



RELATÓRIO DE ENGENHARIA DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

CONTRATO OCS Nº 127/2020

Março/2021

Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública

CONTRATO OCS Nº 127/2020

CONTRATO SRM Nº 4400004276

Pregão Eletrônico nº 07/2020 - BNDES

Objeto: Contratação de serviços técnicos necessários para a 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 que tenha(m) até 400.000 (quatrocentos mil) pontos de luz.

Data de assinatura do contrato: 04 de junho de 2020.

Prazo: 24 meses, a partir da data de assinatura.

Data de Convocação: 07 de janeiro de 2021.

Município Atendido: Jaboatão dos Guararapes / PE

Número de Pontos: 44.143

Clientes:



Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Belo Horizonte, 03 de maio de 2021.

AO BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL

Sr. Rodrigo Pedrosa Daltro Santos

Departamento de Estruturação de Projetos 3

Área de Estruturação de Projetos

Assunto: Relatório de Engenharia do Contrato OCS nº 127/2020

Apresenta-se ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) a revisão do Relatório de Engenharia da Rede de Iluminação Pública – OCS 127/2020 referente ao item 5, da fase 1, do Anexo IV – Tabela de Produtos, Preços e Prazos de Entrega previsto no contrato OCS nº 127/2020.

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 – OCS 127/2020

CONTROLE DE VERSÕES		
Versão:	Data:	Responsável:
01	31/03/2021	Consórcio Houer / M Viana IP 400
02	30/04/2021	Consórcio Houer / M Viana IP 400
03	14/05/2021	Consórcio Houer / M Viana IP 400
04	27/05/2021	Consórcio Houer / M Viana IP 400
05	15/06/2021	Consórcio Houer / M Viana IP 400
06	13/07/2021	Consórcio Houer / M Viana IP 400
• Inserção de bens de interesse e revisão dos custos com iluminação de destaque. • Adequação do projeto para a mudança de classificação das vias V5 para V4. • Adaptações para o cenário 4.		

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 – OCS 127/2020

SUMÁRIO

1	GLOSSÁRIO	7
2	INTRODUÇÃO.....	11
3	OBJETIVOS	13
4	CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA	14
5	NORMAS TÉCNICAS.....	17
6	TECNOLOGIAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA.....	21
7	PRINCIPAIS PARÂMETROS LUMINOTÉCNICOS	24
7.1	Iluminância	24
7.2	Fator de uniformidade	24
7.3	Luminância	24
7.4	Temperatura de cor correlata	25
7.5	Índice de reprodução de cor	25
7.6	Poluição luminosa.....	26
8	MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA.....	30
8.1	Metodologia de Simulações	30
8.1.1	Metodologia para Adequação e Modernização da Iluminação Viária	30
8.1.2	Metodologia de correlação entre inventário e amostra inspecionada	33
8.2	Modernização e adequação da iluminação viária	34
8.2.1	Tipologias	34
8.2.2	Projetos luminotécnicos	34
8.2.3	Alterações estruturais para atendimento à NBR 5101	37
8.2.4	Correção de Pontos Escuros para atendimento à ABNT NBR 5101	37
8.2.5	Resultados da correlação entre amostra e inventário da rede de iluminação pública do município.....	38
9	MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO EM ÁREAS ESPECIAIS	42
9.1	Metodologia para modernização da iluminação em áreas especiais	42
9.2	Modernização e Adequação da Rede de Iluminação Pública em Áreas Especiais	43
9.2.1	Praças, Parques e outros locais.....	43
9.2.2	Campos de Futebol e Quadras Poliesportivas	54
9.2.3	Cemitérios Públicos	62

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

9.2.4 Resultados técnicos para modernização e adequação da rede de iluminação pública em Áreas Especiais.....	64
10 EXPANSÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA.....	65
10.1 Metodologia para expansão da rede de iluminação pública.....	65
10.2 Expansão da rede de iluminação pública.....	65
10.2.1 Ampliação.....	68
10.2.2 Crescimento Vegetativo.....	74
10.3 Demanda Reprimida.....	74
11 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TELEGESTÃO.....	77
11.1 Benchmarking de soluções de Tecnologias de Comando e Controle Remoto da Rede de Iluminação Pública.....	77
11.2 Estrutura operacional do sistema de telegestão.....	80
11.2.1 Conectividade.....	80
11.2.2 Características básicas da plataforma do Sistema de Telegestão.....	81
11.2.3 Dispositivo de Controle do Sistema de Telegestão.....	84
11.2.4 Concentradores ou gateways.....	86
11.2.5 Servidor de telegestão.....	87
11.3 Funcionalidades do Sistema de Telegestão.....	87
11.3.1 Monitoramento.....	87
11.3.2 Controle.....	88
11.3.3 Medição.....	88
11.3.4 Dimerização.....	88
11.3.5 Potenciais receitas acessórias.....	95
12 ILUMINAÇÃO DE DESTAQUE PRELIMINAR.....	96
12.1 Grupo 1 – Sujeitos a revitalização.....	96
12.2 Grupo 2 – Novos projetos.....	99
13 CRONOGRAMA DO PROJETO.....	101
14 PLANO DE INVESTIMENTOS.....	103
14.1 Despesas pré-operacionais.....	104
14.1.1 Cadastro técnico da rede municipal de iluminação pública.....	104
14.1.2 Planos e projetos de iluminação pública.....	105
14.1.3 Resumo Despesas pré-operacionais.....	107
14.2 Implantação do Sistema Central de Gestão Operacional.....	107
14.3 Infraestrutura operacional.....	112

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

14.3.1	Preparação da unidade operacional.....	112
14.3.2	Mobiliário da SPE	113
14.3.3	Centro de Controle e Comando (CCO)	114
14.4	MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA	118
14.4.1	Luminárias LED	118
14.4.2	Alterações estruturais	120
14.4.3	Correção de Pontos Escuros (CPE).....	121
14.5	MODERNIZAÇÃO DE ÁREAS ESPECIAIS.....	122
14.5.1	Praças, Parque e Outros Locais	122
14.5.2	Campos de Futebol e Quadras	133
14.5.3	Cemitérios.....	139
14.6	Iluminação de Destaque	141
14.7	Expansão da Rede de Iluminação Pública	142
14.7.1	Ampliação	142
14.7.2	Crescimento Vegetativo	144
14.7.3	Demanda Reprimida	145
14.8	Sistema de Telegestão.....	145
14.8.1	Telegestão	145
14.8.2	Relé Fotoeletrônico	146
15	OPERAÇÃO E OPEX	148
15.1	Pessoal	148
15.1.1	Mão de Obra	149
15.1.2	Veículos	155
15.2	Material de Consumo	155
15.3	Manutenção e Modernização.....	156
15.3.1	Modelo Operacional e Fluxograma de Operação e Manutenção.....	156
15.3.2	Escopo de serviços para manutenção da Rede Municipal de Iluminação Pública.....	158
15.3.3	Escopo de serviços para modernização da rede de iluminação pública.....	161
15.3.4	Dimensionamento operacional.....	161
15.4	Furto, Vandalismo e Abalroamentos	166
15.5	Custos Operacionais com Sistema de Telegestão	167
15.6	Custos Operacionais com Gestão de Resíduos	168
15.7	Outros Custos	169
16	ANEXOS.....	170
	ANEXO I – Tipologias de montagem inspecionadas na amostra.....	170

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

ANEXO II – Resultados da correlação entre inventário da rede de iluminação pública e logradouros inspecionados	170
ANEXO III – Orçamentos de luminárias LED por faixa de fluxo luminoso	170
ANEXO IV – Composição de custos para as correções de ponto escuro	170
ANEXO V – Composição de custos para estruturas de ampliação	170
ANEXO VI - Composição de custos para a elaboração do Plano de Transição Operacional e do Plano de Modernização	170
ANEXO VII - Composição de custos para a elaboração de projetos de modernização e efficientização para rede de iluminação pública	170
ANEXO VIII – Preços unitários dos demais custos e investimentos	170

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 – OCS 127/2020

1 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.

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.

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

CELPE – Companhia Energética de Pernambuco: Empresa responsável pela distribuição de energia elétrica no Município de Jaboatão dos Guararapes.

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

Demanda reprimida: Quantidade de novos pontos de iluminação a serem implantados em logradouros públicos com distanciamento entre postes acima de 140 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 Município de Jaboatão dos Guararapes, refere-se à CELPE.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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).

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).

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).

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.

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

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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 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

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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 Jabotão dos Guararapes.

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.

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.

SCGO: Sistema Central de Gestão Operacional.

SPE: Sociedade de Propósito Específico.

2 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo detalhar as premissas técnicas determinadas no diagnóstico técnico e consolidar as propostas técnicas para a modernização da rede de iluminação pública do Município. Os itens citados aqui 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: Onde apresentam-se 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: apresentam-se os principais parâmetros luminotécnicos estabelecidos pelas normas técnicas e que foram considerados nas proposições de Engenharia.
- Modernização da Iluminação Viária: onde 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: onde 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 prestação do serviço de iluminação pública. Nessa seção, aborda-se também sobre o quantitativo e representatividade por tipo de estrutura de ampliação;

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- Implantação do Sistema de Telegestão: onde se apresentam 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;
- Cronograma do projeto de concessão da rede de iluminação pública;
- 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: Apresentam-se os investimentos considerando o cenário base de proposições de Engenharia.
- Operação e Opex: Onde apresenta a descrição do modelo operacional assim como o dimensionamento das necessidades mensais de OPEX no cenário base.

