: equipamento destinado a “transformar” a energia em corrente contínua (V_{CC}), gerada pelos módulos fotovoltaicos, em energia em corrente alternada (V_{CA}).
- Subestação: local destinado a realizar a conexão da usina fotovoltaica à rede de distribuição da distribuidora de energia local, ajustando o nível de tensão da geração ao nível de tensão da distribuição.
- Medidor de energia bidirecional: equipamento instalado pela distribuidora de energia em um determinado local dentro da subestação, com a função de realizar a medição da energia injetada ou consumida da rede de distribuição.
- Equipamentos e Materiais para instalação e montagem:
 - Estruturas de fixação dos módulos: estruturas, geralmente metálicas, destinadas a fixação dos módulos fotovoltaicos nos locais previstos para suas instalações. Há vários tipos de estruturas, entre elas podemos destacar, para este projeto: estrutura fixa de piso e *tracker*¹⁹.
 - Cabos de corrente contínua e corrente alternada: cabeamento destinado a interligação dos equipamentos já mencionados, para a condução da energia gerada entre os módulos fotovoltaicos e a rede de distribuição de energia elétrica.

¹⁹ Dispositivo que altera várias vezes a posição dos painéis fotovoltaicos durante o dia, seguindo o caminho do sol para aumentar a produção de energia solar do sistema fotovoltaico.

Relatório de Engenharia

- Quadros elétricos: local destinado a instalação de equipamentos de proteção e derivação do sistema de energia.
- Sistema de monitoramento remoto ou local: sistemas destinados ao monitoramento da usina, analisando o desempenho do sistema fotovoltaico, principalmente no quesito geração.

Saindo da esfera dos equipamentos, abaixo são listados alguns processos que precisam ser previstos para implantação de uma miniusina fotovoltaica:

- Avaliação dos locais para implementação das usinas: avaliação *in loco* dos locais destinados à implantação da miniusina solar fotovoltaica. Como este relatório tem caráter preliminar, estas avaliações foram elaboradas de forma remota, através do *software* Google Earth e de projetos de implantação fornecidos.
- Serviços Civis: obras destinadas a serviços de topografia, limpeza de terreno, serviços de terraplanagem, construção de estruturas, cálculos estruturais, entre outras atividades.
- Instalação e Montagem: processos de instalação e montagem dos kits fotovoltaicos, subestação e demais elementos necessários a montagem da miniusina. Abertura de valas para instalação de todo o cabeamento que deriva dos módulos fotovoltaicos.
- Licenciamento: trata-se do licenciamento ambiental necessário para a instalação da miniusina fotovoltaica.
- Projetos: considerando os projetos elétricos da usina solar fotovoltaica e projeto de aterramento/equipotencialização (sistema destinado a equipotencializar todas as massas metálicas da usina, assim evitando problemas de tensão de passo e de toque).

Estes foram alguns itens, genéricos, necessários para a construção de uma miniusina solar fotovoltaica, neste relatório, que tem caráter preliminar, serão estimados seus valores em alto nível, uma vez que o presente documento tem caráter de prever os custos preliminares para o estudo de viabilidade da construção da usina solar fotovoltaica.

Relatório de Engenharia

Além dos equipamentos e processos mencionados, outra atividade imprescindível a avaliação do desempenho de uma miniusina fotovoltaica são os estudos ambientais. Aqui iremos descrever dois estudos, sendo:

- Estudo de irradiação solar: onde é levantado o potencial de geração de energia elétrica a partir da irradiação solar no local onde será instalada a usina fotovoltaica.
- Estudo de sombreamento: levantamento da projeção de sombras, artificiais ou naturais, sobre os módulos fotovoltaicos, desta forma diminuindo a eficiência dos mesmos.

Como premissa de projeto, foram adotados módulos fotovoltaicos e inversores com as seguintes características técnicas básicas:

- Módulos fotovoltaicos:
 - Potência de 550 Wp
 - Módulo Monocristalino
 - 144 células
 - 1500 V_{DC}
 - Eficiência máxima de 21,33%
 - Área de 2,58 m² por módulo
- Inversores
 - Parâmetros de entrada:
 - Máxima tensão de entrada 1500 V
 - Tensão de entrada nominal 860 V
 - Máxima corrente de entrada 150 A
 - Parâmetros de saída:
 - 125 kW
 - 600 V – 3L/PE
 - 50/60 Hz
 - 120 A
 - THDi <3%
 - Eficiência máxima de 98,90%

Relatório de Engenharia

13.3 Dimensionamento do Arranjo Solar

Para o dimensionamento de uma miniusina fotovoltaica é necessário o levantamento das áreas para a instalação dos módulos fotovoltaicos.

Para efeitos de dimensionamento, foi considerado que a usina fotovoltaica terá a seguinte configuração:

- 7.275 módulos fotovoltaicos instalados.
- Potência instalada de 4.001 kWp.
- Plano fixo de orientação dos módulos com 20° de inclinação e azimute de 0°.
- Instalação de 4 transformadores de 1 MW.
- Instalação de 25 inversores de 125 kW.
- Área para instalação da miniusina: 18.801 m².

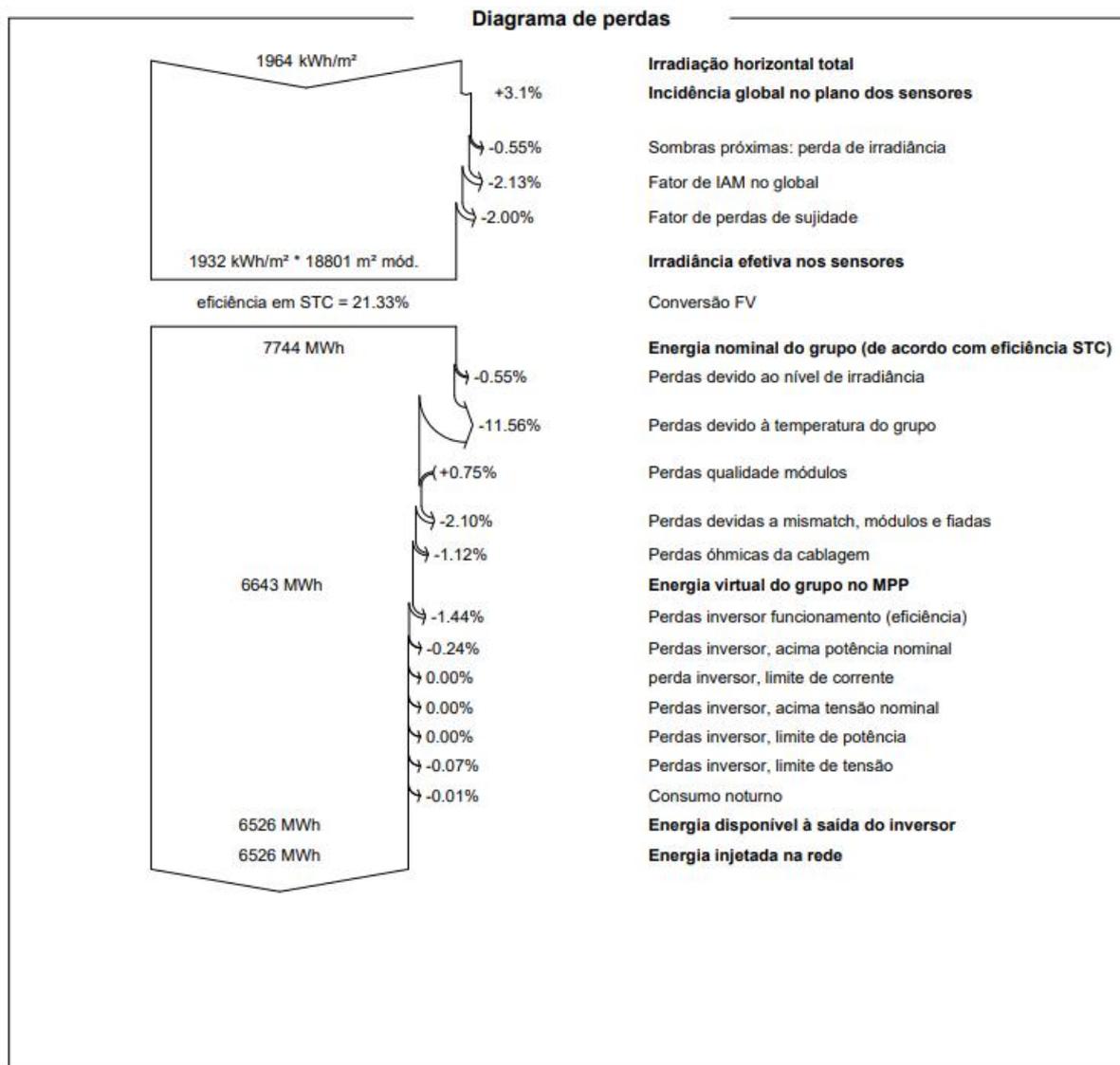
13.4 Dimensionamento das Perdas Técnicas

A partir das simulações desenvolvidos em software específico foi possível realizar o levantamento das perdas técnicas dos sistemas fotovoltaicos propostos, sendo gerado um relatório de perdas para a miniusina.

A seguir é apresentado o gráfico de perdas da miniusina:

Relatório de Engenharia

Figura 13-1 – Perdas do Sistema Fotovoltaico



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

A partir deste gráfico verifica-se que a geração de energia da miniusina tem dois tipos de perdas:

- Perdas por sombreamento, IAM e sujidade: na ordem de 4,68%;
- Perdas técnicas: na ordem de 15,73% (média).

Considerando estas perdas, tem-se um índice de performance igual a 80,55%. Desta forma a geração total da miniusina é tal como mostrado na tabela seguinte.

Relatório de Engenharia

Tabela 13-3 – Resumo da Geração de Energia da Miniusina

Parâmetro	Valor
Potência Instalada	4.001 MWp
Perdas	20,41%
Geração Anual Estimada	6.526,30 MWh/ano
Geração Mensal Estimada	543,86 MWh/mês
Geração no Mês de Menor Incidência	448.2 MWh

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Matriz

Belo Horizonte - MG
Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia
CEP: 30.150-330
Contato: +55 (31) 3508-7375

Escritórios

São Paulo - SP
Cuiabá - MT
Campo Grande - MS
Três Lagoas - MS
Teresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG

Relatório de Engenharia

14 CRONOGRAMA DO PROJETO

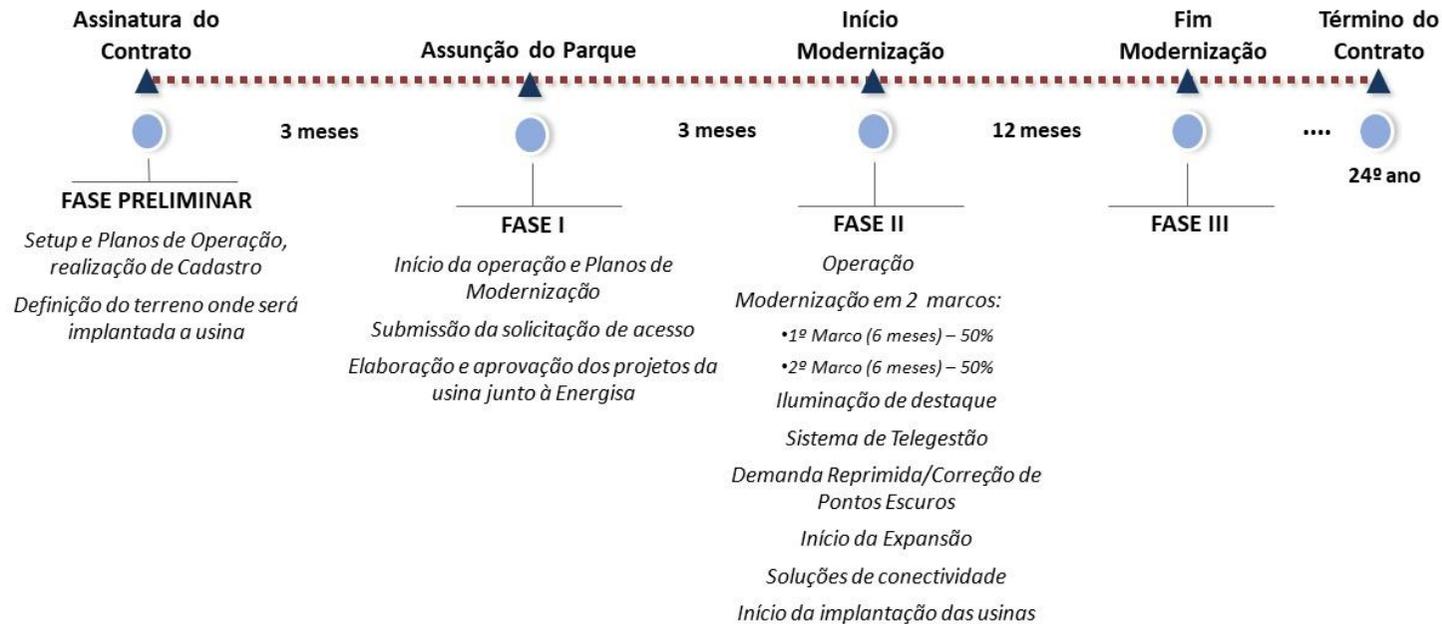
Considerou-se para estruturação de um cenário-base de investimentos para concessão do escopo deste projeto as seguintes premissas:

- Telegestão aplicada nas vias de V1, V2 e V3;
- Modernização de 100% dos pontos de iluminação pública a partir da tecnologia LED;
- Modernização e Implantação de novos pontos em áreas especiais: Praças, Parques, Cemitérios, Quadras Poliesportivas, Campos de Futebol e outros;
- Implantação e operação de um Centro de Controle Operacional (CCO);
- Cumprimento dos requisitos normativos estabelecidos na norma ABNT NBR 5101:2018;
- Correção de pontos escuros;
- Implantação de Iluminação de Destaque em bens de interesse;
- Provimento de iluminação com tecnologia LED para 100% dos pontos estimados de expansão da rede de iluminação pública;
- Reinvestimento das luminárias com tecnologia LED no término de sua vida útil operacional;
- Demanda reprimida suprida com tecnologia LED em sua totalidade;
- Implantação da rede de conectividade e integração dos pontos atendidos pela infraestrutura ao CCO;
- Implantação das usinas para geração de energia.

A seguir apresenta a figura que ilustra o cronograma consolidado do projeto de engenharia.

Relatório de Engenharia

Figura 14-1 – Cronograma consolidado do projeto de engenharia



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

Aclara-se que os prazos para cada fase serão apresentados no Anexo de Caderno de Encargos do edital, após avaliação econômico-financeira completa do projeto.

Matriz

Belo Horizonte - MG
Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia
CEP: 30.150-330
Contato: +55 (31) 3508-7375

Escritórios

São Paulo - SP
Cuiabá - MT
Campo Grande - MS
Três Lagoas - MS
Teresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG

Relatório de Engenharia

15 PLANO DE INVESTIMENTOS

Os custos e investimentos associados a cada solução de engenharia proposta neste relatório serão apresentados nas seções subsequentes, contendo relato da metodologia considerada para definição de valores de custos e investimentos em consonância com Lei 11.079/2004, Art. 10 § 4º.

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

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

No tocante às taxas de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) aplicados às obras a serem subcontratadas pela concessionária relativas à expansão da rede de iluminação pública e implantação de iluminação, foram considerados os valores de acordo com o Acórdão 2622/2013 do Tribunal de Contas da União (TCU); os impostos federais, PIS e COFINS, e o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) aplicado pelo Município.

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

Tabela 15-1 – Composição para cálculo de BDI

BDI		
Descrição	Sigla	Não desonerados
Administração Central	AC	5,290%
Seguros e Garantias	S&G	0,250%
Risco	R	1,000%
Despesa Financeira	DF	1,080%
Lucro	L	8,000%

Relatório de Engenharia

BDI		
Descrição	Sigla	Não desonerados
Tributos	T	8,650%
Programa de Integração Social	PIS	0,650%
Contribuição para o financiamento da seguridade social (COFINS)	COFINS	3,000%
Imposto sobre serviços	ISS	5,00%
Contribuição Previdenciária	E	0,000%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Para o cálculo do BDI, apresenta-se a seguir a equação baseada na composição descrita anteriormente. De acordo com a equação, a taxa de BDI será de 27,32%.

$$BDI = \frac{(1 + ac + SG + risco) \cdot (1 + DF) \cdot (1 + Lucro)}{(1 - T)} - 1 = 27,32\%$$

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

Para o cálculo das despesas financeiras (DF) foi adotado os critérios estabelecidos no acórdão nº 325/2077 – TCU, onde se prevê o uso da taxa SELIC como referência de composição de cálculo de juros.²⁰

Importante destacar que adoção de BDI não desonerado é justificada em decorrência de sua incidência ser aplicada sobre orçamentos majoritariamente composto por equipamentos e materiais e com pouca representatividade de mão de obra. Portanto, o valor não-desonerado é mais vantajoso que o valor desonerado.

15.1 Despesas pré-operacionais

Previamente à eficácia do contrato, a concessionária assumirá custos relacionados a sua constituição e elaboração de planos e projetos. Estas despesas são descritas e apresentadas nos itens subsequentes.

15.1.1 Cadastro técnico da rede municipal de iluminação pública

²⁰ Utilizado a taxa SELIC de 13,75% ao ano (<https://www.bcb.gov.br/detalhenoticia/17825/nota>) para o cálculo do DF.

Relatório de Engenharia

O cadastro técnico da rede de iluminação pública é serviço indispensável no período prévio da assunção dos serviços e obras de modernização, manutenção, operação, expansão e ampliação da rede de iluminação pública do município. A seguir são apresentadas as diretrizes para realização do cadastro e seus custos.

O custo médio por ponto para efetivação do cadastro técnico georreferenciado é apresentado na tabela a seguir.

Tabela 15-2 – Custo com cadastro técnico georreferenciado de iluminação pública

Descrição	Quantidade	Custo por ponto (R\$)	Total (R\$)
Cadastro Técnico	22.572	14,33 ²¹	323.456,76

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.1.2 Planos e projetos de iluminação pública

Os planos e projetos de iluminação pública assumem papel importante para a concessão da rede municipal de iluminação pública por apresentar os procedimentos, estratégias, cronogramas e a forma de atuação de todas as atividades relacionadas à manutenção, operação, modernização, adequação e expansão da rede municipal de iluminação pública. A partir dos planos e projetos, o poder concedente aprovará a forma como se dará a execução dos serviços e avaliará se eles satisfazem as necessidades que o projeto de Engenharia, bem como demais documentos dessa estruturação da concessão apresenta.

Caberá à concessionária o desenvolvimento dos seguintes planos operacionais:

- Plano de Transição Operacional (PTO) que tem por objetivo garantir o processo de operação e de manutenção inicial de todos os equipamentos, materiais e dispositivos da rede municipal de iluminação pública atual até o início do período de modernização. O plano deverá ser elaborado previamente à eficácia do contrato, contemplando os seguintes assuntos:
 - Gerenciamento de Resíduos Sólidos;

²¹ Consulta de Mercado a partir de orçamento recebido em março de 2023.

Relatório de Engenharia

- Modelo de Execução dos serviços;
 - Gestão de Materiais; e
 - Operação e Manutenção dos pontos de iluminação pública iniciais.
- Plano de Modernização e Operação (PMO) que tem por objetivo planejar e estruturar todos os serviços da concessão devendo incorporar o PTO, com as devidas revisões e atualizações para inclusão dos serviços de operação e manutenção, de expansão, de adequação e de modernização e efficientização da rede municipal de iluminação pública. O plano deverá ser elaborado previamente ao início da modernização e contemplar em sua forma:
 - Operação e Manutenção;
 - Modernização e Efficientização;
 - Implementação do Sistema de Telegestão;
 - Expansão da rede municipal de iluminação pública;
 - Iluminação de Destaque.
 - Ressarcimento Estudos: Referente ao reembolso e remuneração dos estudos relacionados ao objeto da Concessão.

Adicionalmente, a concessionária deverá apresentar projetos executivos elétricos e luminotécnicos previamente a execução do serviço de modernização e efficientização.

Os custos com elaboração de projetos, planos e estudos são apresentados na tabela seguir.

Tabela 15-3 – Custos da elaboração de projetos e planos

Item	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
Plano de transição operacional²²	1	81.763,16	81.763,16

²²Composição de valores disponível no Anexo VI.

Relatório de Engenharia

Item	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
Plano de modernização e operações²³	1	86.924,60	86.924,60
Projetos de modernização e efficientização para rede de iluminação pública²⁴	22.572	6,34	143.106,48
TOTAL			311.794,24

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.1.3 Planos e projetos de conectividade

Os planos e projetos de conectividade assumem papel importante para a concessão da rede municipal de iluminação pública por apresentar os procedimentos, estratégias, cronogramas e a forma de atuação de todas as atividades relacionadas à manutenção, operação, modernização, adequação e expansão da rede municipal de conectividade. A partir dos planos e projetos, o poder concedente aprovará a forma como se dará a execução dos serviços e avaliará se eles satisfazem as necessidades que o projeto de Engenharia, bem como demais documentos dessa estruturação da concessão apresenta.

Os custos com elaboração de projetos, planos e estudos são apresentados na tabela seguir.

Tabela 15-4 – Custos da elaboração de projetos e planos

Item	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
Elaboração de Projeto Executivo Soluções Digitais²⁵	1	204.160,00	204.160,00
TOTAL			204.160,00

²³Composição de valores disponível no Anexo VI.

²⁴Composição de valores disponível no Anexo VII.

²⁵Composição de valores disponível no Anexo VI.

Relatório de Engenharia

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.1.4 Planos e projetos de geração de energia

O plano e os projetos de geração de energia apresentam os procedimentos, estratégias, cronogramas e a forma de implantação das usinas. A partir dos planos e projetos, o poder concedente aprovará a forma como se dará a execução dos serviços e avaliará se eles satisfazem as necessidades que o projeto de Engenharia, bem como demais documentos dessa estruturação da concessão apresenta.

Caberá à concessionária o desenvolvimento do seguinte plano operacional:

- Plano de Implantação e operação (PTI) que tem por objetivo garantir o processo de implantação, operação e de manutenção inicial de todos os equipamentos, materiais e dispositivos das usinas fotovoltaicas a serem instaladas. O plano deverá ser elaborado previamente à eficácia do contrato, contemplando os seguintes assuntos:
 - Gerenciamento de Resíduos Sólidos;
 - Modelo de Execução dos serviços;
 - Análise da demanda energética das unidades consumidoras;
 - Implementação das usinas fotovoltaicas;
 - Gestão de Materiais; e
 - Operação e Manutenção das usinas fotovoltaicas.

Adicionalmente, a concessionária deverá apresentar projetos executivos elétricos previamente a execução do serviço.

Os custos com elaboração de projetos e plano são apresentados na tabela seguir.

Tabela 15-5 – Custos da elaboração de projetos e planos

Item	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
Plano de implantação e operação	1	124.789,32	124.789,32
Projetos básicos e executivos	1	186.578,32	186.578,32

Relatório de Engenharia

Item	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
TOTAL			311.367,64

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.1.5 Resumo Despesas pré-operacionais

Tabela 15-6 – Despesas pré-operacionais

Item	Custo [R\$]
Custo com cadastro técnico georreferenciado de iluminação pública	323.456,76
Custos da elaboração de projetos e planos de iluminação pública	311.794,24
Custos da elaboração de projetos e planos de conectividade	204.160,00
Custos da elaboração de projetos e planos de geração de energia	311.367,64
Ressarcimento dos estudos	1.789.624,22
Total	2.940.402,22

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.2 Implantação do Sistema Central de Gestão Operacional

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

- Gestão do cadastro técnico da rede de iluminação pública;
- Gestão dos projetos associados às obras de expansão, modernização e de iluminação de destaque;
- Gestão dos serviços de manutenção e operação;
- Gestão do consumo de energia elétrica;
- Gestão das demandas dos usuários da rede de iluminação pública;
- Gestão das funcionalidades dos pontos beneficiados com a tecnologia de telegestão;

Relatório de Engenharia

- Gestão de recursos da Concessionária por meio de sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*).

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

- Gerenciamento do cadastro técnico de iluminação pública:
 - O SCGO deve dispor de sistema que contenha cadastro técnico e ferramenta para gerenciamento dos ativos administrados pela Concessionária. O sistema deve contemplar base de dados georreferenciada GIS (*Geographic Information System*) de todos os ativos abarcados pela concessão, a qual deve ser utilizada como base de informações às demais soluções do sistema. Este cadastro deve ser permanentemente atualizado conforme ocorrerem as intervenções na rede de iluminação pública do Município, por meio de dispositivos móveis ou diretamente na interface *web*. É responsabilidade da Concessionária a manutenção da atualização do cadastro.
- Gerenciamento de projetos:
 - Este sistema deve permitir a gestão de projetos relacionados aos serviços prestados pela Concessionária. Todos os projetos devem ser visualizados em correspondência com mapas e dados cartográficos da base de dados GIS e do sistema de gerenciamento de ativos. O sistema deve:
 - Ter acesso aos dados do cadastro técnico;
 - Realizar a interface de informações entre projetos, serviços e seus respectivos locais de execução;
 - Monitorar o andamento de cada projeto, os custos e os recursos empregados.

Relatório de Engenharia

- O sistema deve gerar relatórios gerenciais sobre o andamento dos projetos de forma que permita o monitoramento pela Concessionária, pelo Verificador Independente e pelo Poder Concedente.
- **Gestão de manutenção e operação:**
 - A gestão de manutenção e operação deve ser garantida por meio de sistema que garanta o controle do processo de manutenção e operação da rede de iluminação pública. O sistema deve fazer a integração entre protocolos de manutenção ou operação de obras, e os dados controle da frota e equipes em campo para o monitoramento da execução de cada serviço, bem como a localização da equipe responsável. Deve controlar, distribuir as ordens de serviço para as equipes e realizar a atualização dos dados do cadastro técnico de acordo com as informações enviadas pelas equipes de campo e os respectivos protocolos e OS (ordem de serviço);
 - Por meio de dispositivos móveis com acesso à rede de dados, as equipes de campo devem ter acesso ao sistema, permitindo a visualização do histórico de intervenções do ponto de iluminação pública relacionado na solicitação de serviço. O sistema deve permitir o controle de materiais utilizados por cada equipe. O planejamento das rotas de vistoria das rondas deve ser fornecido pelo SCGO, o qual deve fazer o controle das equipes de vistoria de todos os pontos de iluminação pública, e garantir que a inspeção completa da rede seja feita dentro do prazo estabelecido.
- **Gestão do consumo de energia:**
 - O SCGO deve realizar o processamento entre todos os dados do controle de monitoramento remoto das luminárias para fins de cálculo do consumo e gastos de energia. O sistema deve possibilitar comparações entre os consumos de energia elétrica estimado, medido (pela telegestão) e faturado;
 - O consumo de energia estimado deve ser baseado nas potências das lâmpadas cadastradas na base de dados georreferenciada, considerando as perdas dos reatores e no tempo de operação previsto

Relatório de Engenharia

- na resolução 1000 da ANEEL. A proposta é que seja feita comparação entre o consumo estimado e o consumo computado pelo sistema de telegestão nos pontos beneficiados com essa tecnologia;
- Os cálculos elétricos devem também mensurar os níveis de carregamento dos transformadores próprios, quando couber, e queda de tensão dos circuitos de iluminação pública, garantindo um gerenciamento eficiente dos ativos, indicando pontos passíveis de manutenção ou melhorias;
 - Os dados devem ser armazenados para a criação de série histórica de todo o período de concessão.
- **Atendimento ao usuário:**
 - Deve ser utilizado sistema capaz de gerenciar as demandas apresentadas pelos usuários do sistema de iluminação pública, integrando com o *call center*. O sistema deve efetuar o registro da ocorrência, o despacho do serviço necessário e a comunicação de resposta com o usuário solicitante informando o atendimento da demanda. Deve ser integrado à gestão de manutenção e operação para a abertura de ordem de serviço e acompanhamento do chamado. Deve registrar as ocorrências com base no cadastro técnico, permitindo a análise de fenômenos recorrentes.
 - **Telegestão:**
 - O SCGO deve estar integrado ao sistema de telegestão, sendo capaz de controlar e monitorar as luminárias, ponto-a-ponto e enviar todas as informações para o CCO. O sistema de telegestão deve dispor de todas as funcionalidades apresentadas no Relatório de Engenharia para o operador do CCO;
 - O sistema de telegestão deve permitir integração com a gestão de manutenção e operação para que, em tempo real, seja informado às equipes de operação e manutenção as ocorrências na rede de iluminação pública identificadas pelos telecomandos controladores, antecipando-se às chamadas dos usuários;

Relatório de Engenharia

- Todas as operações, mudanças de estado e valores de medições registrados pelo sistema de telegestão devem ser armazenados historicamente permitindo a análise de ocorrências e do comportamento da rede de iluminação pública, e fornecendo insumos para a realização de estudos posteriores.
- Indicadores de desempenho:
 - O SCGO deve apresentar sistema de mensuração de desempenho que vai aferir os aspectos operacionais e gerenciais da execução do contrato de concessão. Deve representar o quadro de indicadores de desempenho que vai fazer parte do contrato, permitindo o monitoramento do desempenho da Concessionária. Os dados devem estar disponíveis para a Prefeitura e para o verificador independente do contrato, a fim de que seja monitorado e verificado o desempenho da Concessionária.
- Planejamento de recursos da Concessionária:
 - A Concessionária deve contar com sistema de planejamento de recursos (ERP) para suportar seus processos de negócios. Os processos atendidos e funcionalidades devem ser, no mínimo, os seguintes:
 - Gestão de materiais:
 - ✓ Cadastro de materiais, fornecedores e serviços;
 - ✓ Administração de compras de materiais, de contratação de obras e serviços e controle dos respectivos prazos e garantias;
 - ✓ Gestão de fornecimento de materiais;
 - ✓ Inventário físico estoque (anual, rotativo, amostra);
 - ✓ Previsão e planejamento de materiais;
 - ✓ Administração de estoques centralizado e depósitos.
 - Controladoria:
 - ✓ Gestão de custos;
 - ✓ Alocação de custos;
 - ✓ Orçamento de despesa.
 - Gestão de investimentos:
 - ✓ Gestão de orçamento de investimento;

Relatório de Engenharia

- ✓ Acompanhamento da realização orçamentária.
- Contabilidade:
 - ✓ Balanço patrimonial;
 - ✓ Demonstração de resultados do exercício;
 - ✓ Gestão dos ativos contábeis.
- Financeiro:
 - ✓ Contas a pagar;
 - ✓ Contas a receber;
 - ✓ Administração de caixa;
 - ✓ Fluxo financeiro;
 - ✓ Fluxo orçamentário.
 - ✓ Gestão da frota de veículos.