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 e serviços correlatos, cabendo ao Município definir posteriormente, amparado pela 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.

3 OBJETIVOS

Sabendo-se da necessidade de melhoria da rede de iluminação pública do Município de Jaboatão dos Guararapes - Pernambuco onde apenas 8,54% das vias atenderam todos os critérios da norma NBR 5101:2018, resultado apontado pelo Diagnóstico Técnico da Rede Municipal de Iluminação Pública, o presente relatório tem como objetivo apresentar as soluções de engenharia necessárias para 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. Portanto, este projeto 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 no tocante 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 – OCS 127/2020

- 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.

4 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 46.742 pontos de iluminação pública;
- A rede de iluminação pública apresenta carga instalada de 10.698,26 kW com consumo médio mensal estimado de 3.685,55 MWh;
- A iluminação viária é classificada segundo as seguintes classes da ABNT NBR 5101 V1, V2, V3 e V4 e V5 cujas representatividades são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 1 – Distribuição das classes de iluminação

Classe de Iluminação	%
V1	2,33%
V2	7,08%
V3	11,94%
V4	78,65%
V5 ¹	0%
TOTAL	100%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

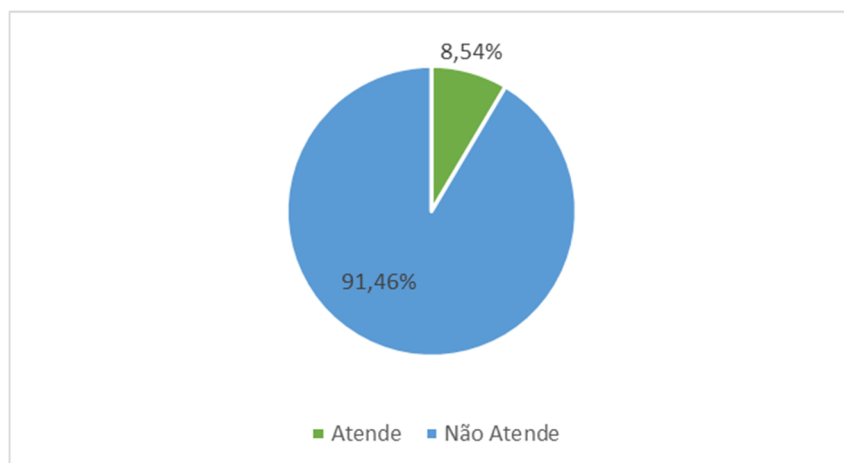
- A rede de iluminação pública é distribuída por uso final da seguinte forma: 95,08% Iluminação Viária (IV), 4,71% Iluminação em Áreas Especiais (IAE) e 0,20% Iluminação de Destaque (ID).
- Os resultados das inspeções da rede de iluminação pública conforme se verificam no gráfico a seguir permitem dizer que a qualidade na prestação do

¹ As vias classificadas como V5 foram tratadas como V4 nos projetos de modernização, conforme definição do cenário de investimentos, que levou em consideração a melhoria do serviço e maior segurança nessas vias.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

serviço de iluminação pública não é satisfatória. Apenas 8,54% das vias de veículos da amostra inspecionada em períodos noturnos atendem aos critérios normativos estabelecidos pela ABNT NBR 5101:2018.

Gráfico 1 – Atendimento pleno à ABNT NBR 5101:2018 em vias públicas nas duas malhas



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021).

- As tecnologias que compõe a rede correspondem, basicamente, às tecnologias de descarga de alta intensidade com predominância de 63,14% de tecnologia Vapor de Sódio. A tabela a seguir apresenta a quantidade e representatividade por tecnologia.

Tabela 2 – Tecnologia das lâmpadas

Tecnologia	Qtd.	Representatividade
Vapor de Sódio	29.514	63,14%
LED	9.057	19,38%
Vapor Metálico	7.285	15,59%
Vapor de Mercúrio	628	1,34%
Fluorescente	209	0,45%
Mista	40	0,09%
Incandescente	7	0,01%
Halógena	2	0,00%
Total Geral	46.742	100,00%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

- Os pontos identificados como demanda reprimida totalizam 1.058 pontos e foram estabelecidos considerando trechos do território municipal e que apresentaram distância entre postes acima de 140 metros. Ressalta-se que

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

grande parte dos locais de demanda reprimida estão na zona rural do Município.

- De acordo com histórico da rede de iluminação pública, no período de 2014 a 2021, a rede de iluminação pública foi ampliada em 4.728 pontos de iluminação pública, sendo a taxa anual de expansão 1,54%.
- No que tange a compatibilidade entre iluminação pública e arborização a o gráfico a seguir apresenta o resultado obtido pela inspeção local, onde ocorre obstrução da arborização na iluminação pública de 23,73%.

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

5 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;
- ABNT NBR 8451 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica;

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- 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 isolação extrudada de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV — Requisitos de desempenho;
- ABNT NBR 7290 - Cabos de controle com isolação 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;
- 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;

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- 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.
 - **Norma da empresa distribuidora – CELPE²**
 - DIS-ETE-011 – Postes de Concreto Armado para Redes de Distribuição - REV 0;
 - DIS-NOR-012 – Critérios para Elaboração de Projeto de Rede de Distribuição Aérea - REV 01;

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- DIS-NOR-014 – Projeto de Rede de Distribuição Aérea Multiplexada de Baixa Tensão - REV 1
 - DIS-NOR-037 - Projeto de Rede de Distribuição de Iluminação Pública – Rev. 00;
 - ESP.DISTRIBU-ENGE-0019 – Transformadores de Distribuição - REV 04;
 - NOR.DISTRIBU-ENGE-0064 - Compartilhamento de Postes da Rede de Energia Elétrica - REV 00.
 - NOR.DISTRIBU-ENGE-0158 – Elaboração de Projeto de Rede de Distribuição Subterrânea - REV 00.
 - NOR DISTRIBU-ENGE-0164 - Construção de Redes de Distribuição por Terceiros - REV 00
- **Resolução Normativa ANEEL**
 - Resolução Normativa nº 414/2010
 - Resolução Normativa nº 888/2020
- **INMETRO e Procel:**
 - Portaria nº 20 INMETRO;
 - Selo Procel de economia de energia.

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

 grupohouer company/houer grupohouer **20**
www.houer.com.br

6 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.

Figura 1 – Comparativo entre as alternativas de fontes de luz.

Critérios	Vida Útil (horas)	Presença de Mercúrio (Hg)	Tempo de Reinição	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	Resistência a Impactos	Disponibilidade à Multitensão	Resultado
Solução																					
Led	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●
Vapor de Sódio	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Vapor Metálico	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Lâmpada de Indução	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Vapor de Mercúrio	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Fonte: Pesquisa de Mercado e IIEC³ (2021)

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

³International Institute for Energy Conservation (IIEC), “Energy Efficiency Guidelines for Street Lighting in the Pacific,” Bangkok, Thailand, 2015.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

(lúmens / watts), o que indica uma melhor iluminação das áreas e, por fim, altas possibilidades de avanços da tecnologia.

Para complementar as vantagens da tecnologia LED com relação às tecnologias convencionais, apresenta-se a seguir na Tabela 3 um estudo de caso em que se compara a aplicação de diferentes tecnologias na rede de iluminação pública da cidade de Porto Alegre.

Tabela 3 – Estudo de Caso: Eficiência Energética para Diferentes Tecnologias para a Cidade de Porto Alegre

Parâmetro	Solução		
	Vapor de Sódio	Vapor Metálico	LED
Atendimento à NBR 5101	Não atende integralmente	Não atende integralmente	Atende integralmente
Eficiência Energética⁴	Aumento de carga em 6,31%	Aumento de carga em 22,93%	Redução de carga em 46,20%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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 a operação da tecnologia LED ao longo de toda a concessão da rede municipal de iluminação pública:

- Falha anual de 1,0%⁵;

⁴ Eficiência Energética em relação a carga existente na Rede de Iluminação pública do município.

⁵ 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;
- <https://www.seattle.gov/light/streetlight/led/docs/SCL%20LED%20Consultant%20Report.pdf>;

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- Considerando a evolução tecnológica do LED, redução anual de 2%⁶ 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 Nº 20 do INMETRO.

- OSRAM - Reliability and lifetime of LEDs; https://www.vossloh-schwabe.com/fileadmin/user_upload/Download/Produktbroschueren/LED-Leitfaden_EN.pdf;
- OSRAM - Reliability and lifetime of LEDs; https://www.vossloh-schwabe.com/fileadmin/user_upload/Download/Produktbroschueren/LED-Leitfaden_EN.pdf;

⁶ Baseado em estudos de benchmarking.

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

7 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.

7.1 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 Operacional) de acordo com a utilização das vias públicas por veículos e pedestres, os quais são abordados na seção 8.1.1 deste relatório.

7.2 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 próxima de E_{MED} , corresponde a ambientes mais uniformes e, conseqüentemente, com menores concentrações de áreas com sombreamento.

7.3 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 pela malha de pontos considerada, ao nível da via. Sua unidade é em candelas por metro quadrado (cd/m²).

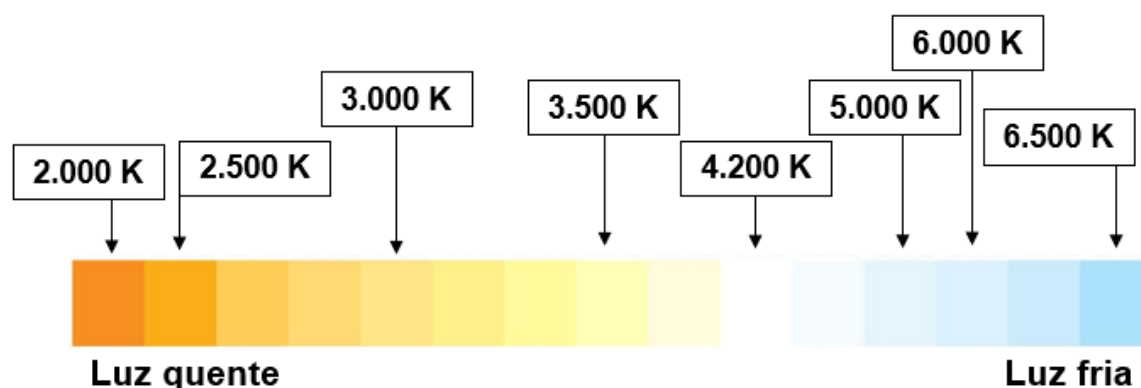
Assim como para iluminância existe a avaliação do fator de uniformidade, para a luminância existe a avaliação da uniformidade global, obtida pela razão entre a luminância mínima e a luminância média L_{MED} e, portanto, representando o quão uniforme a intensidade luminosa incide sobre o observador ao longo da área analisada.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

7.4 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 2 – Escala de temperatura de cor de fontes de luz



Fonte: Elemental LED – Adaptado⁷ (2021)

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, ressalta-se 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

7.5 Índice de reprodução de cor

Conforme a Portaria nº 20 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

⁷ Acessado em 26/03/2021. Disponível em: < <https://www.elementaled.com/correlated-color-temperature-and-kelvin/> >

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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 Operacional, apresentam-se classificação de reprodução fidedigna das cores, conforme a tabela a seguir.

Tabela 4 – 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)⁸

Cabe ressaltar que, em termos de reprodução fidedigna das cores, a Portaria Nº 20 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.

7.6 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.

⁸ Iluminação Elétrica – Moreira, Vinicius de Araújo – 2015.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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 Jaboaão dos Guararapes – PE para exemplificação da poluição noturna.

Matriz

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

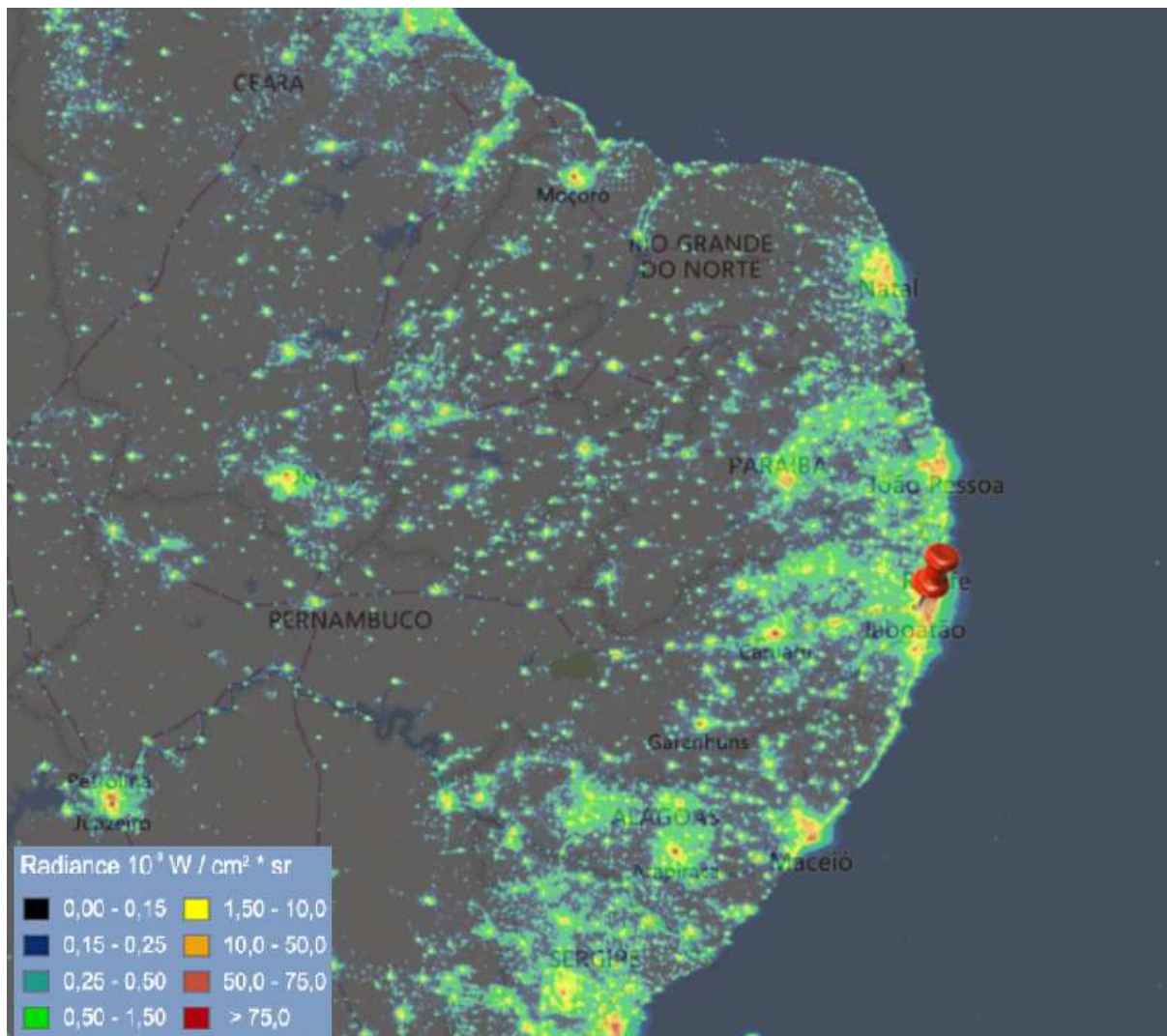
Escritórios

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

Teresina – PI
Brasília – DF
Uberlândia – MG
Ipatinga – MG

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Figura 3 – Mapeamento de poluição luminosa em regiões próximas a Jaboatão dos Guararapes/PE

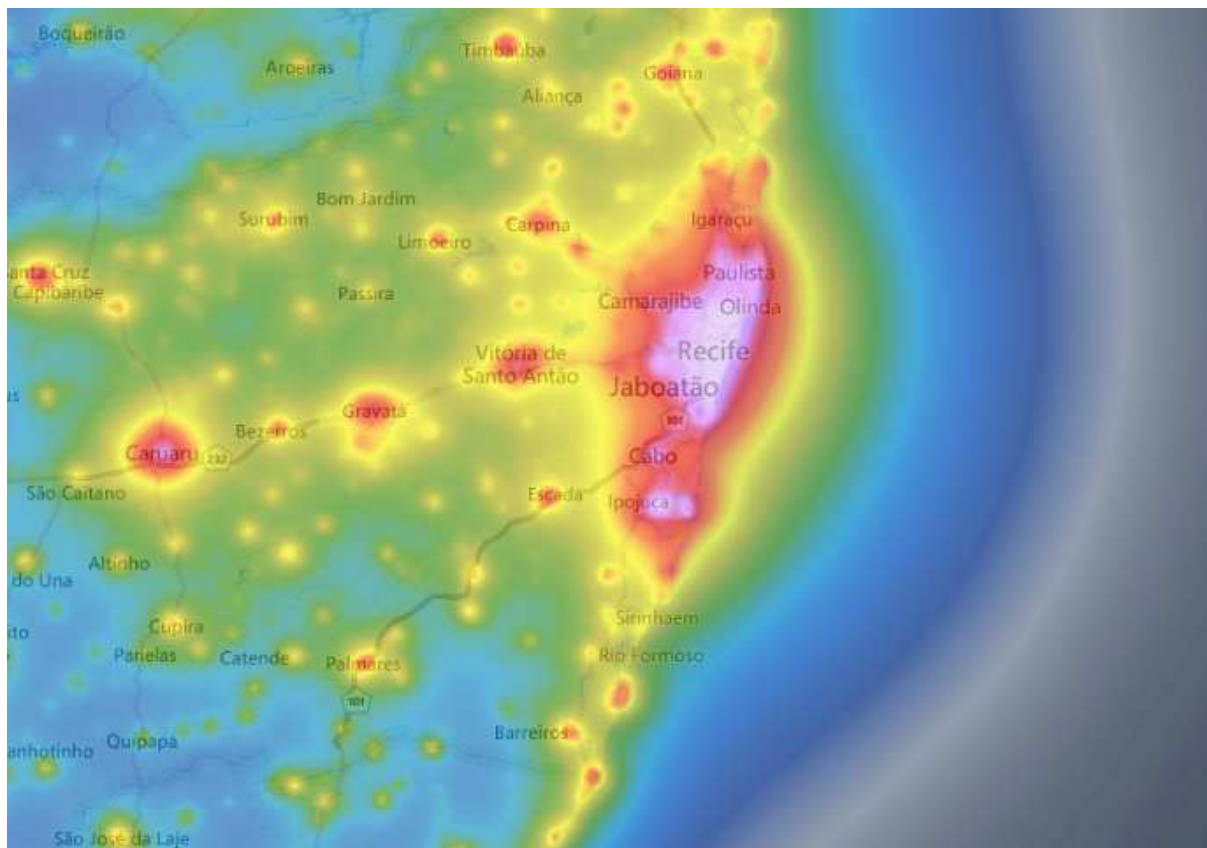


Fonte: Light Pollution Map – Overlay VIIRS 2019⁹ (2021)

⁹ Acessado em 26/03/2021. Disponível em: < <https://www.lightpollutionmap.info/> >

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Figura 4 – Mapeamento de poluição luminosa em regiões próximas a Jaboatão dos Guararapes/PE



Fonte: Light Pollution Map – Overlay VIIRS 2019⁹ (2021)

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 Jaboatão dos Guararapes em comunhão com o Município do Recife apresenta poluição luminosa na escala amarela, com pontos de escala vermelha, 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

8 MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO VIÁRIA

8.1 Metodologia de Simulações

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

8.1.1 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. Apresentam-se os critérios de qualidade de iluminação pública associado a cada classe de iluminação para vias de veículos (V1 a V4¹⁰) e vias de pedestres (P1 a P4) nas tabelas a seguir.