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

Tabela 15-7 – Custo para implantação do SCGO

Descrição	Quantidade de pontos	Periodicidade	SCGO [R\$]	Total [R\$]
Prestação de serviços para locação e software de gestão, fiscalização, medição, despacho e recepção de serviços de manutenção de iluminação pública, contratação de serviços de CALL CENTER para recepção e despacho dos serviços de manutenção do sistema de iluminação pública.	22.572	Mensal	0,55	12.414,60

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Aclara-se que o serviço de *call center* deve ser apoiado pelo sistema de atendimento ao usuário/cidadão, operando em 2 turnos por dia sendo o diurno com no mínimo 1 posição de atendimento e noturno com 2 posições de atendimento, em dias úteis, além de ser equipado com atendimento eletrônico (URA – Unidade de Resposta Audível), gravação e supervisão on-line para os períodos não cobertos pelas posições de atendimento.

15.3 Infraestrutura operacional

Relatório de Engenharia

15.3.1 Preparação da unidade operacional

Apresentam-se a seguir os custos relacionados a sua estruturação e constituição. Aclara-se que os custos apresentados se basearam em área a ser alocada de 760 m² conforme expertise técnica da equipe de engenharia, considerando área administrativa (210 m²), almoxarifado (cerca de 200 m²) e estacionamento e área de manobra (350 m²).

Tabela 15-8 – Despesa para constituição da SPE

Item	Valor [R\$]
Projetos Administrativos (Almoxarifado + área administrativa)²⁶	28.277,70
Reforma Civil (Área administrativa e Almoxarifado)²⁷	237.398,20
TOTAL	265.675,90

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.3.2 Mobiliário da SPE

Apresentam-se a seguir os investimentos associados ao mobiliário da SPE ao longo da concessão, com o respectivo período de reinvestimento.

Tabela 15-9 - Custos de investimento mobiliário da SPE

Item	Quantidade	Reinvest. [Anos]	Valor Unitário [R\$]	Total ²⁸ [R\$]
Aparelho telefone fixo com fio	2	5	48,90	97,80
Ar-condicionado	4	5	1.349,00	5.396,00

²⁶ Referência tabela EMOP abril de 2023.

²⁷ Obras e reformas necessárias para o local destinado a constituição da SPE para uma área de 720 m², estabelecendo valor referencial por m² de 50% do Custo Unitário Básico (CUB), referência março de 2023, de construção de um galpão industrial conforme consulta no da SIDUSCON-TO (Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Tocantins).

²⁸ Itens orçados por meio de consulta de mercado no mês de julho de 2023

Relatório de Engenharia

Item	Quantidade	Reinvest. [Anos]	Valor Unitário [R\$]	Total ²⁸ [R\$]
Armário 2 portas	6	5	285,49	1.712,94
Armário arquivo	2	5	299,99	599,98
Cadeiras fixas	10	5	169,90	1.699,00
Cadeiras giratórias com apoio para os braços	7	5	189,90	1.329,30
Computador	7	5	1.415,97	9.911,79
Equipamento para videoconferências	1	5	1.089,90	1.089,90
Impressora A3	1	5	799,99	799,99
Lixeira para Sanitários	4	5	28,89	115,56
Lixeiras	2	5	32,49	64,98
Mesa escritório	7	5	246,89	1.728,23
Mesa para reunião	1	5	394,90	394,90
Impressora multifuncional	1	5	1.529,10	1.529,10
TOTAL				26.469,47

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.3.3 Centro de Controle e Comando (CCO)

Para a gestão de todo o processo de expansão, modernização e manutenção da iluminação pública do Município, sendo a célula central de informações e controle, o CCO deve ser instalado contendo mobiliário específico, linha telefônica, acesso à rede de computadores e à *internet*, devendo operar 24 horas por dia, 7 dias por semana, contando, para isso, com sistema de fonte de alimentação ininterrupta de energia (*nobreaks*) para garantir o atendimento emergencial de ocorrências em caso de falta de energia. O CCO deve apresentar infraestrutura capaz de monitorar, operar e controlar o funcionamento da rede de iluminação pública em tempo real para os pontos de iluminação equipados com sistema de telegestão, criar condições de intervir na operação de forma remota, implementar telegestão. Na operação do CCO, a segurança da informação deve ser baseada na norma técnica ISO/IEC 27000 – Gestão da Segurança da Informação.

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

Relatório de Engenharia

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

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

O SCGO é um sistema de controle e processamento central de todas as informações das equipes, CCO, almoxarifado, controle de frotas, *softwares*, controle de informatizados da Concessionária e monitoramento dos índices de desempenho e do consumo de energia elétrica da rede de iluminação pública. Deve ser compatível com os principais sistemas operacionais do mercado e permitir a exportação de dados para aplicativos comerciais de produção de documentos, bancos de dados e para aplicativos (CAD e GIS).

É um sistema que deve potencializar o desempenho de gestão da rede de iluminação pública, devendo possuir algumas funcionalidades mínimas como as descritas a seguir, bem como outras necessárias para o SCGO explicitadas no Plano de Investimento e Operação.

- Gestão do cadastro técnico da rede de iluminação pública;
- Gestão de projetos associados às obras de expansão, modernização e de iluminação de destaque;
- Gestão dos serviços de manutenção e operação;
- Gestão do consumo de energia elétrica;
- Gestão das demandas dos usuários da rede de iluminação pública;
- Gestão das funcionalidades dos pontos beneficiados com a tecnologia de telegestão;

Relatório de Engenharia

- Gestão dos índices de desempenho;
- Gestão de recursos da Concessionária por meio do sistema ERP.

Os investimentos associados à implantação e manutenção do CCO envolvem basicamente a construção do prédio, *vídeo wall*, a infraestrutura de operações e sala técnica. É escopo da composição do orçamento os serviços preliminares, conjunto de materiais e serviços. A seguir apresentam-se os valores para implantação do CCO bem como o quantitativo de cada item.

Tabela 15-10 – Orçamentos para implantação do CCO

Item	Reinvest. [Anos]	Quantidade	Valor Unitário [R\$]	Total ²⁹ [R\$]
MONITOR VIDEOWALL 46" 24/7 BORDA 5.5MM	7 anos	4	7.698,60	30.794,40
Servidor ASUS Intel Core i5 3.2Ghz Slim Memória 12GB DDR3 HD 3TB Sata3	5 anos	1	1.907,99	1.907,99
RACK PISO 24U 875MM 19 POLEGADAS	22 anos	1	1.190,85	1.190,85
PATCH PAINEL NPP-C62BLK241 CAT 6 SHIELDE KEYSTONE 24 PORTAS	8 anos	1	179,99	179,99
SWITCH 24 PORTAS HPE ARUBA 1820-24G - GERENCIÁVEL - 24 PORTAS GIGABIT + 2 PORTAS SFP - J9980A	8 anos	1	695,00	695,00
NOBREAK SENOIDAL SNB 2000VA BIVOLT, INTELBRAS + 4 BATERIAS ESTACIONÁRIAS 90AH 12V EM SÉRIE (48V)	5 anos	1	3.130,89	3.130,89
TOTAL				37.899,12

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

²⁹ Itens orçados por meio de consulta de mercado no mês de julho de 2023

Relatório de Engenharia

Tabela 15-11 – Orçamentos para implantação do CCO

Item	Reinvest. [Anos]	Quantidade	Valor Unitário [R\$]	Total ³⁰ [R\$]
construção de prédio - Custos Unitários Básicos de Construção (CUB/m ²) ref. Sinduscon - GO PADRÃO COMERCIAIS e CSL (Comercial Salas e Lojas) CSL 16 (m2)	50 anos	50	R\$ 2.390,11	R\$ 119.505,50
mobiliário técnico 1600x1100x900mm, com suporte para 2 monitores, com régua de tomadas com 6 posições	10 anos	1	R\$ 6.558,80	R\$ 13.117,60
Cadeira giratória, 2 braços laterais, ajuste altura	5 anos	2	R\$ 630,00	R\$ 1.260,00
monitor de vídeo profissional, operação 24/7, painel antirreflexo	7 anos	2	R\$ 12.086,78	R\$ 24.173,56
aparelho de ar condicionado tipo split inverter, 12000 BTUs.	5 anos	2	R\$ 2.099,00	R\$ 4.198,00
TOTAL				R\$ 162.254,66

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023).

15.3.3.1 Sala Técnica

A sala técnica é um espaço dedicado a instalação de racks de telecomunicações e de servidores onde estarão acondicionados os equipamentos computacionais. Será uma sala no interior do CCO. A seguir apresentam-se os valores para implantação da sala técnica bem como o quantitativo de cada item.

³⁰ Itens orçados por meio de consulta de mercado no mês de junho de 2023

Relatório de Engenharia

Tabela 15-12 – Orçamentos para implantação da sala técnica

Item	Reinvest. [Anos]	Quantidade	Valor Unitário [R\$]	Total ³¹ [R\$]
Rack fechado para servidores, altura 44U, largura 19" profundidade 800mm, kit ventilação com 04 ventiladores	11 anos	1	R\$ 3.398,66	R\$ 3.398,66
Rack fechado para cabeamento estruturado, altura 44U, largura 19" profundidade 600mm, kit ventilação com 04 ventiladores	11 anos	1	R\$ 3.739,00	R\$ 3.739,00
guia de cabos 1U	-	4	R\$ 26,59	R\$ 106,36
patch panel carregado 24 portas cat.6	-	1	R\$ 12.086,78	R\$ 24.173,56
patch cord 3m cat. 6	-	24	R\$ 2.099,00	R\$ 4.198,00
switch layer 3, 24 portas 1 Gbps, 4 10Gbps, SPF+, gerenciável	11	1	R\$ 7.412,46	R\$ 7.412,46
nobreak 10KVA, senoidal, dupla conversão, FP 0,95, entrada 220VAC	5	1	R\$ 16.490,00	R\$ 16.490,00
TOTAL				R\$ 31.736,31

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023).

15.3.3.2 CCO Espelho

A fim de permitir eficiência na apuração dos serviços prestados pela concessionária e a fiscalização plena do contrato, propõe-se implantação de CCO espelho nas dependências físicas da administração pública. Nesse sentido, a concessionária deverá disponibilizar um ponto de acesso completo ao sistema de CCO em local indicado pela Prefeitura do Município. A concessionária será responsável por fornecer e instalar os equipamentos e softwares necessários, bem como prover o suporte

³¹ Itens orçados por meio de consulta de mercado no mês de junho de 2023

Relatório de Engenharia

técnico para o uso do CCO Espelho e garantir a integração do sistema a ser utilizado pela Prefeitura e/ou agente fiscalizador por ela contratado.

Tabela 15-13 - Custos de investimento CCO Espelho

Item	Reinvest. [Anos]	Quantidade	Valor Unitário [R\$]	Total ³² [R\$]
MONITOR VIDEOWALL 46" 24/7 BORDA 5.5MM	7 anos	4	7.698,60	30.794,40
Servidor ASUS Intel Core i5 3.2Ghz Slim Memória 12GB DDR3 HD 3TB Sata3	5 anos	1	1.907,99	1.907,99
NOBREAK SENOIDAL SNB 2000VA BIVOLT, INTELBRAS + 4 BATERIAS ESTACIONÁRIAS 90AH 12V EM SÉRIE (48V)	5 anos	1	3.130,89	3.130,89
TOTAL				35.833,28

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Tabela 15-14 – Orçamentos para implantação do CCO espelho

Item	Reinvest. [Anos]	Quantidade	Valor Unitário [R\$]	Total ³³ [R\$]
mobiliário técnico 1600x1100x900mm, com suporte para 2 monitores, com régua de tomadas com 6 posições	10 anos	1	R\$ 6.558,80	R\$ 6.558,80
Cadeira giratória, 2 braços laterais, ajuste altura	5 anos	2	R\$ 630,00	R\$ 1.260,00
monitor de vídeo profissional, operação 24/7, painel antirreflexo	7 anos	2	R\$ 12.086,78	R\$ 24.173,56
aparelho de ar condicionado tipo split inverter, 12000 BTUs.	5 anos	2	R\$ 2.099,00	R\$ 4.198,00
TOTAL				R\$ 36.190,36

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

³² Itens orçados por meio de consulta de mercado no mês de junho de 2023

³³ Itens orçados por meio de consulta de mercado no mês de junho de 2023

Relatório de Engenharia

15.4 MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA

Não obstante à definição de quantitativo, é importante estabelecer as previsões de investimentos que envolvem a modernização e adequação da rede de iluminação pública. Dessa forma, apresentam-se os resultados obtidos ao longo desta seção.

15.4.1 Luminárias LED

A partir do resultado obtido pela metodologia de correlação entre o inventário da rede municipal de iluminação pública e os logradouros inspecionados localmente, obtêm-se os quantitativos para cada uma das soluções técnicas propostas. A partir da definição desse quantitativo, apresenta-se, na tabela a seguir, o valor do investimento por ponto, objetivando a modernização da rede de iluminação pública do Município para os pontos classificados como iluminação viária. Cabe ressaltar que foram constatadas luminárias LED instaladas em vias públicas no município e optou-se por substituí-las durante o período de modernização, de forma a se ter um parque de iluminação homogêneo e aderente aos índices luminotécnicos previstos na ABNT NBR 5101:2018.

Tabela 15-15 – Investimentos em soluções técnicas de iluminação viária para a rede municipal de iluminação pública

Classe Viária	Pontos IV	Custo Total Fornecedor 1 [R\$]	Custo Total Fornecedor 2 [R\$]	Custo Total Fornecedor 3 [R\$]
V1	763	R\$646.184,21	R\$665.634,28	R\$523.982,11
V2	433	R\$383.577,38	R\$299.768,21	R\$333.834,00
V3	4.539	R\$2.773.271,98	R\$3.312.171,23	R\$2.712.244,23
V4	3.404	R\$1.509.681,14	R\$1.899.854,77	R\$1.653.885,04
V5	12.860	R\$5.655.855,13	R\$6.317.983,90	R\$6.045.310,97
TOTAL	21.999	R\$10.968.569,84	R\$12.495.412,39	R\$11.269.256,35

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Cabe ressaltar que os investimentos apresentados na tabela anterior correspondem aos fornecedores selecionados. Além dos custos médios por classe de iluminação, apresenta-se a relação completa dos orçamentos de luminárias LED, distribuídas em faixas de fluxo luminoso, sendo apresentada no ANEXO III deste relatório.

Relatório de Engenharia

Associadamente aos custos relacionados com a aquisição de luminárias LED, ressalta-se a necessidade de aquisição de materiais acessórios, propiciando a revitalização das instalações de iluminação pública, bem como auxiliar a correta instalação elétrica na totalidade dos pontos de iluminação pública. Dessa forma, assume-se as estruturas apresentadas nas tabelas a seguir, diferenciadas por classe de iluminação.

Tabela 15-16 – Custo de materiais acessórios para modernização de iluminação pública em vias V1, V2 e V3

Tabela de referência	Código	Composição	Quantidade [un]	Valor Unitário [R\$]	Total [R\$]
SINAPI-TO/2023	993	Cabo de cobre, flexível, classe 4 ou 5, isolamento em pvc/a, antichama bwf-b, cobertura pvc-st1, antichama bwf-b, 1 condutor, 0,6/1 kv, seção nominal 1,5 mm2	3,67	1,69	6,20
ORSE-03/2023	12539	Abraçadeira de nylon para identificação de fases - fase A, B ou C- quando IP ligada a rede isolada da distribuidora	2	0,43	0,86
ORSE-06/2023	13973	Conector Torção Azul (0,8 - 4,2MM2)	3	0,95	2,85
Orçamento 06/2023	Consulta de mercado	Adaptador de ângulo	1	39,88	39,88
EMOP 04/2023	11545	Conector em liga de cobre estanhado, tipo c e cunha, integrados, removíveis, tipo iv	3	3,57	10,71
TOTAL POR PONTO					60,50

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Tabela 15-17 – Custo de materiais acessórios para modernização de iluminação pública em vias V4 e V5

Tabela de referência	Código	Composição	Quantidade [un]	Valor Unitário [R\$]	Total [R\$]
SINAPI-TO/2023	993	Cabo de cobre, flexível, classe 4 ou 5, isolamento em pvc/a, antichama bwf-b, cobertura pvc-st1, antichama bwf-b, 1 condutor, 0,6/1 kv, seção nominal 1,5 mm2	3,67	1,69	6,24
ORSE-03/2023	12539	Abraçadeira de nylon para identificação de fases - fase A, B ou	2	0,43	0,86

Relatório de Engenharia

Tabela de referência	Código	Composição	Quantidade [un]	Valor Unitário [R\$]	Total [R\$]
		C- quando IP ligada a rede isolada da distribuidora			
ORSE-03/2023	13973	Conector Torção Azul (0,8 - 4,2MM ²)	3	0,95	2,85
EMOP 04/2023	11545	Conector em liga de cobre estanhado, tipo c e cunha, integrados, removíveis, tipo iv	3	3,57	10,71
TOTAL POR PONTO					20,62

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Ressalta-se que as estruturas de materiais acessórios para modernização da rede de iluminação pública contemplam opções para proporcionar ou não o ajuste de angulação de luminárias. Dessa forma, com o intuito de assumir premissas, contempla-se a opção de ajustar a angulação da luminária somente em vias V1 a V3, considerando que, usualmente, são as vias de classe de iluminação com maior complexidade para cumprimento aos requisitos luminotécnicos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018.

15.4.2 Alterações estruturais

Com o intuito de atender às normas previstas na ABNT NBR 5101:2018, os projetos luminotécnicos para vias de veículos e de pedestres contemplam possibilidades de alterações estruturais na tipologia de montagem dos logradouros inspecionados. As realizações envolvem, basicamente, a substituição do tipo de braço de iluminação pública.

Conforme apresentado no Relatório de Engenharia, são necessárias aquisições de braços novos para adequação estrutural da iluminação viária. Os custos para cada um dos braços de iluminação pública utilizados como base para a alteração estrutural são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 15-18 – Custo unitário para aquisição dos braços de iluminação pública

Tabela de referência	Código	Braço de iluminação pública	Custo unitário [R\$]
SINAPI 05/2023	83401	Curto	R\$ 287,65
Orçamento Próprio	-	Médio I	R\$ 572,41
		Médio II	R\$ 572,41

Relatório de Engenharia

Tabela de referência	Código	Braço de iluminação pública	Custo unitário [R\$]
Orçamento Próprio	-	Longo	R\$ 624,35

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Portanto, a partir dos quantitativos apresentados no referido relatório, pode-se calcular o investimento com aquisição de novos braços para cada um dos fornecedores selecionados por classe de iluminação.

15.4.3 Correção de Pontos Escuros (CPE)

Para os projetos luminotécnicos desenvolvidos no Relatório de Engenharia foram apresentadas propostas de aumento no número de pontos existentes no logradouro, com o intuito de atender os requisitos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018.

Dessa forma, baseando-se no quantitativo obtido mediante a correlação entre o inventário da rede de iluminação pública e logradouros inspecionados, no ANEXO IV apresenta-se a composição de custo para as correções de ponto escuro por fornecedor definido em cada classe de iluminação, mediante apresentação do custo da estrutura e da luminária proposta. No referido anexo, apresenta-se ainda uma relação entre os tipos de correções de ponto escuro e as estruturas para ampliação da rede de iluminação pública, propostas na seção 9, resultando no conhecimento dos custos estruturais relacionados às CPE. Cabe ressaltar que os custos das referidas estruturas são explicitados na seção 15.6.1. A tabela a seguir exhibe um resumo dos custos para a correção de pontos escuros para cada fornecedor considerado.

Tabela 15-19 – Custos destinados para a correção de pontos escuros

Classe	Custo Total Opção 1	Custo Total Opção 2	Custo Total Opção 3
V1	R\$ 153.398,52	R\$ 153.920,88	R\$ 438.026,40
V2	R\$ 1.006.553,46	R\$ 989.760,72	R\$ 995.696,73
V3	R\$ 427.342,84	R\$ 460.746,20	R\$ 1.344.637,67
V4	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
V5	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
TOTAL	R\$ 1.587.294,82	R\$ 1.604.427,80	R\$ 2.778.360,80

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

15.5 MODERNIZAÇÃO DE ÁREAS ESPECIAIS

15.5.1 Praças, Parque e Outros Locais

A seção 8, relativa à proposição de soluções para iluminação em áreas especiais, apresenta as propostas de modernização destinadas a praças, parques e outros locais. Nestes casos, é necessário apresentar o investimento necessário para a aquisição de luminárias LED. Dessa forma, apresentam-se, na tabela a seguir, os valores das soluções técnicas indicadas na seção 8. Ressalta-se que a definição do fornecedor é objeto de análise de custo-benefício do relatório econômico-financeiro.

Apresenta-se na tabela a seguir, o resumo do investimento com luminárias LED em praças, parques e outros locais. A visualização completa contendo as opções de fornecedores, potências e custo unitário para cada tipo de ambiente, está relacionada no ANEXO X deste relatório.

Tabela 15-20 – Investimentos com luminárias LED em praças, parques e outros locais

Qtde. de Luminárias	Custo Total Proposta 1	Custo Total Proposta 2
1.712	R\$ 288.351,02	R\$ 928.796,75

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Ressalta-se que investimentos relacionados às praças necessitam de uma análise crítica no tocante ao custo-benefício, tal definição será apurada no Relatório Econômico-Financeiro.

Não obstante, é importante ainda apresentar as estimativas de custo de investimentos relacionadas às estruturas físicas de posteação para iluminação pública das referidas áreas especiais. Torna-se importante explicitar esses investimentos, uma vez que foram propostas estruturas novas para áreas com iluminação pública insuficiente ou inexistente. Dessa forma, tem-se os referidos investimentos apresentados no ANEXO V deste relatório e sintetizada conforme a tabela a seguir.

Tabela 15-21 – Investimentos em estruturas para praças, parques e outros locais

Estrutura	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
10	34	R\$6.723,16	R\$ 228.587,44

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

Cabe ressaltar que as estruturas elencadas para a proposição de iluminação em praças são as mesmas estruturas propostas para a ampliação da rede de iluminação pública, conforme seção 9.

15.5.2 Campos de Futebol e Quadras

A seguir são apresentados de forma sintetizada os custos referentes à adequação de cada campo e/ou quadra conforme proposições já descritas. No ANEXO X deste relatório é possível a visualização de todos os custos para cada campo e quadra.

Os custos com estruturas estão alinhados a aqueles apresentados na seção 9.

Tabela 15-22 – Propostas de modernização para campos e quadras públicas

Fornecedor	Quantidade de projetores proposta	Custo Total projetores Opção 1 [R\$]	Quantidade de estruturas e suportes proposta	Custo Total estruturas e suportes [R\$]	Total Geral [R\$]
Opção 1	378	549.042,36	182	440.823,26	989.865,62
Opção 2	378	457.540,74	182	440.823,26	898.364,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Foram elencados 13 campos e 13 quadras destinados a receberem iluminação e/ou terem a iluminação existente modernizada.

Os custos inerentes a modernização e adequação dos campos e quadras que já possuem algum tipo de iluminação, assim como, os custos inerentes a instalação de sistemas de iluminação em campos que não possuem nenhum tipo de iluminação são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 15-23 – Investimento com iluminação em campos e quadras

Tipo	Custo Opção 1	Custo Opção 2
Campos	R\$ 827.800,34	R\$ 737.858,18
Quadras	R\$ 162.065,28	R\$ 160.505,82
TOTAL	R\$ 989.865,62	R\$ 898.364,00

Fonte: Elaborado por Houer com/cessões (2023)

15.5.3 Cemitérios

Relatório de Engenharia

A seção 8 apresenta as soluções luminotécnicas propostas para a iluminação dos cemitérios públicos do município. Desta forma, torna-se necessário apresentar os custos destinados a essas soluções. As tabelas a seguir exibem os custos com luminárias e estruturas de ampliação destinadas à iluminação de cemitérios.

Tabela 15-24 – Investimentos em luminárias LED para cemitérios

Opção 1			Opção 2		
Potência	Quantidade	Custo Unitário	Potência	Quantidade	Custo Unitário
52	12	R\$ 443,83	60	12	521,00
195	12	R\$ 1568,85	205	12	1.160,70
TOTAL	242	R\$ 24.152,16	TOTAL	24	R\$ 20.180,40

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Tabela 15-25 – Investimentos estruturas de ampliação para cemitérios

Estrutura	Quantidade	Custo Unitário
15	12	R\$ 2.212,35
12	3	R\$ 10.415,09
TOTAL	15	R\$ 57.793,47

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Importante informar que investimentos relacionados aos cemitérios necessitam de uma análise crítica no tocante ao custo-benefício, tal definição será apurada no Relatório Econômico-Financeiro.

15.5.4 Iluminação de Destaque

Conforme apresentado na seção 11, os custos com iluminação de destaque preveem a implantação de iluminação de destaque nos bens de interesse desprovidos desta solução, assim como a modernização e adequação da iluminação de destaque nos bens de interesse onde esta solução é deficiente.

Na tabela a seguir, é apresentada uma previsão de custos para cada bem de interesse elencado que não possuem iluminação de destaque ou a iluminação de destaque existente não valoriza o bem de forma plena com seus respectivos custos, prévios, para implantação de sistema de iluminação de destaque que valorizem cada bem.

Tabela 15-26 – Investimentos por bem de interesse

Relatório de Engenharia

#	Bens de interesse	Custo previsto [R\$]
1	Catedral de Nossa Senhora das Mercês	46.466,04
2	Museu Histórico Cultural de Porto Nacional	47.373,67
3	Seminário São José	70.632,65
	Mercado Municipal	28.426,62
	Arco da Entrada de Porto Nacional	51.092,44
	Centro de Convenções	20.807,85
TOTAL		264.799,26

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Cabe salientar que, de forma previa, no custo total com a iluminação de destaque dos 6 bens elencados já está englobado o BDI (para os serviços e aquisição de materiais diversos), conforme detalhado anteriormente.

15.6 Expansão da Rede de Iluminação Pública

15.6.1 Ampliação

A Concessionária ao longo de todo o contrato de concessão deve ser encarregada de atender à demanda por novos pontos de iluminação pública ocasionada por ampliação da rede de iluminação, seja de propriedade da Concessionária de energia ou do Município.

O presente relatório estabelece o quantitativo de pontos de ampliação que a Prefeitura pode demandar da Concessionária anualmente. Tal quantitativo é distribuído em estruturas, conforme apresentado no Relatório de Engenharia. A tabela a seguir apresenta os custos referentes aos investimentos necessários para a ampliação da rede de iluminação pública associados às suas respectivas estruturas. Na composição dos valores de investimentos estão inclusos os custos de materiais e serviços de mão de obra de construção, não sendo inclusos os custos com telegestão. Os investimentos foram elaborados com base nas tabelas de orçamentação referenciais em vigor e disponíveis para consulta, adotando-se valores não-desonerados. A seguir são apresentados os custos unitários referente aos quantitativos definidos anteriormente.

Relatório de Engenharia

Tabela 15-27 – Investimentos por estruturas de ampliação

Estrutura	Descrição	Custo unitário [R\$]
1	Instalação de ponto de IP em braço curto (Projeção Horizontal até 1,5 m)	R\$ 287,65
2	Instalação de ponto de IP em braço médio (Projeção Horizontal até 2 m)	R\$ 572,41
3	Instalação de ponto de IP em braço longo (Projeção Horizontal até 3 m)	R\$ 624,35
4	RDA poste circular 9 m braço curto	R\$ 3.032,36
5	RDA poste circular 9 m braço médio	R\$ 3.248,88
6	RDA poste circular 9 m braço longo	R\$ 3.386,43
7	RDS poste aço 9 m chicote simples	R\$ 8.838,52
8	RDS poste aço 9 m chicote duplo	R\$ 10.683,72
9	RDS poste aço 4 m reto 1 luminária	R\$ 6.693,08
10	RDS poste aço 4 m reto 2 luminárias	R\$ 6.723,16
11	RDS poste concreto 12 m 3 luminárias	R\$ 8.355,64
12	RDS poste concreto 12 m 4 luminárias	R\$ 10.415,09
13	Estrutura para campo de futebol com ponto de IP em suporte para 8 refletores e poste 14 m	R\$ 7.591,06
14	ESTRUTURA PARA QUADRAS COM PONTO DE IP EM SUPORTE PARA 2 REFLETORES EM POSTE 6 M	R\$ 5.151,26
15	Extensão RDA com ponto de IP em braço curto e poste 9 m para cemitérios	R\$ 2.212,35
16	Extensão RDA com ponto de IP em braço curto e poste 9 m em praças	R\$ 3.376,52

Relatório de Engenharia

Estrutura	Descrição	Custo unitário [R\$]
17	Remoção de poste de aço	R\$ 460,86
18	Substituição de suporte de 1 núcleo por suporte 2 núcleos	R\$ 129,41
19	Estrutura para campo de futebol com poste 11 m	R\$ 4.801,63
20	Estrutura para campo de futebol com poste 10 m	R\$ 4.577,25
21	Estrutura para campo de futebol com poste 8 m	R\$ 4.189,32
22	Suporte para 2 projetores	R\$ 418,46
23	Suporte para 3 projetores	R\$ 558,95
24	Suporte para 4 projetores	R\$ 1.251,86
25	Remoção de poste de concreto	R\$ 259,90

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Aclara-se que essas mesmas estruturas são fundamentais para definir investimento para correção de ponto escuro, além de serem base para elaboração do banco de créditos de iluminação pública, mecanismo de flexibilização dado à administração pública no que tange expansão.

Para cada classe de iluminação, foram previstos três orçamentos de luminárias LED, estando seus custos unitários relacionados a seguir. As potências destas luminárias são relacionadas àquelas apresentadas na Tabela 9-4.