Tabela 5 – 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	0,40	2,00	0,40
V2	20	0,30	1,50	0,40
V3	15	0,20	1,00	0,40
V4	10	0,20	-	-

Fonte: ABNT NBR 5101 (2018)

Tabela 6 – 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	0,30
P2	10	0,25
P3	5	0,20
P4	3	0,20

Fonte: ABNT NBR 5101 (2018)

¹⁰Conforme definição de cenário de investimentos, foi definido que as vias terão classificação mínima de V4.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Mediante à definição da tecnologia LED para a iluminação pública do município, foram identificados os principais fornecedores de luminárias para desenvolvimento dos projetos luminotécnicos pela consultoria. Como resposta, foram obtidos orçamentos de 3 fornecedores¹¹ de luminárias LED e 43 fotometrias. Foram propostas 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 evo¹² dos logradouros inspecionados localmente pela amostra constante no Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública.

Dessa forma, com o intuito de sintetizar a quantidade de projetos luminotécnicos, foram definidos perfis viários típicos usualmente encontrados em vias com classe de iluminação V1 a V4¹³. Esses perfis contemplam 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 316 logradouros públicos. Tais logradouros são simulados no referido *software* para cada um dos 3 fornecedores, totalizando, portanto, 948 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 metodologia utilizada nos projetos luminotécnicos dos logradouros inspecionados pela amostra no

¹¹Philips, Unicoba e SX Lighting.

¹²*Software* aberto, gratuito e líder mundial para planejamento, cálculo e visualização de iluminação interna e externa desenvolvido pela DIAL.

¹³Conforme definição de cenário de investimentos, foi definido que as vias terão classificação mínima de V4.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

tocante à necessidade de soluções técnicas na tipologia de montagem do logradouro para adequação à norma:

- Em casos onde 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 pela CELPE, bem como tipos de braços classificados como fora do padrão, apresentados pela tabela a seguir:

Tabela 7 – Tipologia de braços de iluminação pública utilizados

Definição	Projeção [m]	Altura da luminária [m]
Curto I	1	6,15
Curto II	1,2	6,8
Curto III	1,5	6,29
Médio I	1,6	6,65
Médio II	2	7,5
Longo	3	8,1

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

- 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 – OCS 127/2020

- No caso onde 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.

8.1.2 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 inventário da rede de iluminação pública 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;

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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 316 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.

8.2 Modernização e adequação da iluminação viária

8.2.1 Tipologias

As tipologias das vias de veículos utilizadas para execução dos projetos luminotécnicos corresponderam àquelas inspecionadas localmente a partir da metodologia estabelecida pela ABNT NBR 5426:1985 e apresentadas no Diagnóstico Técnico da Rede Municipal de Iluminação Pública. No ANEXO I são apresentadas as tipologias de montagem inspecionadas.

8.2.2 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

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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, mediante utilização de luminárias LED disponibilizadas por 4 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:

- Fator de Manutenção¹⁴ estabelecido em 0,75;
- Utilização de curvas fotométricas de luminárias LED que estejam de acordo com a Portaria Nº 20 do INMETRO.
- Atendimento à ABNT NBR 5101:2018 dos critérios mínimos normativos de iluminância média e fator de uniformidade para vias V1 a V4 e luminância média e uniformidade global de luminância para vias V1 a V3;

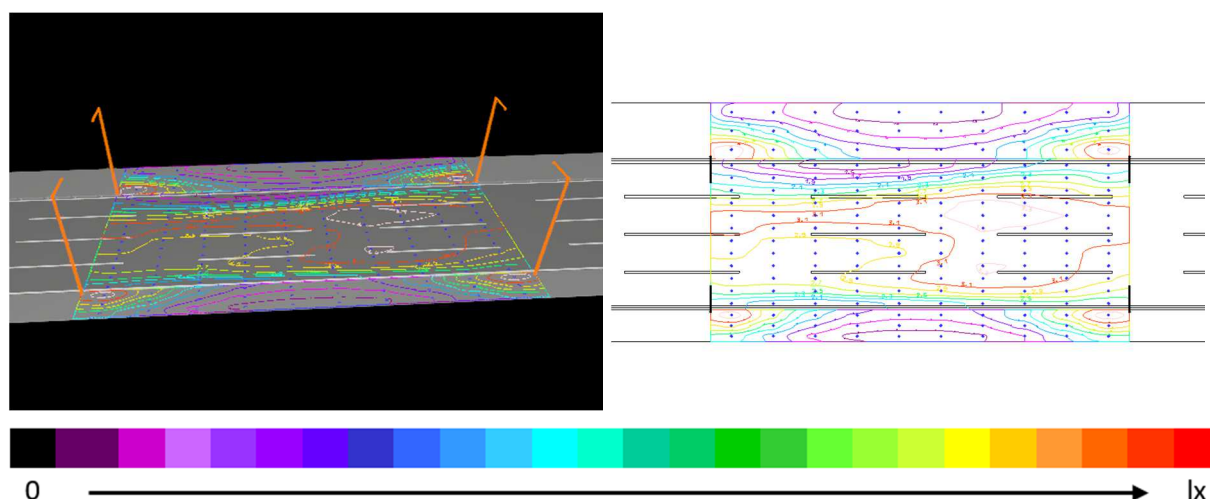
¹⁴ Fator que leva em consideração depreciação gradual do fluxo luminoso em função de acúmulo de sujeira na luminária e ao fim de sua vida útil.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- 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 P4¹⁵.

Os projetos luminotécnicos são desenvolvidos para pontos inspecionados localmente, totalizando os 316 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 5 – Planta Esquemática – Av. General Manoel Rabelo



Local	Parâmetro				
	Iluminância Média Em [lx]	Uniformidade Média Uo	Luminância Média Lm [cd/m²]	Uniformidade Global Uo	Incremento Linear TI
Passeio 1	16,33	0,32	-	-	-
Passeio 2	21,55	0,44	-	-	-
Pista de Rodagem 1	39,95	0,47	2.74	0.51	0.85

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

¹⁵ 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 – OCS 127/2020

8.2.3 Alterações estruturais para atendimento à NBR 5101

Como descrito na seção 8.1.1, em casos onde 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 8. 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 8 – Resultado de alterações estruturais em braços para os logradouros amostrados

Classe de Iluminação	Fornecedor	Quantidade de adequações estruturais
V1	L4	0
	L7	0
	L8	0
V2	L4	1
	L7	1
	L8	0
V3	L4	8
	L7	11
	L8	6
V4	L4	45
	L7	28
	L8	43

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

8.2.4 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 8.1.1. Dessa forma, apresentam-se os resultados para correção de ponto escuro obtidos em relação à amostra na tabela a seguir.

Tabela 9 – Resultado de correção de ponto escuro para os logradouros amostrados

Classe de Iluminação	Fornecedor	Quantidade de ocorrência de correção de pontos escuros
Matriz	Escritórios	
Belo Horizonte - MG	São Paulo - SP	Teresina - PI
Rua Maranhão, 166 - 10º andar	Cuiabá - MT	Brasília - DF
Santa Efigênia	Campo Grande - MS	Uberlândia - MG
CEP: 30.150-330	Três Lagoas - MS	Ipatinga - MG
Contato: +55 (31) 3508-7375		

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

V1	L4	2
	L7	1
	L8	1
V2	L4	2
	L7	2
	L8	3
V3	L4	0
	L7	2
	L8	4
V4	L4	8
	L7	3
	L8	4

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

8.2.5 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 II apresenta-se o resultado de correlação balizando os resultados apresentados nessa seção, divididos em fornecedores definidos para cada classe de iluminação.

Cabe ressaltar que, uma vez que foram constatadas luminárias LED recentemente instaladas em vias públicas no município, optou-se por mantê-las em suas respectivas vias, considerando que as vias inspecionadas que possuem tecnologia LED apresentam bom atendimento da norma ABNT NBR 5101 no quesito iluminância média mínima.

Com o intuito de definir o total de braços de iluminação pública necessários para aquisição, pode-se estimar o quantitativo de pontos com necessidade de adequação, considerando como braços antigos aqueles atualmente instalados e em condições de reutilização, bem como braços novos aqueles que são previstos pelo projeto luminotécnico. Portanto, a partir da diferença entre os braços antigos (inclusive aqueles que podem ser reaproveitados) e os braços novos, tem-se a totalidade de aquisição de braços de iluminação pública. A relação de substituição de braços de

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

iluminação pública proposta é contemplada no ANEXO III, enquanto apresenta-se o resumo para as necessidades de aquisição dos referidos braços na tabela a seguir.

Tabela 10 – Resultado de aquisição de braços para adequação estrutural

Classe de iluminação	Fornecedor	Quantidade para aquisição de braços
V1	L4	0
	L7	0
	L8	0
V2	L4	143
	L7	143
	L8	0
V3	L4	1.016
	L7	1.252
	L8	732
V4	L4	3.878
	L7	7.935
	L8	3.734

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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 ao logradouro inspecionado 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 seguir apresenta as tipologias apuradas, conforme elencado pelo item 8.1.1.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Tabela 11 – Resultados de CPE mediante metodologia de correlação entre inventário e amostra

Classe de iluminação	Tipo de CPE ¹⁶	Tipo de Braço	Opção 1		Opção 2		Opção 3	
			Qtd.	Potência [W]	Qtd.	Potência [W]	Qtd.	Potência [W]
V1	APC	Médio II	52	154	0	0	0	0
	APEA	Curto III	104	154	104	142	104	180
V2	APC	Longo	68	124	68	108	68	150
	APC	Médio I	0	0	0	0	68	150
	APES-2	Médio II	68	124	68	108	68	150
V3	APC	Longo	0	0	0	0	76	70
	APC	Longo	0	0	70	72	76	70
	APC	Médio I	0	0	70	72	76	70
	APC	Médio II	0	0	0	0	76	70
V4	APC	Curto I	178	52	209	52	160	53
	APC	Curto II	178	52	209	52	160	53
	APC	Curto III	84	42	0	0	0	0
	APC	Médio I	168	42	0	0	0	0
	APC	Médio I	178	52	209	52	321	53
	APC	Médio II	84	42	0	0	0	0
TOTAL			1.162	82.768	1.007	72072	1.253	104.573

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Cabe ressaltar que as opções apresentadas na tabela anterior novamente correspondem aos fornecedores selecionados para cada classe de iluminação, conforme apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

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.

¹⁶ Legenda:

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

APEA – Adição de poste exclusivo para iluminação pública com rede de distribuição aérea.

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

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Tabela 12– Resultado de efficientização mediante metodologia de correlação entre inventário e amostra

Classe de iluminação	Fornecedor	Efficientização
V1	L4	54,62%
	L7	47,18%
	L8	44,54%
V2	L4	51,03%
	L7	53,42%
	L8	47,64%
V3	L4	69,90%
	L7	69,82%
	L8	68,62%
V4	L4	74,15%
	L7	73,77%
	L8	73,32%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Aclara-se que o cálculo da efficientização leva em consideração as luminárias LED existentes e que serão mantidas. Nota-se que, para todos os fornecedores considerados, em todas as classes de iluminação, obteve-se um resultado de efficientização positivo, com no mínimo de 47%.

A seguir apresenta-se o cálculo da efficientização total da rede de iluminação viária considerando os fornecedores definidos para cada classe viária de acordo com definição do modelo econômico.

Tabela 13 – Resultado de efficientização para a iluminação viária

Classe Viária	Potência Atual [W]	Alterações Estruturais	Pontos para CPE	Potência Proposta [W]	Efficientização
V1	344.011	0	104	190.795	44,54%
V2	880.856	0	204	461.197	47,64%
V3	1.608.973	1.252	140	485.550	69,82%
V4	7.185.852	7.935	627	1.884.8898	73,77%
TOTAL	10.019.69	9.187	1.075	3.022.432	69,84%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

9 MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO EM ÁREAS ESPECIAIS

9.1 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 luminosa nas praças, com base em mapeamentos via satélite, visualização por meio da ferramenta de *Street View* do Google e registros fotográficos das 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 lumínica¹⁷ 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 o mapeamento via satélite e visualização por meio da ferramenta de *Street View* do Google e inventário disponibilizado, foi elaborado o plano de modernização destas áreas.

Semelhantemente às praças e parques, os cemitérios também tiveram a qualidade e efetividade da distribuição luminosa levantada com base em mapeamentos via satélite

¹⁷ 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.

e visualização por meio da ferramenta de *Street View* do Google. Dessa forma, adotou-se, para os cemitérios que possuam iluminação, o método da equivalência lumínica para a modernização das luminárias. Não obstante, utilizam-se como referência os cemitérios que possuam iluminação, de modo que seja aplicada a proporcionalidade em termos de sua área e adequação geometria de seus terrenos.

9.2 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 14 – 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

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Nos casos em que a tecnologia implantada atualmente é LED, assume-se que a potência das proposições deve ser próxima à potência instalada. Essa metodologia tende a manter o padrão atual em relação a intensidade luminosa emitida atualmente pelas luminárias já instaladas.

9.2.1 Praças, Parques e outros locais

Por meio das eficiências luminosas apresentadas na tabela anterior e com base na metodologia apresentada na seção 9.1, torna-se possível encontrar o fluxo luminoso nominal das luminárias classificadas como IAE e, conseqüentemente, uma correlação com as luminárias orçadas junto aos fornecedores. Dessa forma, utiliza-se a

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

equivalência lumínica para realizar proposições de modernização em praças e parques públicos. Não obstante, por meio do mapeamento de imagens de satélite e visualização do *street view*, foi possível constatar que existem praças no Município com áreas de possível sombreamento e, portanto, são propostas instalações de iluminação, a fim de reduzir as ocorrências de tais áreas. Ressalta-se que para as proposições, os locais que a tecnologia atual são LEDs, a troca da luminária se dará à medida que há o encerramento da vida útil da mesma.

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 – OCS 127/2020

Tabela 15 – Tecnologia atual em praças, parques e outros locais

#	Local	Latitude	Longitude	Tecnologia atual	Potência Atual [W]
1	Praça Dantas Barreto - Metrô	-8.11193179	-35.0151175	LED	90
2	Praça da Rua Epitácio Pessoa - Vila Rica	-8.1169445	-35.0228869	Vapor metálico	400
3	Praça da Rua Clóvis Beviláqua - Vista Alegre	-8.1121667	-35.0213768	Vapor metálico	400
4	Praça Dr. Diniz Passos - Pe. Roma	-8.1141041	-35.015853	Vapor metálico	400
5	Praça da Rua Dr. José Rodrigues Neves - Pe. Roma	-8.1165320	-35.01671067	Vapor metálico	400
6	Praça do Acesso da Multifabril - Santo Aleixo	-8.10343265	-35.018686	Vapor metálico	400
7	Praça no Alto São Benedito - Santo Aleixo	-8.1041255	-35.0163098	Vapor metálico	400
8	Praça da Rua Boa Esperança - Vila Rica	-8.116705	-35.02189613	Vapor metálico	400
9	Praça do Oratório Dom Bosco - Pe. Roma	-8.1150623	-35.018134	Vapor metálico	400
10	Praça da Rua Nobre de Lacerda (Rebelde) - Centro	-8.1068153	-35.01885207	LED	65
11	Praça da Rua Gravatá - Malvinas	-8.10574346	-35.023331	Vapor metálico	400
12	Praça Padre Chromacio Leão - Santo Amaro	-8.111560	-35.0194132	Vapor metálico	400
13	Praça Frei Caneca - Padre Roma	-8.118673	-35.015878	Vapor metálico	400
14	Praça do Rosário - Centro	-8.1127606	-35.0190658	LED	65
15	Praça Floriano Peixoto - Em frete ao quartel de Socorro	-8.107986	-34.9935116	LED	65
16	Praça Edileuza Maria - Cavaleiro	-8.0920335	-34.9701296	Vapor metálico	400
				Correção de ponto escuro	-
17	Praça Maria Lima - Baixa da Colina	-8.08172694	-34.9767405	Vapor metálico	400
18	Praça Murilo Braga - Cavaleiro Centro	-8.0950131	-34.972862	Vapor metálico	400
19	Praça do Metro - Cavaleiro	-8.0942191	-34.9726538	Vapor metálico	400
20	Praça Alto do Céu (Pirulito) - Colina	-8.085024	-34.9745878	Vapor metálico	400
21	Praça da UR 6	-8.133233	-34.961000	Vapor metálico	400
22	Praça da UR 11	-8.130818	-34.965627	Vapor metálico	400