Tabela 15-28 – Custo de luminárias por classe de iluminação

Classe de Iluminação	Fornecedor	Custo
V1	L4	R\$ 874,64
	L6	R\$ 761,07
	L7	R\$ 889,15
V2	L4	R\$ 885,86
	L6	R\$ 761,07
	L7	R\$ 692,84
V3	L4	R\$ 435,11

Relatório de Engenharia

Classe de Iluminação	Fornecedor	Custo
	L6	R\$ 603,95
	L7	R\$ 702,25
V4	L4	R\$ 443,83
	L6	R\$ 489,80
	L7	R\$ 545,07
V5	L4	R\$ 439,70
	L6	R\$ 461,23
	L7	R\$ 483,54
IAE	L4	R\$ 1.046,34
	L6	R\$ 2.069,90

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.6.2 Crescimento Vegetativo

Uma vez que os pontos de iluminação pública advindos de crescimento vegetativo são implantados por terceiros, a Prefeitura se isenta dos investimentos de instalação. Em contrapartida, no âmbito da concessão pública, deve-se contabilizar os seguintes custos:

- I. Operação e manutenção dos pontos incorporados à concessão;
- II. Consumo de energia elétrica mensal (kWh) dos pontos incorporados à concessão.

Dentre os itens supracitados, o custo relativo ao item I é considerado no dimensionamento das equipes de operação e manutenção. Com relação ao consumo de energia elétrica mensal (kWh) (item II), os custos são apresentados na tabela a seguir, considerando as premissas estabelecidas no presente relatório.

Tabela 15-29 – Custos com pontos de crescimento vegetativo

Classe	Fornecedor	Potência [W]	Custo com Energia elétrica mensal por ponto [R\$]
V4	L4	41	7,09
	L6	51	8,82
	L7	52	8,89
V5	L4	24	4,15
	L6	30	5,19
	L7	30	5,19

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

15.6.3 Demanda Reprimida

A demanda reprimida é a necessidade de novos pontos de iluminação pública. Com base nas informações descritas neste relatório, e considerando a classificação das vias, foi possível determinar os logradouros que necessitam da instalação de novos pontos de iluminação.

A tabela a seguir relaciona as estruturas citadas na seção 0 com as potências de luminárias indicadas para sua respectiva classe, considerando três fornecedores para cada classe. Também são exibidos os valores para a instalação de cada uma das estruturas, considerando materiais e mão de obra, assim como os valores das luminárias.

Tabela 15-30 – Relação entre estruturas de demanda reprimida e potências de luminárias

Estrutura de ampliação	Classe de Iluminação	Valor da Estrutura	Fornecedor da Luminária	Potência da Luminária [W]	Valor da Luminária
1	V5	R\$ 290,10	L4	24	R\$ 439,70
			L6	30	R\$ 461,23
			L7	30	R\$ 483,54
	V4		L4	41	R\$ 443,83
			L6	51	R\$ 489,80
			L7	52	R\$ 545,07
2	V3	R\$ 571,91	L4	61	R\$ 435,11
			L6	68	R\$ 603,95
			L7	87,9	R\$ 702,25
3	V1	R\$ 622,75	L4	110	R\$ 874,64
			L6	115	R\$ 761,07
			L7	141	R\$ 889,15
4	V5	R\$ 3.033,88	L4	24	R\$ 439,70
			L6	30	R\$ 461,23
			L7	30	R\$ 483,54
	V4		L4	41	R\$ 443,83
			L6	51	R\$ 489,80

Relatório de Engenharia

			L7	52	R\$ 545,07
5	V3	R\$ 3.249,07	L4	61	R\$ 435,11
			L6	68	R\$ 603,95
			L7	87,9	R\$ 702,25
6	V1	R\$ 3.383,82	L4	110	R\$ 874,64
			L6	115	R\$ 761,07
			L7	141	R\$ 889,15
7	V1	R\$ 8.837,79	L4	110	R\$ 874,64
			L6	115	R\$ 761,07
			L7	141	R\$ 889,15
8	V1	R\$ 10.683,07	L4	110	R\$ 874,64
			L6	115	R\$ 761,07
			L7	141	R\$ 889,15

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.7 Sistema de Telegestão

As soluções integradas de comando e controle dos pontos de iluminação pública propostas para rede municipal de iluminação pública correspondem a relé fotoelétrico e telegestão.

15.7.1 Telegestão

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

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

Relatório de Engenharia

Tabela 15-31– Análise dos orçamentos obtidos dos fornecedores de Telegestão³⁴

Item	Fornecedor 1 [R\$]	Fornecedor 2 [R\$]	Fornecedor 3 [R\$]
Setup (Comissionamento, Start Up e Treinamento)	281.850,75	0,00 ³⁵	87.586,34
Controlador	489,90	542,66	489,60
Concentrador	5.225,00	5.994,50	9.391,14

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

O sistema de telegestão, no cenário base, será implantado em vias classificadas em V1, V2 e V3 do Município. A seguir apresentam-se a consolidação de investimentos em Telegestão para tais vias. O reinvestimento do sistema de telegestão ocorrerá conjuntamente com o período de troca das luminárias instaladas nos anos iniciais da concessão.

Tabela 15-32– Investimentos para implantação do sistema de telegestão

Item	Quantidade	Fornecedor 1 [R\$]	Fornecedor 2 [R\$]	Fornecedor 3 [R\$]
Setup (Comissionamento, Start Up e Treinamento)	1	281.850,75	0,00	87.586,34
Controlador	5.735	2.809.576,50	3.112.155,10	2.807.856,00
Concentrador	12	62.700,00	71.934,00	112.693,68
Capex Total		3.154.127,25	3.184.089,10	3.008.136,02
Capex Total por Ponto		549,98	555,20	524,52

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.7.2 Relé Fotoeletrônico

A solução de comando para os pontos de iluminação pública nos pontos de iluminação pública que não serão contemplados com a implantação do dispositivo de telegestão se dará a partir de relé fotoeletrônico em consonância com a ABNT NBR 5123:2016.

³⁴ Consulta de mercado a partir de orçamentos recebidos em março de 2023.

³⁵ Setup, Comissionamento, Start UP e Treinamento inclusos nos valores para concentrador e controlador.

Relatório de Engenharia

Diferentemente da solução de telegestão, o relé fotoeletrônico apresenta apenas a função de acionamento automático das lâmpadas ao anoitecer e desligamento automático ao amanhecer. A seguir é apresentado o custo para a troca deste equipamento, tendo em vista que corresponde a solução de comando atualmente adotada. Ressalta-se que o quantitativo de pontos corresponde ao número de pontos de iluminação pública com tecnologia convencional presentes em vias V4, V5 e em áreas especiais (praças, parques, campos e cemitérios). Os pontos de iluminação pública com a solução LED em vias V4, V5 e em áreas especiais (praças, parques, campos e cemitérios) serão trocados quando findar a vida útil operacional das luminárias LED.

Tabela 15-33 – Custo de substituição do relé fotoeletrônico

Descrição	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Total [R\$]
SUBSTITUIÇÃO DE RELÉ FOTOELÉTRICO PARA COMANDO DE ILUMINAÇÃO	16.837	34,29	577.340,73

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.8 Rede de Conectividade

A rede de conectividade é composta pelas seguintes soluções:

- Solução de Rede GPON;
- Solução de infraestrutura de Ponto Administrativo;
- Solução de Videomonitoramento;
- Solução de Wi-Fi;

A seguir é apresentada a descrição dos investimentos necessários para implantação do projeto da rede de conectividade e integração das soluções digitais propostas.

15.8.1 Rede GPON

A Rede GPON é a rede de fibra óptica que proporcionará conectividade às soluções digitais. Em resumo, a solução projetada para a Rede GPON é composta por: cabos de fibra óptica, caixas de emenda óptica, caixas de terminação de fibra óptica, acessórios de fixação, equipamento responsável pela conexão dos terminais de fibra óptica (OLT) que será instalado em um armário de telecomunicações externo,

Relatório de Engenharia

especifico para acondicionamento adequado da OLT. A seguir são descritos os valores encontrados para custos e investimentos necessários para implantação da Rede GPON.

Tabela 15-34 – Custos e investimentos necessários para implantação da Rede GPON

Item	Unid.	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
Cabo óptico AS 120m 12 FO SM	m	22600,00	2,94	R\$ 66.444,00
Cabo óptico AS 120m 24 FO SM	m	4400,00	5,18	R\$ 22.792,00
Cabo óptico AS 80m 48 FO SM	m	6200,00	7,07	R\$ 43.834,00
Cabo óptico DROP	m	60800,00	0,93	R\$ 56.544,00
divisor óptico 1x8 SC	un	5,00	279,74	R\$ 1.398,70
Caixa de emenda óptica	un	42,00	495,51	R\$ 20.811,42
kit de derivação para caixa de emenda óptica	un	168,00	50,51	R\$ 5.108,00
Caixa de Terminação Óptica	un	52,00	221,21	R\$ 11.502,92
Kit Adequação de Postes GPON	cj	367,00	22,32	R\$ 8.191,44
Kit Adequação de Postes Drop	cj	175,00	22,32	R\$ 3.888,50
Armário OLT	cj	1	94.832,99	R\$ 94.832,99
TOTAL				R\$ 335.347,97

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.8.2 Infraestrutura Ponto Administrativo

A infraestrutura do ponto administrativo tem como função prover a conectividade nos órgãos e prédios da administração pública municipal. É composto basicamente por: rack de telecomunicações para acondicionamento de ONT (equipamento de conexão do usuário a Rede GPON), nobreak e acessórios de conexão óptica e de rede. Cada

Relatório de Engenharia

um dos 68 pontos administrativos previstos, serão atendidos por essa infraestrutura. Em cada ponto administrativo serão necessários os itens relacionados na tabela a seguir, onde também são descritos os valores encontrados para custos e investimentos necessários para instalação da infraestrutura do ponto administrativo.

Tabela 15-35 – Custos e investimentos necessários para implantação de infraestrutura de ponto administrativo.

Item	Unid.	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
Rack de Telecomunicações 12U, instalação em parede	un	1,00	R\$ 633,00	R\$ 633,00
ONT GPON, 4 portas Gigabit Ethernet	un	1,00	R\$ 1.040,70	R\$ 1.040,70
Ponto de terminação óptica	un	1,00	R\$ 76,01	R\$ 76,01
Conector óptico de campo	un	1,00	R\$ 8,59	R\$ 8,59
cordão óptico monofibra conectorizado	un	1,00	R\$ 13,00	R\$ 13,00
Nobreak 600VA	un	1,00	R\$ 16,74	R\$ 16,74
disjuntor termomagnético 10A	un	1,00	R\$ 469,00	R\$ 469,00
Eletroduto Leve 3/4" X 3000mm	un	1,00	R\$ 14,74	R\$ 14,74
curva 90° 3/4" alumínio	un	4,00	R\$ 28,09	R\$ 112,36
luva para eletroduto 3/4"	un	2,00	R\$ 14,29	R\$ 28,58
caixa 4x2" alumínio	un	6,00	R\$ 4,61	R\$ 27,66
conector rj45 fema cat.6	un	1,00	R\$ 10,49	R\$ 10,49
patch cord 3m cat. 6	un	1,00	R\$ 18,90	R\$ 18,90
TOTAL UNITÁRIO				R\$ 2.469,77

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

15.8.3 Videomonitoramento

A solução de videomonitoramento tem como função monitorar espaços e prédios públicos e fornecer a funcionalidade de leitura de caracteres de placas de veículos. A solução é composta basicamente por:

- 35 câmeras speed dome para monitoramento de espaços públicos;
- 52 câmeras fixas para monitoramento;
- 26 câmeras LPR;
- 26 câmeras speed dome para apoio ao LPR;
- 2 estações para operador de monitoramento;
- 1 servidor para software VMS;
- 2 storages para armazenamento de vídeo;

A rede GPON proverá a conectividade necessária aos equipamentos da solução de videomonitoramento. A operação do monitoramento será realizada no CCO. O servidor e os storages estarão localizadas na sala técnica no CCO.

A seguir são descritos os valores encontrados para custos e investimentos necessários para implantação da solução de videomonitoramento.

Tabela 15-36 – Custos e investimentos necessários para implantação da solução de videomonitoramento.

Item	Unid.	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
Câmera de vigilância IP, PTZ speed dome, IR 200m, 32x zoom óptico, 4MP, com suporte para instalação em poste	un	111,00	R\$ 5.599,00	R\$ 621.489,00
Fonte de alimentação para câmera	un	111,00	R\$ 326,64	R\$ 36.257,04
Câmera fixa IP, outdoor 4MP	un	2,00	R\$ 524,00	R\$ 1.048,00
Fonte de alimentação para câmera	un	52,00	R\$ 326,64	R\$ 653,28
Câmera fixa IP, função LPR	un	10,00	R\$ 5.799,99	R\$ 57.999,90
Fonte de alimentação para câmera	un	26,00	R\$ 326,64	R\$ 3.266,40

Relatório de Engenharia

Item	Unid.	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
estação computacional para operador de monitoramento	un	2,00	R\$ 6.098,00	R\$ 12.196,00
monitor 27", Full HD, 165Hz, 1ms	un	4,00	R\$ 1.350,00	R\$ 5.400,00
servidor para sistema de televigilância, com sistema operacional windows server standard 2022	un	1,00	R\$ 12.418,00	R\$ 12.418,00
storage para sistema de televigilância, processador Quad-Core 2.2 Ghz - 8GB RAM - 2 Portas Ethernet de 2,5 Gigabits, Controlador de armazenamento: RAID 0, 1, 5, 6, capacidade de armazenamento de 48TB	un	3,00	R\$ 23.199,00	R\$ 69.597,00
licença de software sistema central	un	3,00	R\$ 20.990,00	R\$ 62.970,00
TOTAL				R\$ 883.294,62

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.8.4 Wi-Fi

A solução de Wi-Fi tem como função prover conectividade a internet gratuita em espaços públicos do município. A solução é composta basicamente por 35 Access points instalados em espaços públicos pré-definidos pela administração pública municipal.

A rede GPON proverá a conectividade necessária aos equipamentos da solução de Wi-Fi. A seguir são descritos os valores encontrados para custos e investimentos necessários para implantação da solução de Wi-Fi.

Tabela 15-37 – Custos e investimentos necessários para implantação da solução de videomonitoramento.

Item	Unid.	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
Access point outdoor Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) , suportar pelos menos 128 usuários simultâneos, outdoor	un	27,00	R\$ 2.393,00	R\$ 64.611,00
conjunto de instalação rádio WI-FI	un	27,00	R\$ 2.587,33	R\$ 69.857,91
conjunto de instalação de poste	un	27,00	R\$ 3.306,57	R\$ 89.277,39

Relatório de Engenharia

Item	Unid.	Quantida de	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
conjunto de instalação de spda	un	27,00	R\$ 485,10	R\$ 13.097,70
TOTAL				R\$ 236.844,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

15.9 Usina Fotovoltaica

Para elaboração deste projeto foi necessário a busca dos custos de investimentos, despesas e operação de serviços no âmbito da concessão, desta forma, foram levantados valores de referência para investimentos e operações baseados em estudos de benchmarking.

As seções a seguir exibem os valores encontrados para custos e investimentos necessários para a instalação, manutenção e operação da miniusina fotovoltaica durante o período de concessão.