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Latitude	Longitude	Tecnologia atual	Potência Atual [W]
23	Praça de Dois Carneiros	-8.122811	-34.960681	LED	65
24	Praça da Nª Sª da Conceição - Curado 1	-8.082205	-34.982881	Vapor metálico	400
				LED	150
25	Praça do Terminal - Curado 1	-8.08315954	-34.985473	LED	65
26	Praça do Terminal - Curado 4	-8.067948	-34.996213	Vapor metálico	400
27	Praça do Curado 2	-8.0761230	-35.0004384	LED	200
28	Estacionamento da Praça do Rosário	-8.11277638	-35.01933445	Vapor metálico	400
29	Praça Rita Coelho	-8.091022	-34.969627	Vapor metálico	400
30	Praça Verde Conjunto Muribeca	-8.15734585	-34.957306	Vapor metálico	400
				Correção de ponto escuro	-
31	Praça da Igreja Matriz do Rosário (Muribeca dos Guararapes)	-8.171508	-34.998917	LED	65
32	Trevo de Acesso a Muribeca Rua	-8.15441331	-34.9422771	Vapor metálico	400
33	Praça do Portal de Prazeres	-8.149375	-34.959904	Vapor metálico	400
34	Praça do terminal de Marcos Freire	-8.1341038	-34.9762607	LED	40
35	Praça da Quadra de Marcos Freire	-8.138775	-34.970866	LED	65
36	Praça de Jardim Muribeca	-8.160414	-34.970715	Vapor metálico	400
37	Praça sob o Viaduto Geraldo Melo - PECOM	-8.15980742	-34.9276246	LED	40
				LED	90
				LED	220
38	Praça da Curva da Galha - Cajueiro Seco	-8.17102105	-34.929959	LED	150
				LED	200
39	Praça Nossa Senhora do Carmo - Cajueiro Seco	-8.1702002	-34.9251962	LED	65
40	Praça do Terminal de Cajueiro Seco	-8.171618	-34.933027	Vapor metálico	400
41	Praça Pedro do Rio	-8.155992	-34.919836	LED	90

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Latitude	Longitude	Tecnologia atual	Potência Atual [W]
42	Praça do Terminal Brigadeiro Ivo Borges	-8.1575855	-34.9154205	Vapor metálico	400
43	Praça Maria Rita Barradas - Barra de Jangada	-8.21873216	-34.9299688	Vapor metálico	400
44	Praça Nª Sª do Perpetuo Socorro - Jd Piedade	-8.183531	-34.922117	LED	65
45	Praça Dona Raimunda - Barra de Jangada	-8.218944	-34.929839	Vapor metálico	400
46	Praça da Academia da Cidade - Barra de Jangada	-8.2234415	-34.9337859	Vapor metálico	400
47	Praça Leão do Norte - Barra de Jangada	-8.218283	-34.933420	LED	65
48	Trevo de Acesso a Av. Guararapes	-8.15477018	-34.941570	LED	150
49	Praça Córrego do Balaio - Guararapes	-8.155628	-34.932657	Vapor metálico	400
50	Praça Córrego da Batalha	-8.14924821	-34.9326904	Vapor metálico	400
51	Praça no trecho final da via no Córrego da Batalha	-8.15600645	-34.925999	Vapor metálico	400
52	Praça/Canteiro da Rua São Bento	-8.146752433	-34.9338600	LED	40
53	Trevo no Final a Av. Guararapes	-8.15930767	-34.928129	LED	150
54	Praça da Feira do Jardim Jordão	-8.137274	-34.9364565	Vapor metálico	400
55	Praça do Núcleo da Policia	-8.2793083	-35.02574969	LED	40
56	Praça Bela Vista	-	-	LED	65
57	Praça Noel Rosa	-8.0772048	-34.99974340	LED	90
58	Praça Adus Cabus	-	-	LED	150
				LED	90
59	Praça do Binário (em frente ao mercado da mangueira)	-	-	LED	150
60	Praça da Rua Vinte e Dois	-	-	LED	90
61	Parque Jeferson de Freitas	-8.110286	-35.01664	LED	40
				LED	60
				LED	220
62	Parque da Cidade	-8,172077	-34,939348	LED	90
				LED	220

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Latitude	Longitude	Tecnologia atual	Potência Atual [W]
				LED	225
63	Escadaria Rua Tupi	-8.09993648	-35.014640750	LED	65
64	Escadaria Rua Mossoró	-8.10080164	-35.01490031	LED	65
65	Escadaria Rua Maurício de Nassau	-8.1239487	-35.0234104	LED	65
66	Escadaria Rua Macau	-8.0997206	-35.0152278	LED	65
67	Escadaria Rua Maria Auxiliadora	-8.125067003	-35.0218695	LED	65
68	Escadaria Rua Vila Rica	-	-	LED	65
69	Escadaria Rua Candeias	-	-	LED	40
70	Escadaria Rua Cascata de Cima	-8.1081849	-35.0121474	LED	65
71	Escadaria da Rua da Vitória	-8.0995178	-34.9721306	LED	40
72	Escadaria do Cuzcuz	-	-	LED	40
73	Escadaria Bola de Ouro	-	-	LED	65
74	Galpão Emlume	-8.151196054	-34.922478403	LED	220
				LED	65
				LED	660
				LED	90
				LED	150
75	Postes Circulares Av. Beira Mar	-	-	LED	660
76	Orla de Piedade - Atrás do Dorisol	-	-	LED	440
77	AV. Beira Mar (Esquina SESC)	-	-	LED	440
78	Av. Beira Mar (Próximo ao SESC)	-	-	LED	660
79	Rua do Loreto (Esquina Av. Beira Mar)	-	-	LED	660
80	AV. Beira Mar (Refletor em Frente a Clock)	-	-	LED	440
81	Orla da Praia	-	-	LED	220
				LED	660

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Latitude	Longitude	Tecnologia atual	Potência Atual [W]
82				LED	40
	Orla de Barra de Jangada			LED	660

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Tabela 16 – Proposição para luminárias e estruturas classificadas em praças, parques e outros locais públicos

#	Local	Opção 1	Qtd. Opção 1	Potência Opção 1 (W)	Opção 2	Qtd. Opção 2	Potência Opção 2 (W)	Opção 3	Qtd. Opção 3	Potência Opção 3 (W)	Código Estrutura	Qtd. Estrutura
1	Praça Dantas Barreto - Metrô	L4	12	94	L3	12	90	L7	12	87,9	0	0
2	Praça da Rua Epitácio Pessoa - Vila Rica	L6	3	200	L4	3	187	L7	3	175,4	0	0
3	Praça da Rua Clóvis Beviláqua - Vista Alegre	L6	4	200	L4	4	187	L7	4	175,4	0	0
4	Praça Dr. Diniz Passos - Pe. Roma	L6	3	200	L4	3	187	L7	3	175,4	0	0
5	Praça da Rua Dr. José Rodrigues Neves - Pe. Roma	L6	2	200	L4	2	187	L7	2	175,4	0	0
6	Praça do Acesso da Multifábrica - Santo Aleixo	L6	6	200	L4	6	187	L6	6	200	0	0
7	Praça no Alto São Benedito - Santo Aleixo	L6	2	200	L4	2	187	L7	2	175,4	0	0
8	Praça da Rua Boa Esperança - Vila Rica	L6	3	200	L4	3	187	L7	3	175,4	0	0
9	Praça do Oratório Dom Bosco - Pe. Roma	L6	2	200	L4	2	187	L7	2	175,4	0	0
10	Praça da Rua Nobre de Lacerda (Rebelde) - Centro	L8	9	70	L6	9	72	L7	9	71,5	0	0
11	Praça da Rua Gravata - Malvinas	L6	2	200	L4	2	187	L7	2	175,4	0	0
12	Praça Padre Chromacio Leão - Santo Amaro	L6	6	200	L4	6	187	L7	6	175,4	0	0

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Opção 1	Qtd. Opção 1	Potência Opção 1 (W)	Opção 2	Qtd. Opção 2	Potência Opção 2 (W)	Opção 3	Qtd. Opção 3	Potência Opção 3 (W)	Código Estrutura	Qtd. Estrutura
13	Praça Frei Caneca - Padre Roma	L6	6	200	L4	6	187	L7	6	175,4	0	0
14	Praça do Rosário - Centro	L8	50	70	L6	50	72	L7	50	71,5	0	0
15	Praça Floriano Peixoto - Em frete ao quartel de Socorro	L8	24	70	L6	24	72	L7	24	71,5	0	0
16	Praça Edileuza Maria - Cavaleiro	L6	1	200	L4	1	187	L7	1	175,4	0	0
		L6	1	50	L3	1	50	L8	1	50	9	1
17	Praça Maria Lima - Baixa da Colina	L6	6	200	L4	6	187	L7	6	175,4	0	0
18	Praça Murilo Braga - Cavaleiro Centro	L6	18	200	L4	18	187	L7	18	175,4	0	0
19	Praça do Metro - Cavaleiro	L6	10	200	L4	10	187	L7	10	175,4	0	0
20	Praça Alto do Céu (Pirulito) - Colina	L6	4	200	L4	4	187	L7	4	175,4	0	0
21	Praça da UR 6	L6	4	200	L4	4	187	L7	4	175,4	0	0
22	Praça da UR 11	L6	18	200	L4	18	187	L7	18	175,4	0	0
23	Praça de Dois Carneiros	L8	29	70	L6	29	72	L7	29	71,5	0	0
24	Praça da Nª Sª da Conceição - Curado 1	L6	7	200	L4	7	187	L7	7	175,4	0	0
		L8	4	150	L3	4	150	L6	4	150	0	0
25	Praça do Terminal - Curado 1	L8	6	70	L6	6	72	L7	6	71,5	0	0
26	Praça do Terminal - Curado 4	L6	8	200	L4	8	187	L7	8	175,4	0	0
27	Praça do Curado 2	L8	6	200	L6	6	200	L4	6	200	0	0
28	Estacionamento da Praça do Rosário	L6	40	200	L4	40	187	L7	40	175,4	0	0
29	Praça Rita Coelho	L6	18	200	L4	18	187	L7	18	175,4	0	0
30	Praça Verde Conjunto Muribeca	L6	4	200	L4	4	187	L7	4	175,4	0	0
		L6	1	50	L3	1	50	L8	1	50	9	1
31	Praça da Igreja Matriz do Rosário (Muribeca dos Guararapes)	L8	8	70	L6	8	72	L7	8	71,5	0	0