15.9.1 Investimentos – CAPEX

Uma usina fotovoltaica é formada por um conjunto de equipamentos, agregados a algumas tecnologias, possibilita o uso de energia elétrica, advinda do sol. A seguir são listados os equipamentos que formam uma usina.

- Módulos solares fotovoltaicos;
- Suporte para os módulos solares (podendo ser fixos ou móveis);
- Inversores de frequência;
- Encaminhamentos dos cabos e quadros;
- Cabos de corrente contínua e corrente alternada;
- Sistema de proteção de corrente contínua e corrente alternada;
- Sistema de monitoramento remoto ou local;
- Subestação e quadro de conexão, que consiste no ponto de conexão com a rede da concessionária de energia elétrica da região;
- Relógio de medição de energia Bidirecional, instalado no ponto de conexão, que irá registrar a energia entregue a rede da distribuidora de energia elétrica.

Existem alguns elementos além dos equipamentos que fazem parte da construção de uma usina solar fotovoltaica. O conjunto equipamentos e elementos, serão chamados

Relatório de Engenharia

de investimentos. Como parâmetro de custos, utilizou-se das pesquisas de benchmarkings, para fins de comparação de preços pertinentes ao mercado.

A seguir são descritos os elementos necessários para construção de uma miniusina solar fotovoltaica.

- Avaliação dos locais para implementação das miniusinas: Avalia *in loco* os locais destinados à implantação da usina solar fotovoltaica, dentre os custos estão deslocamento, hospedagem, alimentação e etc.
- Projetos: São despesas de elaboração de projeto básico e executivo do empreendimento, incluindo gastos com máquinas e equipamentos, obras civis e instalações.
- Kit Fotovoltaico: Corresponde aos custos com a aquisição de módulos solares, inversores, *string box*, cabeamentos e estrutura para fixação das placas.
- Subestação: Refere-se aos custos exigidos pela distribuidora de energia elétrica para que a rede possa receber a energia fornecida pela usina.
- Obras Civis: São as estimativas de despesas com obras civis da usina solar fotovoltaica, estando inclusos serviços de topografia, limpeza de terreno, composição para realização dos serviços de terraplanagem.
- Instalação e montagem: Custos referentes a instalação e montagem dos kits fotovoltaicos.
- Mão de obra para supervisão da obra: Corresponde as despesas com a mão de obra para a supervisão da instalação da miniusina.
- Despesas administrativas: Consiste nos gastos com mobília, equipamentos para escritório e correlatos.
- Licenciamento: Trata-se do licenciamento ambiental
- BDI: Benefícios e Despesas Indiretas.
- Seguro de Responsabilidade Civil: Cobre os prejuízos causados a clientes e terceiros em decorrência de erros profissionais.
- Risco Engenharia: Cobre perdas e danos ocorridos durante o período de execução de obras civis em construção e/ou instalação e montagem de máquinas e equipamentos.

Relatório de Engenharia

O CAPEX constitui em despesas de capital ou investimentos em bens de capitais, envolvendo todos os custos relacionados à aquisição de equipamentos e instalações, necessários para calcular o retorno sobre o investimento. A tabela a seguir exibe um resumo dos custos relacionados a CAPEX estimados para a execução do projeto.

Tabela 15-38 – CAPEX

Tipo	Valor
Estudos preliminares	R\$ 830.325,28
Avaliação do local para implantação da usina	R\$ 26.226,00
Projetos e planos	R\$ 311.367,64
Obras Civis	R\$ 2.778.363,07
Kit Fotovoltaico	R\$ 6.746.558,90
Subestação	R\$ 1.811.876,67
Instalação / Montagem	R\$ 1.193.000,00
Mão-de-Obra para supervisão da obra (implantação)	R\$ 278.682,43
Despesas Administrativas	R\$ 10.215,21
Licenciamentos	R\$ 100.666,67
Seguro de Responsabilidade Civil	R\$ 8.948,33
Risco de Engenharia	R\$ 5.369,00
Benefícios e Despesas Indiretas (BDI)	R\$ 935.649,88
Aquisição de Terreno	R\$ 18.821,15
TOTAL	R\$ 15.056.070,22

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

16 OPERAÇÃO E OPEX

A presente seção apresenta os custos de operação e manutenção durante todo o período da concessão, apresentando as premissas e os custos definidos para:

- Pessoal;
 - Mão de Obra;
 - Veículos;
- Materiais de Consumo;
- Equipes operacionais para execução dos serviços
 - Escopo de serviços manutenção (Equipes de O&M, ronda e veículos);
 - Mão de obra;
 - Veículos;
- Vandalismo, furto e abaloamento;
- Outros custos.

16.1 Pessoal

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

- Engenharia/Tecnologia/Operações: Responsável pela definição/elaboração e planejamento de procedimentos operacionais padrão (POPs), manuais e de todos os projetos relacionados à modernização e efficientização, telegestão, iluminação de destaque e expansão da rede municipal de iluminação pública bem como pela manutenção da qualidade dos serviços, gestão de todas as atividades relacionadas à execução da operação e manutenção e de projetos, incluindo a operação do call center e do CCO, gestão de frota, serviços e equipes de campo (manutenção corretiva / preditiva / preventiva e verificação ativa), almoxarifado, gestão de estoque, suprimento, segurança do trabalho, logística e central de atendimento e projetos ao longo da concessão;

Relatório de Engenharia

- Administrativo/Financeiro: Responsável pela gestão das áreas de suporte à organização incluindo financeiro, recursos humanos (RH) contábil, jurídica, administrativa, serviços gerais e vigilância.

16.1.1 Mão de Obra

A estrutura de pessoal dimensionada para pleno execução dos serviços da diretoria é apresentada a seguir com indicação das suas responsabilidades, dimensionamento e setor pertencente.

Tabela 16-1 – Estrutura de pessoal dimensionada

Cargo	Durante a Fase I (Operação)	Durante a Fase II (Modernização)	Durante a Fase III (Pós Modernização)
Administrativo/Financeiro			
Analista Financeiro	1	1	1
Analista de RH	1	1	1
Engenharia, Tecnologia e Operações			
Almoxarife	1	1	1
Analista de dados	1	1	1
Coordenador Operacional (O&M e MOD)	1	1	1
Engenheiro Eletricista	1	1	1
Operador noturno	1	1	1
Técnico de Segurança do Trabalho	1	1	1
Serviços Gerais			
Porteiro Noturno	1	1	1
Total Geral	9	9	9

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

De acordo com o quadro de pessoal listado na tabela acima, apresenta-se a seguir o organograma da concessão em questão.

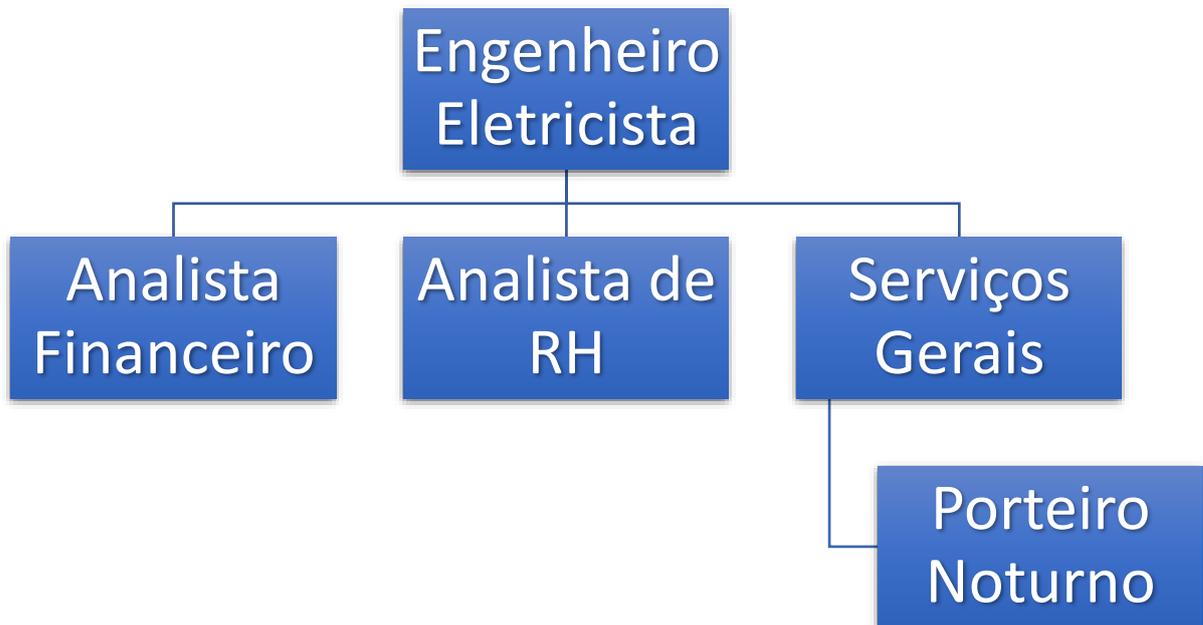
Relatório de Engenharia

Figura 16-1 – Estrutura de Gerência de Contrato



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

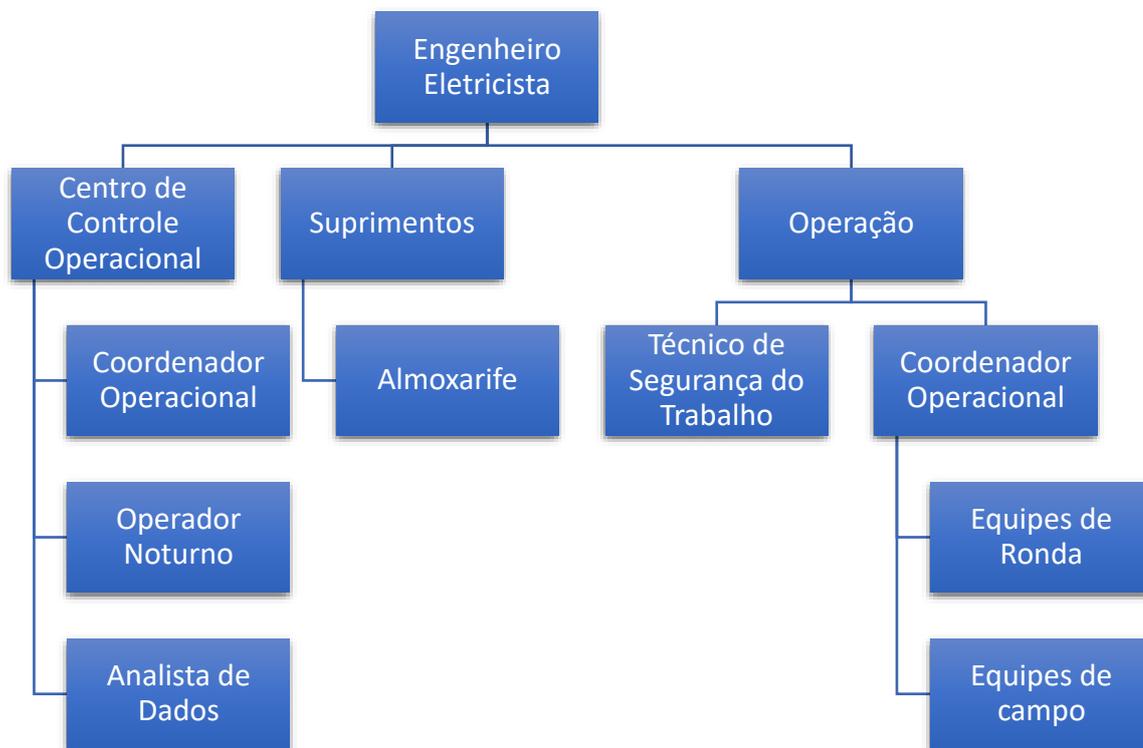
Figura 16-2 – Estrutura Administrativo Administrativo/Financeiro



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

Figura 16-3 – Estrutura Engenharia/Tecnologia e Operação



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Apresentam-se a seguir os custos mensais com mão de obra para estrutura organizacional baseados no site do Trabalha Brasil e tabela do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI – TO). Foram consideradas as seguintes premissas para os custos mensais com a estrutura de pessoal:

- Encargo social com 66,94% conforme Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI-TO);
- Benefícios como vale-alimentação, vale transporte, exames e seguros;
- Adicional noturno de 20% do salário base conforme Artigo 73 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

Tabela 16-2 – Valores mensais para os funcionários da estrutura organizacional

Cargo	Salário [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
Administrativo/Financeiro				
Analista de RH	2.882,64	642,68	1.929,64	5.454,96

Relatório de Engenharia

Cargo	Salário [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
Analista Financeiro	2.472,77	642,68	1.655,27	4.884,24
Analista de RH	2.472,77	642,68	1.655,27	4.770,72
Engenharia, Tecnologia e Operações				
Almoxarife	1.763,89	642,68	1.180,75	3.587,32
Analista de dados	4.145,58	642,68	2.775,05	7.563,31
Coordenador Operacional (O&M e MOD)	2.776,31	642,68	2.137,76	5.556,75
Engenheiro Eletricista	10.302,00	642,68	6.896,16	17.840,84
Operador noturno	2.091,72	642,68	1.400,20	4.134,60
Técnico de Segurança do Trabalho	2.772,08	642,68	1.855,63	5.270,39
Serviços Gerais				
Porteiro Noturno	1.797,22	642,68	1.203,06	3.642,95

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Os custos mensais com Pessoal para operação da SPE para cada fase da concessão são consolidados a seguir considerando o dimensionamento operacional e o valor por funcionário já supracitados.

Tabela 16-3 – Custo mensal por setor para cada fase da concessão

Custo mensal com pessoal	Durante a Fase I (Operação) [R\$]	Durante a Fase II (Modernização) [R\$]	Durante a Fase III (Pós Modernização) [R\$]
Administrativo/ Financeiro	9.654,96	9.654,96	9.654,96
Engenharia, Tecnologia e Operações	43.953,20	43.953,20	43.953,20
Serviços Gerais	3.642,95	3.642,95	3.642,95
TOTAL	57.251,12	57.251,12	57.251,12

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

16.1.2 Veículos

Para fins de fiscalização e gestão dos serviços, torna-se necessário aquisição de veículos de passeio para a estrutura administrativa da SPE. A Tabela a seguir apresenta os valores mensais para locação de veículos.

Relatório de Engenharia

Tabela 16-4 – Custos referente aos veículos para estrutura administrativa da SPE

Descrição	Quantidade	Un.	Valor Unitário [R\$]	Total [R\$]
Veículo de passeio, 5 passageiros, motor bicombustível (gasolina e álcool).	2	Mensal	2.117,81	4.235,62
Custo de despesas com veículo próprio, considerando 50% de utilização do mesmo em serviço e média mensal percorrida até 1500 km, tendo em vista deslocamento para fiscalização de obras ou vistorias.	2000 ³⁶	Km/mês	1,47	2.940,00
TOTAL				7.175,62

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

16.2 Material de Consumo

A fim de prover os materiais e equipamentos necessários de todos os serviços de manutenção corretiva, manutenção preditiva e preventiva da iluminação pública apresenta-se a seguir as falhas e custos unitários para reposição do ativo de iluminação pública em condição de mal funcionamento.

Tabela 16-5 – Taxa de Falha e Custo de Aquisição dos materiais para manutenção

Item	Taxa de Falha / mês	Custo Unitário [R\$]
Lâmpada de Descarga	3,00%	57,35
Luminária para Lâmpada de Descarga	0,04%	436,60
Reator	0,50%	93,71
Relé	1,00%	34,29
Luminária LED	0,08%	*
Equipamento de Telegestão ³⁷	0,17%	*

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

*Valores vinculados a análise custo benefício, apresentada na modelagem econômico-financeira

16.3 Manutenção e Modernização

³⁶ Consideração para dois veículos.

³⁷ Taxa de falha aplicada apenas ao quantitativo de pontos contemplados com sistema de telegestão (V1, V2, V3 e iluminação de destaque)

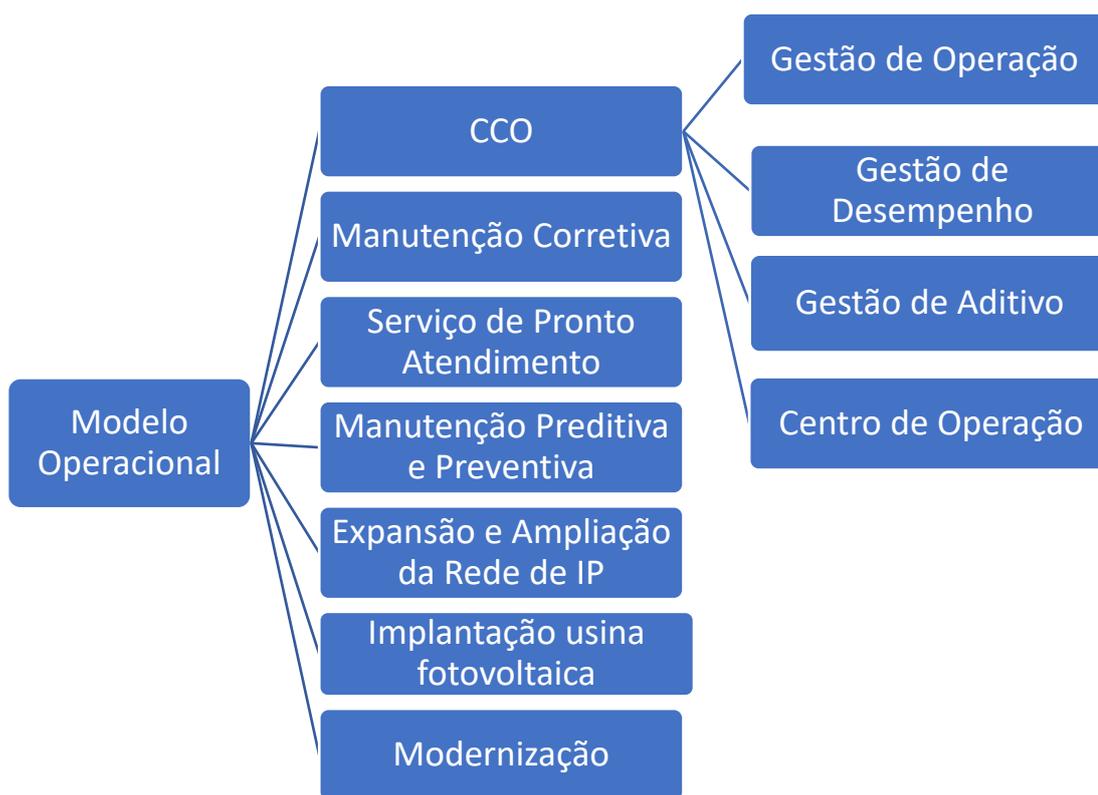
Relatório de Engenharia

A seguir apresentam-se a descrição dos serviços relacionados a manutenção e modernização da rede de iluminação pública, o dimensionamento operacional, mão de obra e seus custos.

16.3.1 Modelo Operacional e Fluxograma de Operação e Manutenção

Os serviços de manutenção e modernização se destacam no rol de serviços que a concessionária deverá realizar ao longo do contrato. Adicionalmente a eles, tem-se ainda os serviços de expansão da rede de iluminação pública, a figura a seguir ilustra a lista de serviços sob o encargo da concessionária.

Figura 16-4 – Modelo Operacional



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Importante mencionar que todas as ações da concessionária serão monitoradas, remotamente em tempo real. O Poder concedente receberá acesso sobre dados e informações operacionais. De acordo com o apresentado acima, a seguir é ilustrado o fluxograma de operação e manutenção.

Relatório de Engenharia

Figura 16-5 – Fluxograma



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

16.3.2 Escopo de serviços para manutenção das soluções

Competirá à SPE a responsabilidade pela manutenção da rede municipal de iluminação pública, das soluções de conectividade e da usina fotovoltaica, garantindo a execução dos serviços de manutenção preditiva, preventiva, corretiva e corretiva emergencial, visando o desempenho da sua função e que opere em condição normal,

Relatório de Engenharia

padronizada e segura a partir da assinatura de contrato. Os serviços de manutenção deverão garantir:

- i. A redução da taxa de falhas: redução do número das intervenções corretivas na rede municipal de iluminação pública, obtendo assim, economia nos variados custos operacionais e garantindo pleno funcionamento da rede municipal de iluminação pública;
- ii. A continuidade do serviço de iluminação pública: execução dos serviços de manutenção corretiva com celeridade a fim de reestabelecer rapidamente o nível de iluminação compatível com os requisitos luminotécnicos e de eficiência da concessão previstos na ABNT NBR 5101:2018;
- iii. A segurança das instalações e das pessoas: prevenção por meio de acompanhamento regular do estado e da qualidade de todos os equipamentos que compõem os sistemas, eliminando riscos mecânicos e elétricos.

Para a solução de geração de energia, sugere-se que devem ser programados os seguintes pontos de manutenção, porém não se limitando a:

- o Limpeza dos módulos solares: rotina de manutenção de limpeza dos módulos solares para evitar que sujidades afetem na eficiência da geração;
- o Revisão das conexões elétricas: fazer reaperto programado em todo o sistema para verificar conexões que precisam ser substituídas ou recuperadas;
- o Inspeção por termovisão: através de uma câmera térmica para identificação dos pontos de anomalia e definição do acompanhamento ou intervenção;
- o Sistema de monitoramento: acompanhar a produção da usina para a geração de histórico de comportamento e avaliação mais assertiva de possíveis intervenções;

A SPE deverá realizar o registro de todas as operações de manutenção dos serviços e atualização do cadastro da rede municipal de iluminação pública, das atividades executadas, da rota dos veículos, dos dados de mão de obra aplicada, dos materiais e equipamentos retirados, substituídos e instalados.

Relatório de Engenharia

A SPE deverá realizar a operação e manutenção dos serviços de acordo com as obrigações de resultado quanto a:

- i. Garantia de funcionamento;
- ii. Garantia de cumprimento às respectivas normas;
- iii. Garantia de excelência no aspecto visual e estético;
- iv. Garantia do consumo de energia / nível de eficiência.

Nesse sentido, a SPE deverá apresentar em sua estrutura de pessoal equipes de operação e manutenção (O&M) a fim de realizar os seguintes serviços a ela atribuídas:

- i. **Manutenção preditiva:** serviço que objetiva garantir a manutenção da qualidade do serviço prestado, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva conforme definição da ABNT NBR 5462:1994;
- ii. **Manutenção preventiva:** serviços que compreendem ações/intervenções programadas, periódicas, sistemáticas e bem definidas com o objetivo de elevar a probabilidade de os pontos de iluminação pública operarem dentro da vida útil esperada e evitar falhas no sistema, desgastes dos equipamentos, reclamações dos usuários ou solicitações do poder concedente. As ações preventivas tomam por base intervalos de tempo pré-determinados e/ou condições pré-estabelecidas de funcionamento eventualmente inadequadas;
- iii. **Manutenção corretiva:** serviço que objetivam reestabelecer o funcionamento após apuração de um dano ou falha feita pelas inspeções de ronda, usuários ou poder concedente;
- iv. **Manutenção corretiva emergencial:** serviço que objetiva reestabelecer o funcionamento em situações que possam colocar em risco a integridade física dos munícipes ou os patrimônios da cidade. Esses serviços deverão ser atendidos de imediato, ou seja, configuram como ações corretivas de pronto atendimento. São exemplos de situações geradoras de serviços de pronto atendimento:

- Abalroamentos;

Relatório de Engenharia

- Ordens de Serviços que coloquem em risco ao cidadão;
- Impactos diversos;
- Fenômenos atmosféricos;
- Incêndios/circuitos partidos;
- Braços e luminárias em eminência de queda;
- Vias ou passeios obstruídos com componentes danificados dos pontos de iluminação pública.

Apresentam-se nas seções subsequentes as premissas consideradas para dimensionamento das equipes de manutenção e de ronda, descrição das equipes e seus respectivos custos e investimentos.

16.3.3 Escopo de serviços para modernização e implantação dos serviços

A SPE deverá prover equipes operacionais de campo compostas por funcionários devidamente treinados segundo as normas regulamentadoras (NRs) e segundo procedimentos operacionais baseados em normas técnicas com destaque para a ABNT NBR 5410 para execução dos serviços de modernização da rede de iluminação pública. As equipes deverão ser capazes de modernizar e operar como também proceder com a resolução de ordens de serviço de manutenção.

16.3.4 Dimensionamento operacional

Apresentam-se nas seções subsequentes as premissas consideradas para dimensionamento das equipes de manutenção, modernização e de ronda, descrição das equipes e seus respectivos custos e investimentos.

Especialmente durante o período de modernização, as equipes devem ter capacidade de executar tanto serviços de manutenção como também de implantação das soluções de conectividade e usina fotovoltaica. Nesse sentido, as equipes operacionais se apresentam com a seguinte composição seguindo a regulamentação da NR-10:

- Um eletricista técnico com função de implantar equipamentos na usina fotovoltaica e equipamentos das soluções de conectividade, substituir e modernizar pontos de iluminação pública, retirar reatores e relés fixados ao

Relatório de Engenharia

poste de iluminação pública e restabelecer o funcionamento do equipamento da rede municipal de iluminação pública a partir de reparo ou substituição;

- Um ajudante para apoio a operação dos eletricitistas, além de ser responsável por conduzir o veículo necessário para execução dos serviços.

16.3.4.1 Premissas Operacionais

Para o dimensionamento das equipes operacionais, assumem-se as seguintes premissas:

- Distribuição de pontos por classe de iluminação V1, V2, V3, V4 e V5;
- Acréscimo de pontos de iluminação pública decorrentes da correção de pontos escuros e expansão da rede municipal de iluminação pública;
- Considera-se as seguintes falhas operacionais mensais por equipamento de iluminação pública apresentadas na seção 16.2, resultando em: 2,918%, 1,083% e 0,250% de falha mensal respectivamente para rede de iluminação pública convencional, modernizada sem telegestão e modernizada com telegestão;
- Carga de trabalho diária de oito horas para uma equipe de manutenção diurna e seis horas para equipes de manutenção noturna com fator de produtividade 75%, isto é, definindo-se que 25% horas são despendidas em interrupções de trânsito e deslocamento entre pontos de IP, tem-se uma carga diária trabalhada efetiva de 6 horas;
- Tempo de intervenção médio de 15 minutos para execução do serviço de manutenção dos chamados demandados pelo *call center*;
- Durante os dias úteis a existência de dois turnos de trabalho: 1º período – diurno entre 09:00 e 18:00 – 8 horas de trabalho e 1 hora de intervalo; 2º período – noturno entre 23:00 e 05:00 – 6 horas de trabalho;
- Disposição de equipes plantonistas, sendo está destinada a pronto-atendimentos e utilização sob demanda de operação.

16.3.4.2 Dimensionamento das Equipes

Relatório de Engenharia

O dimensionamento das equipes apresenta a seguinte distribuição ao longo do período de concessão, considerando ainda os períodos de transição operacional, modernização e reinvestimento.

Tabela 16-6 – Dimensionamento das equipes operacionais

Período	Serviços	Número de Equipes
Equipe Plantonista	Equipe destinada a pronto-atendimentos e utilização sob demanda de operação	1
Transição Operacional	Manutenção da rede de IP convencional e dos equipamentos de conectividade existentes	3
Modernização	Manutenção da rede convencional, modernização da rede de IP, implantação da usina fotovoltaica e implantação dos equipamentos de conectividade	4 – 1º Marco 4 – 2º Marco
Operação	Manutenção dos serviços	2
Segunda onda de modernização³⁸	Manutenção dos serviços, troca dos equipamentos	2

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

16.3.4.3 Custos

Apresentam-se a seguir os custos mensais com mão de obra para operação e manutenção dos ativos de iluminação pública, inclusos custos com EPI (equipamentos de proteção individual), ferramentas, treinamentos e benefícios.

³⁸ O relatório econômico-financeiro irá definir o prazo da concessão, portanto, a segunda onda de modernização está diretamente relacionada à essa análise.

Relatório de Engenharia

Tabela 16-7 - Valores mensais para funcionários das equipes de operação e manutenção da rede de iluminação pública

Cargo	Salário [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Treinos [R\$]	Equipamentos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
Eletricista - Diurno	3.621,26	642,68	2.424,07	106,71	376,19	7.170,91
Ajudante - Diurno	2.536,30	642,68	1.697,80	106,71	376,19	5.359,68
Eletricista - Noturno	4.345,51	642,68	2.908,89	106,71	376,19	8.379,98
Ajudante - Noturno	3.043,56	642,68	2.037,36	106,71	376,19	6.206,50
Eletricista Folguista por hora	14,51	3,65	9,71	0,61	1,64	30,12

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

A seguir é apresentado o custo para aquisição de 1 luxímetro para aferição da qualidade da iluminação pública.

Tabela 16-8 – Valores para aquisição de luxímetro

Item	Quantidade	Reinvestimento [Anos]	Valor Unitário [R\$]	Valor Total [R\$]
Luxímetro	1	5	1.247,00	1.247,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Foram consideradas as seguintes premissas para os custos operacionais:

- Salários de acordo com o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) não desonerado – TO – maio 2023;
- Certificação e Treinamento anual das normas regulamentadoras NR 10, NR 12, NR 31 e NR 35 e de cursos de reciclagem em instalações elétricas;
- Encargo social com 66,94% conforme Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI);
- Benefícios como vale-alimentação, planos de saúde e odontológico e vale transporte;
- Equipamentos de proteção individual e coletiva em consonância com a NR - 6;
- Adicional noturno de 20% do salário base conforme Artigo 73 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

Relatório de Engenharia

16.3.4.4 Ronda

A Concessionária deve dispor de equipes de ronda noturna para inspeção dos pontos de iluminação pública não beneficiados com a tecnologia de telegestão ao longo da concessão. Nos casos em que o sistema de telegestão apresentar falhas de funcionamento, automaticamente, as equipes de ronda devem atuar realizando o serviço de inspeção nesses pontos.

Para dimensionamento das equipes de ronda consideram-se as seguintes premissas:

- Inspeção noturna na totalidade dos pontos de iluminação pública instalados em vias V4, V5 e em áreas especiais, a cada 30 dias;
- Nos casos de ausência do sistema de telegestão por falha operacional;
- Inspeção noturna nos pontos de iluminação pública instalados em vias V1, V2 e V3 sem equipamento de telegestão, a cada 15 dias;
- Inspeção diurna na totalidade dos pontos de iluminação pública instalados em vias em vias V1, V2, V3, V4 e V5 e em áreas especiais a cada 30 dias sem equipamento de telegestão;
- Velocidade média de inspeção de 20 km/h;
- 20% de ocupação do tempo destinado a registro das ordens de serviços;
- Distanciamento entre postes de 34,72m, conforme média apurada no diagnóstico da rede municipal de iluminação pública.

A tabela a seguir apresenta o quantitativo de equipes de ronda necessárias para inspeção diurna e noturna ao longo de toda concessão.

Tabela 16-9 – Dimensionamento para equipe de ronda diurna e noturna

Equipe de Ronda	Quantitativo
Operação Diurna	1
Operação Noturna	1

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Apresentam-se na tabela a seguir os custos mensais com mão de obra para as equipes de ronda diurna e noturna, inclusos benefícios, encargos sociais, equipamentos de proteção individual (EPI) e ferramentas.

Relatório de Engenharia

Tabela 16-10 – Custos com mão de obra

Cargo	Salário Mensal [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Treinamentos [R\$]	Equipamentos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
Motociclista - Diurno	1.708,72	642,68	1.143,82	106,71	376,19	3.978,12
Motociclista - Noturno	2.050,46	642,68	1.372,58	106,71	376,19	4.548,62

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Foram consideradas as seguintes premissas para os custos operacionais com ronda:

- Salários de acordo com o Trabalha Brasil – julho de 2023;
- Encargo social com 66,94% conforme Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI);
- Benefícios como vale-alimentação, planos de saúde e odontológico e vale transporte;
- Equipamentos de proteção individual e coletiva em consonância com a NR - 6;
- Adicional noturno de 20% do salário base conforme Artigo 73 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

16.3.4.5 Veículos

Considera-se nessa estruturação de projeto, a aquisição dos veículos destinada a operação, modernização e manutenção dos serviços pela SPE. O dimensionamento do quantitativo levou em consideração o quantitativo de equipes operacionais além do quantitativo apresentado para as equipes de ronda.

Os veículos aplicados para modernização, manutenção da rede de iluminação pública e ronda são apresentados a seguir:

- Veículo operacional: Caminhonete com cesto aéreo com lança até 16m de altura;
- Veículo de ronda: Motocicleta de 125 cilindradas.

Considerou-se apenas 2 modelos de veículo para aquisição pela SPE durante todo o período da concessão em função de ser a quantidade mínima dimensionada nos anos de operação. Os modelos restantes serão locados.

Relatório de Engenharia

A tabela a seguir apresenta o quantitativo de veículos necessários ao longo da concessão. Aclara-se que o dimensionamento levou em consideração a premissa de utilização dos veículos nos 2 turnos estabelecidos para operação.

Tabela 16-11 - Dimensionamento dos veículos para manutenção da rede municipal de iluminação pública

Veículo\Período	Transição Operacional	Modernização	Operação
Veículo operacional	2	2	1
Veículo de Ronda	1	1	1

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Para operacionalização dos veículos e manutenção, apresentam-se na tabela seguir os custos mensais com a locação, manutenção, e combustível dos veículos.

Tabela 16-12 – Custos de locação, manutenção e combustível para veículos

Veículo	Referência	Unidade Aquisição/Locação - Custos	Aquisição/Locação [R\$]	Custos (Combustível +Manutenção) [R\$]
Aquisição de veículo operacional	SINAPI-TO ³⁹	Unitário	374.243,17	3.703,80
Locação de veículo operacional	EMOP ⁴⁰ SINAPI-TO	Mensal	7.404,48	
Locação de veículo para ronda	EMOP	Mensal	286,66	166,86

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

16.4 Furto, Vandalismo e Abalroamentos

Para vandalismo, furto e abalroamentos foram consideradas as seguintes premissas com base em projetos correlatos desenvolvidos pela equipe de Engenharia do Projeto e informações oriundas da amostra do Diagnóstico Técnico da Rede de IP.

³⁹ Referência tabela SINAPI de maio 2023

⁴⁰ Referência tabela EMOP de março 2023

Relatório de Engenharia

- Estima-se que a extensão da rede exclusiva corresponda a aproximadamente 48,19km, tendo por base o produto entre o quantitativo de postes exclusivos (6,15% da Rede de Iluminação Pública de 25.572, ou seja, 1.388 pontos) e a distância média entre postes apurada pela amostra (34,72). Sobre essa extensão, considerou-se taxa de furto de cabos anual de 1% para circuitos de três condutores, o que totaliza a necessidade de aquisição de 1.445,74 metros;
- Considera-se para vandalismo de luminárias uma taxa anual de 0,05%, tendo por base a taxa de vandalismo de 1% este correspondente ao período de vida útil da luminária de maior representatividade no Município e que após a modernização essa taxa cairá para 50%;
- Com base na expertise da equipe técnica em outros projetos, considera-se taxa de abalroamento de 0,5% ao ano. Conforme já apresentado, a rede de iluminação pública possui 1.388 pontos exclusivos, portanto, tem-se que 3 poste exclusivos são abalroados por ano.

O quantitativo e o valor unitário para execução de serviços relacionados a vandalismo, furto e abalroamentos encontram-se apresentados a seguir.

Tabela 16-13 – Quantitativo e valores para furtos, vandalismo e abalroamento

Serviço	Quantitativo Anual	Valor unitário [R\$]	Valor do Serviço [R\$]
Furto de Cabos	1.445,74 metros	36,36 por metro	52.567,14
Vandalismo de Luminárias	11 luminárias	598,27*	6.580,97
Abalroamento de Postes	3 postes exclusivos	3.131,71 por poste	9.395,13

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

*Valor médio decorrente de análise da combinação de fornecedores com maior eficiência

16.5 Custos Operacionais com Sistema de Telegestão

Os custos operacionais com o Sistema de Telegestão envolvem a manutenção dos dispositivos e da conectividade do sistema com o centro de controle operacional a partir da transmissão de dados. Apresentam-se a seguir os custos operacionais dos três fornecedores de telegestão consultados.

Relatório de Engenharia

Tabela 16-14 – Custo operacional de telegestão

Fornecedor	Custo por Ponto [R\$]	Quantidade de Pontos	Valor Mensal [R\$]
T1	1,37	5.735	7.856,95
T2	0,80	5.735	4.588,00
T3	2,29	5.735	13.133,15

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

16.6 Custos Operacionais com Gestão de Resíduos

Para obtenção do custo médio de descarte das lâmpadas que serão substituídas, foi realizado cotação com empresas do segmento de coleta, transporte e destinação final de resíduos perigosos.

A tabela a seguir apresenta o valor médio obtido com as empresas para a destinação final das lâmpadas a serem descartadas, incluindo transporte e destinação final ambientalmente adequada.

Tabela 16-15 – Composição de Valores para Destinação Final de Lâmpadas

Empresa	Data base	Valor para destinação (und.)	Observações
Empresa 1	2023	R\$ 1,30	Frete a combinar
Empresa 2	2023	R\$ 1,25	Frete a combinar
Valor médio	-	R\$ 1,27	-

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Para se calcular o custo de descarte e destinação final dos resíduos de iluminação pública, aplica-se o custo médio de R\$ 1,27/lâmpada, multiplicado pelo total lâmpadas substituídas. A título de exemplo, apresenta-se a seguir o custo estimado para descarte de lâmpadas no período de modernização.

Tabela 16-16 – Valor de descarte no período de modernização

Serviços de destinação de resíduos perigosos - Classe I			
Destinação Final de Lâmpadas	Quantidades	Valor Unitário	Valor Total

Relatório de Engenharia

Serviços de destinação de resíduos perigosos - Classe I			
(Vapor de Sódio; Vapor Metálico; Vapor de Mercúrio; Fluorescente; Mista)	22.572*	R\$ 1,27	R\$ 28.666,44

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

*Considerando um ciclo de substituições de todo o parque de iluminação ao longo do período de concessão.

16.7 Corte e poda

Um dos fatores que influenciam na qualidade da prestação do serviço de iluminação pública está a harmonia entre a arborização e pontos de iluminação pública. Nesse sentido, fundamental para a boa compatibilização entre vegetação local e iluminação pública está a manutenção periódica de galhos e árvores a partir de execuções de podas em árvores que interferem na rede de iluminação pública, seguindo as orientações das legislações ambientais e as diretrizes expressas pela norma ABNT NBR 5101:2018. Aclara-se que a norma ABNT NBR 5101:2018 traz diretrizes para o corte e poda da vegetação, porém a indicação delas não tem a função de limitar as opções, podendo ser utilizadas outras técnicas de corte e poda, desde que aprovadas pelo Município

16.7.1 Dimensionamento

Conforme apresentado na Seção **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, 27,69% dos pontos de iluminação amostrados apresentam algum tipo de interferência proveniente da vegetação local.

Para precificação dos custos referenciais inerentes ao corte e poda foram considerados dois tipos de corte e poda, bem como a atividade de coleta dos resíduos, sendo:

- Atividade 1: Remoção de galhos secos;
- Atividade 2: Poda de espécies vegetais de baixo nível de dificuldade;

Relatório de Engenharia

- Atividade 3: Coleta dos resíduos do corte e poda;

Os custos unitários inerentes a estas atividades de corte e poda, assim como da coleta dos resíduos, são apresentados a seguir, tendo como base a tabela EMOP de março de 2023.

Tabela 16-17: Descrição e custo das atividades de corte e poda

Atividade	Descrição	Código	Percentual de intervenção	Custo unitário [R\$]
1	Poda de árvores, limpeza de galhos secos e retirada de parasitas	09.005.0115-0	60%	76,37
2	Poda de espécies vegetais de baixo nível de dificuldade, exclusive transporte de material resultante	22.030.0035-0	40%	129,11

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Os custos inerentes à coleta dos resíduos do corte e poda são apresentados na tabela a seguir. Estes custos foram calculados considerando a coleta dos resíduos duas vezes por semana, sendo utilizado um caminhão de carroceria e um ajudante para a execução da tarefa.

Tabela 16-18: Descrição e custo da atividade de coleta de resíduos de corte e poda

Atividade	Descrição	Código	Custo mensal [R\$]
3	Caminhão Carroc. Fixa, 7,5t (Cf)	19.004.0004-4	3.028,32
	Mão-de-obra De Servente Para Serviços De conservação, Inclusive Encargos Sociais	01901	689,28
Total Atividade 3			3.717,60

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Considerando a cobertura vegetal apresentada no município, uma árvore por vão, vão com 2 pontos de iluminação pública, número de pontos previstos para o ano de 2023, é possível extrapolar o número de obstruções encontradas durante a inspeção de campo para toda a rede de iluminação pública do município. Assim, tem-se o número de obstruções provocadas pela vegetação no ciclo de 12 meses, conforme expressão matemática descrita a seguir.

Relatório de Engenharia

$$N^{\circ} \text{ de } \text{árvores}_{ano} = \frac{Arv_{vão} \cdot Total_{pontos} \cdot Obst_{\%}}{Pontos_{vão}}$$

Em que,

- $Total_{pontos}$: Total de pontos de iluminação pública na rede de iluminação pública
- $Arv_{vão}$: Quantidade de árvores por vão de iluminação pública
- $Pontos \text{ por } vão_{vão}$: Quantidade de pontos em um vão de iluminação pública
- $Obst_{\%}$: percentual de pontos de iluminação pública que apresentam incompatibilidade com a vegetação local;

A tabela a seguir apresenta a definição das variáveis acima e o resultado correspondente ao número de pontos com interferência anual, portanto, mensalmente, são 260 pontos que sofrem interferência da arborização local.

Tabela 16-19: Números de pontos a serem cortados e/ou podados por mês

Total de pontos	Árvores por vão	Composição do vão (Pontos IP)	Percentual de obstrução	Número de árvores/ano
22.572	1	2	27,69%	3.125

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Considerando projetos anteriormente elaborados por essa equipe e a inspeção de campo realizada, foram definidos os percentuais de intervenções de corte e poda necessários na vegetação, por atividade, sendo possível prever o custo total inerente a esta atividade. Os valores referenciados terão como base os custos mensais das atividades.

Tabela 16-20: Custo total com corte e poda

Atividade	Percentual de intervenção	Número de intervenções (Mensal)	Custo Mensal [R\$]
1	60%	156	R\$ 11.913,72
2	40%	104	R\$ 13.427,44
3	100%	-	R\$ 3.717,60
BDI			27,32%
TOTAL			R\$ 36.997,61

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

16.8 Outros Custos

Apresentam-se a seguir outros custos mensais associados aos encargos da concessionária ao longo da concessão baseados em estimativas e premissas definidas segundo a expertise técnica da equipe de engenharia.

Tabela 16-21: Outros custos

Descrição dos Gastos	Valor por mês [R\$]
Aluguel, IPTU e Condomínio	3.000,00
Limpeza	78,99
Internet + telefonia	194,80
Material de Escritório	250,00
Correios	150,00
CREA+ART	88,78
Energia elétrica	400,00
Água e esgoto	280,52
Licenças	72,33
Certificação de Luxímetro	33,33
Honorários Advocatícios	3.000,00
TOTAL	7.548,76

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2023)

Relatório de Engenharia

17 ANEXOS

ANEXO I – TIPOLOGIAS DE MONTAGEM INSPECIONADAS NA AMOSTRA

ANEXO II – RESULTADOS DA CORRELAÇÃO ENTRE INVENTÁRIO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA E LOGRADOUROS INSPECIONADOS

ANEXO III – ORÇAMENTOS DE LUMINÁRIAS LED POR FAIXA DE FLUXO LUMINOSO

ANEXO IV – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA AS CORREÇÕES DE PONTO ESCURO

ANEXO V – COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA ESTRUTURAS DE AMPLIAÇÃO

ANEXO VI - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE TRANSIÇÃO OPERACIONAL E DO PLANO DE MODERNIZAÇÃO

ANEXO VII - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE MODERNIZAÇÃO E EFICIENTIZAÇÃO PARA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

ANEXO VIII – PREÇOS UNITÁRIOS DOS DEMAIS CUSTOS E INVESTIMENTOS

ANEXO IX – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA OS LOGRADOUROS INSPECIONADOS

ANEXO X – PROPOSTA DE MODERNIZAÇÃO PARA ÁREAS ESPECIAIS

ANEXO XI – LISTAGEM DOS PONTOS DE CONECTIVIDADE CONTEMPLADOS NO PROJETO

ANEXO XII – PROJETO GEORREFERENCIADO DA REDE DE CONECTIVIDADE REFERENCIAL PROPOSTA

ANEXO XIII – COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS DA REDE DE CONECTIVIDADE

ANEXO XIV – LISTAGEM DAS UNIDADES CONSUMIDORAS

Relatório de Engenharia

CONTEMPLADAS PELO PROJETO

ANEXO XV – PROJETO BÁSICO USINA FOTOVOLTAICA

Matriz

Belo Horizonte - MG
Rua Maranhão, 166 - 10º andar
Santa Efigênia
CEP: 30.150-330
Contato: +55 (31) 3508-7375

Escritórios

São Paulo - SP
Cuiabá - MT
Campo Grande - MS
Três Lagoas - MS

Teresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG