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Opção 1	Qtd. Opção 1	Potência Opção 1 (W)	Opção 2	Qtd. Opção 2	Potência Opção 2 (W)	Opção 3	Qtd. Opção 3	Potência Opção 3 (W)	Código Estrutura	Qtd. Estrutura
32	Trevo de Acesso a Muribeca Rua	L6	6	200	L4	6	187	L7	6	175,4	0	0
33	Praça do Portal de Prazeres	L6	4	200	L4	4	187	L7	4	175,4	0	0
34	Praça do terminal de Marcos Freire	L2	24	40	L6	24	40	L3	24	40	0	0
35	Praça da Quadra de Marcos Freire	L8	6	70	L6	6	72	L7	6	71,5	0	0
36	Praça de Jardim Muribeca	L6	12	200	L4	12	187	L7	12	175,4	0	0
37	Praça sob o Viaduto Geraldo Melo - PECOM	L2	141	40	L6	141	40	L3	141	40	0	0
		L4	17	94	L3	17	90	L7	17	87,9	0	0
		L4	47	220	L3	47	230	L6	47	233	0	0
38	Praça da Curva da Galha - Cajueiro Seco	L8	7	150	L3	7	150	L6	7	150	0	0
		L8	1	200	L6	1	200	L4	1	200	0	0
39	Praça Nossa Senhora do Carmo - Cajueiro Seco	L8	12	70	L6	12	72	L7	12	71,5	0	0
40	Praça do Terminal de Cajueiro Seco	L6	14	200	L4	14	187	L7	14	175,4	0	0
41	Praça Pedro do Rio	L4	9	94	L3	9	90	L7	9	87,9	0	0
42	Praça do Terminal Brigadeiro Ivo Borges	L6	32	200	L4	32	187	L7	32	175,4	0	0
43	Praça Maria Rita Barradas - Barra de Jangada	L6	16	200	L4	16	187	L7	16	175,4	0	0
44	Praça Nª Sª do Perpetuo Socorro - Jd Piedade	L8	6	70	L6	6	72	L7	6	71,5	0	0
45	Praça Dona Raimunda - Barra de Jangada	L6	16	200	L4	16	187	L7	16	175,4	0	0
46	Praça da Academia da Cidade - Barra de Jangada	L6	16	200	L4	16	187	L7	16	175,4	0	0
47	Praça Leão do Norte - Barra de Jangada	L8	18	70	L6	18	72	L7	18	71,5	0	0
48	Trevo de Acesso a Av. Guararapes	L8	4	150	L3	4	150	L6	4	150	0	0

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Opção 1	Qtd. Opção 1	Potência Opção 1 (W)	Opção 2	Qtd. Opção 2	Potência Opção 2 (W)	Opção 3	Qtd. Opção 3	Potência Opção 3 (W)	Código Estrutura	Qtd. Estrutura
49	Praça Córrego do Balaio - Guararapes	L6	4	200	L4	4	187	L7	4	175,4	0	0
50	Praça Córrego da Batalha	L6	4	200	L4	4	187	L7	4	175,4	0	0
51	Praça no trecho final da via no Córrego da Batalha	L6	6	200	L4	6	187	L7	6	175,4	0	0
52	Praça/Canteiro da Rua São Bento	L2	28	40	L6	28	40	L3	28	40	0	0
53	Trevo no Final a Av. Guararapes	L8	4	150	L3	4	150	L6	4	150	0	0
54	Praça da Feira do Jardim Jordão	L6	12	200	L4	12	187	L7	12	175,4	0	0
55	Praça do Núcleo da Polícia	L2	4	40	L6	4	40	L3	4	40	0	0
56	Praça Bela Vista	L8	12	70	L6	12	72	L7	12	71,5	0	0
57	Praça Noel Rosa	L4	2	94	L3	2	90	L7	2	87,9	0	0
58	Praça Adus Cabus	L8	29	150	L3	29	150	L6	29	150	0	0
		L4	17	94	L3	17	90	L7	17	87,9	0	0
59	Praça do Binário (em frente ao mercado da mangueira)	L8	5	150	L3	5	150	L6	5	150	0	0
60	Praça da Rua Vinte e Dois	L4	5	94	L3	5	90	L7	5	87,9	0	0
61	Parque Jeferson de Freitas	L2	34	40	L6	34	40	L3	34	40	0	0
		L8	35	70	L6	35	72	L7	35	71,5	0	0
		L4	20	220	L3	20	230	L6	20	233	0	0
62	Parque da Cidade	L4	45	94	L3	45	90	L7	45	87,9	0	0
		L4	27	220	L3	27	230	L6	27	233	0	0
		L4	132	220	L3	132	230	L6	132	233	0	0
63	Escadaria Rua Tupi	L8	7	70	L6	7	72	L7	7	71,5	0	0
64	Escadaria Rua Mossoró	L8	6	70	L6	6	72	L7	6	71,5	0	0
65	Escadaria Rua Maurício de Nassau	L8	9	70	L6	9	72	L7	9	71,5	0	0
66	Escadaria Rua Macau	L8	5	70	L6	5	72	L7	5	71,5	0	0

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Opção 1	Qtd. Opção 1	Potência Opção 1 (W)	Opção 2	Qtd. Opção 2	Potência Opção 2 (W)	Opção 3	Qtd. Opção 3	Potência Opção 3 (W)	Código Estrutura	Qtd. Estrutura
67	Escadaria Rua Maria Auxiliadora	L8	5	70	L6	5	72	L7	5	71,5	0	0
68	Escadaria Rua Vila Rica	L8	9	70	L6	9	72	L7	9	71,5	0	0
69	Escadaria Rua Candeias	L2	2	40	L6	2	40	L3	2	40	0	0
70	Escadaria Rua Cascata de Cima	L8	2	70	L6	2	72	L7	2	71,5	0	0
71	Escadaria da Rua da Vitória	L2	6	40	L6	6	40	L3	6	40	0	0
72	Escadaria do Cuzcuz	L2	3	40	L6	3	40	L3	3	40	0	0
73	Escadaria Bola de Ouro	L8	4	70	L6	4	72	L7	4	71,5	0	0
74	Galpão Emlume	L4	5	220	L3	5	230	L6	5	233	0	0
		L8	1	70	L6	1	72	L7	1	71,5	0	0
		L6	9	700	L4	9	600	-	-	-	0	0
		L4	2	94	L3	2	90	L7	2	87,9	0	0
		L8	2	150	L3	2	150	L6	2	150	0	0
75	Postes Circulares Av. Beira Mar	L6	32	700	L4	32	600	-	-	-	0	0
76	Orla de Piedade - Atrás do Dorisol	L6	14	500	L4	14	490	-	-	-	0	0
77	AV. Beira Mar (Esquina SESC)	L6	1	500	L4	1	490	-	-	-	0	0
78	Av. Beira Mar (Próximo ao SESC)	L6	3	700	L4	3	600	-	3	-	0	0
79	Rua do Loreto (Esquina Av. Beira Mar)	L6	2	700	L4	2	600	-	2	-	0	0
80	AV. Beira Mar (Refletor em Frente a Clock)	L6	1	500	L4	1	490	-	-	-	0	0
81	Orla da Praia	L4	31	220	L3	31	230	L6	31	233	0	0
		L6	4	700	L4	4	600	-	4	-		
82	Orla de Barra de Jangada	L2	9	40	L6	9	40	L3	9	40	0	0
		L6	5	700	L4	5	600	-	5	-	0	0

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Aclara-se que as praças que não possuem a informação das coordenadas não foram encontradas no mapeamento por satélite, impossibilitando a análise de sombreamento, consequentemente adotou-se somente a equivalência lumínica para estes casos específicos.

9.2.2 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, vapor metálico, logo, foi adotado o método da equivalência lumínica a fim de se prever a modernização dos pontos de iluminação.

A partir da conversão lumínica, conforme apresentado na seção 9.1, foram realizados estudos da qualidade da iluminação de cada campo e quadra, estudo este que teve como base o know-how deste Consórcio. Foi adotado como premissa 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.

Conforme apresentado a seguir, em alguns campos houve a necessidade de ajustes nas estruturas de fixação dos projetores, a fim de se alcançar a uniformidade na iluminação proposta. As estruturas adotadas encontram-se descritas na seção 10.2.1.1.

Para os campos que não possuíam iluminação foi adotado, como premissa, a comparação com campos que possuíam similaridades, a fim de se manter padronização entre estas áreas.

A seguir são elencados os campos e quadras avaliados e as suas respectivas proposições de modernização e melhorias.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Tabela 17 – Proposta de modernização da iluminação de campos e quadras públicas – parte 1

#	Campos e quadras	Latitude	Longitude	Área [m²]
1	Campão do Curado 1 - Curado 1	-8,083693	-34,986741	2860
2	Campo Alto do José Júlio - Lote 92	-8,132557	-35,030708	4275
3	Campo Alto do Reservatório - Sucupira	-8,101642	-34,972686	880
4	Campo Beira Rio	-8,147734	-34,973246	5060
5	Campo da Caixa D'água	-8,123341	-35,02108	1890
6	Campo da Curva Do Caranguejo	-8,107615	-35,001068	340
7	Campo da Estação Engenho Velho - Engenho Velho	-8,1082	-35,004211	815
8	Campo da Fossa - Curado 2	-8,0782115	-34,9954057	1750
9	Campo da Funase - Vista Alegre	-8,108501	-35,027558	4100
10	Campo da Liberdade	-8,195662	-34,936602	4380
11	Campo da Macaxeira	-8,125343	-35,024703	890
12	Campo da Maré Mansa - Sucupira	-8,108555	-34,971745	4120
13	Campo da Rua 19 - Curado 4	-8,071994	-34,997539	2420
14	Campo do São Bento - Jardim Jordão	-8,145469	-34,933277	360
15	Campo da Teixeira - Curado 1	-8,082521	-34,988635	1270
16	Campo da Uefa	-8,148583	-34,963758	6220
17	Campo da Vila	-8,13937	-34,963274	2800
18	Campo da Xuxa - Curado 4	-8,07197	-34,992185	4090
19	Campo das Carolinas	-8,195867	-34,92334	835
20	Campo das Ruínas	-8,175525	-34,998309	4735
21	Campo de Areia - Marcos Freire	-8,139186	-34,971203	800
22	Campo de Beach Soccer - Barra de Jangada	-8,221936	-34,927368	1800
23	Campo de Bulhões	-8,114436	-35,025835	4000
24	Campo Messias Meu Povo	-8,22327	-34,949258	1700
25	Campo de Floriano - Engenho Velho	-8,10379465	-34,9901187	4968
26	Campo de Futebol Cristal	-8,130544	-35,017015	5140
27	Campo de Futebol da Prefeitura	-8,1648849	-34,92154	5820
28	Campo de Futebol do Arieiro	-8,186473	-34,948748	3940

#	Campos e quadras	Latitude	Longitude	Área [m²]
29	Campo de Futebol do Buracão	-8,136901	-34,959761	4100
30	Campo de Futebol do Centro	-8,1712489	-34,9351484	4628
31	Campo de Futebol do Giz	-8,124857	-34,963119	4100
32	Campo de Futebol do Jordão - Piratininga	-8,143337	-34,92092	980
33	Campo de Futebol do Lote Edmar de Oliveira	-8,130045	-35,011904	1150
34	Campo de Futebol dos Guararapes	-8,149952	-34,925067	4200
35	Campo de Futebol Locomoção	-8,109351	-35,011853	4920
36	Campo de Futebol São Joaquim	-8,156772	-35,004216	4050
37	Campo de Futebol Sítio das Queimadas	-8,1043976	-34,9781869	1485
38	Campo do Sítio das Queimadas	-8,104463	-34,978807	1450
39	Campo de Portal dos Prazeres	-8,153468	-34,959698	6260
40	Campo do Barcelona	-8,1457045	-34,9276676	5520
41	Campo do CQC (Integração da Muribeca)	-8,150484	-34,976989	3900
42	Campo do Curado 3	-8,076783	-35,002005	3470
43	Campo do Curado 4 (Praça) - Curado 4	-8,068639	-34,995855	1280
44	Campo do Curado 5 - Curado 5	-8,066428	-35,003667	890
45	Campo do Dez de Novembro - Córrego da Gameleira	-8,139351	-34,945546	3850
46	Campo do Engenho Santana	-8,115374	-34,977701	2300
47	Campo do Espinho	-8,143138	-34,970341	4500
48	Campo do Flamengo	-8,145306	-34,940955	4520
49	Campo do Lote 23 - Lote 23	-8,120906	-35,001133	4850
50	Campo do MEC - Dois Carneiros	-8,119026	-34,96419	5040
51	Campo do Pacheco - Pacheco	-8,09696	-34,96011	5400
52	Campo do Penharol	-8,144211	-34,925537	4300
53	Campo do Poeirão - Vila Rica	-8,120477	-34,994391	3500
54	Campo do Retorno da BR 232 - Curado 2	-8,082441	-34,994982	1870
55	Campo do Monte dos Guararapes (Festa da Pitomba)	-8,1549188	-34,9288848	3500
56	Campo do Terminal do Curado 4	-8,068611	-34,995784	1280
57	Campo dos Moradores ou da 17	-8,133338	-34,966679	4100
58	Campo Jardim Muribeca - Muribeca	-8,160897	-34,972709	5860
59	Campo lote 56	-8,144864	-35,023168	3640

#	Campos e quadras	Latitude	Longitude	Área [m²]
60	Campo Vila dos Palmares - Muribeca	-8,16627	-35,003611	4380
61	Monte dos Guararapes (Campo de Futebol do Alto do Cemitério)	-8,1547222	-34,9240711	950
62	Praça do Curado 5	-8,06607	-35,002582	420
63	Quadra da Praça Academia da Cidade	-8,223508	-34,933403	400
64	Quadra da UR 11 - UR 11	-8,131076	-34,965063	460
65	Quadra de Dom Helder	-8,195549	-34,934863	400
66	Quadra de Futvlei - Campo Centro	-8,170962	-34,935223	245
67	Quadra do Curado i	-8,083021	-34,985572	540
68	Quadra Leão do Norte - Barra de Jangada	-8,218469	-34,933398	550
69	Quadra Marcos Freire	-8,138784	-34,970549	600
70	Quadra Municipal - Jaboatão Centro	-8,112278	-35,019739	480

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Tabela 18 – Proposta de modernização da iluminação de campos e quadras públicas – parte 2

#	Campos e quadras	Tecnologia Atual	Potência Atual [W]	Qtd. Atual	Postes existentes	Qtd. Atual	Potência LED Proposta [W]	Qtd. Proposta	Estrutura de postes Proposta	Qtd. Proposta	Estrutura de Suporte Proposta	Qtd. Proposta
1	Campão do Curado 1 - Curado 1	MVM	1000	12	Poste DT	4	960	8	-	-	-	-
2	Campo Alto do José Julio - Lote 92	LED	220	12	Poste DT	4	700	8	-	-	-	-
3	Campo Alto do Reservatório - Sucupira	MVM	400	12	Poste DT	6	500	6	-	-	-	-
4	Campo Beira Rio	-	-	-	Poste DT	4	700	8	Estrutura 19	4	Estrutura 22	4
5	Campo da Caixa D'água	MVM	400	8	Poste DT	4	500	8	Estrutura 21	2	Estrutura 22	2
6	Campo da Curva Do Caranguejo	MVM	400	2	Poste DT	2	300	2	-	-	-	-
7	Campo da Estação Engenho Velho - Engenho Velho	MVM	1000	8	Poste DT	4	700	8	-	-	-	-
8	Campo da Fossa - Curado 2	MVM	400	4	Poste DT	4	500	8	Estrutura 21	2	Estrutura 22	2

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Campos e quadras	Tecnologia Atual	Potência Atual [W]	Qtd. Atual	Postes existentes	Qtd. Atual	Potência LED Proposta [W]	Qtd. Proposta	Estrutura de postes Proposta	Qtd. Proposta	Estrutura de Suporte Proposta	Qtd. Proposta
9	Campo da Funase - Vista Alegre	MVM	1000	18	Poste Aço	6	700	12	-	-	-	-
10	Campo da Liberdade	LED	200	21	Poste DT	6	700	12	-	-	-	-
11	Campo da Macaxeira	LED	90	6	Poste DT	4	500	4	-	-	-	-
12	Campo da Maré Mansa - Sucupira	MVM	1000	12	Poste DT	4	700	8	-	-	-	-
13	Campo da Rua 19 - Curado 4	MVM	400	8	Poste DT	4	500	8	-	-	-	-
14	Campo do São Bento - Jardim Jordão	MVM	400	4	Poste DT	2	300	4	-	-	-	-
15	Campo da Teixeira - Curado 1	MVM	1000	12	Poste DT	4	960	8	-	-	-	-
16	Campo da Uefa	LED	300	18	Poste DT	6	960	12	-	-	-	-
17	Campo da Vila	LED	200	18	Poste DT	6	500	6	-	-	-	-
18	Campo da Xuxa - Curado 4	MVM	400	12	Poste DT	6	700	6	-	-	-	-
19	Campo das Carolinas	LED	220	2	Poste DT	4	500	4	-	-	-	-
20	Campo das Ruínas	LED	220	18	Poste DT	4	700	8	-	-	-	-
21	Campo de Areia - Marcos Freire	LED	200	9	Poste DT	4	500	4	-	-	Estrutura 22	1
22	Campo de Beach Soccer - Barra de Jangada	LED	660	27	Poste DT	6	700	24	-	-	-	-
23	Campo de Bulhões	-	-	-	Poste DT	4	700	8	Estrutura 21	4	Estrutura 22	4
24	Campo Messias Meu Povo	MVM	400	2	Poste DT	4	500	8	Estrutura 20	3	Estrutura 22	3
25	Campo de Floriano - Engenho Velho	MVM	1000	18	Poste DT	6	960	12	-	-	-	-
26	Campo de Futebol Cristal	LED	220	24	Poste DT	6	960	12	-	-	-	-
			90	1	Poste DT	6	960					
27	Campo de Futebol da Prefeitura	LED	660	8	Poste DT	4	960	8	-	-	-	-
			440	4	Poste DT							
28	Campo de Futebol do Arieiro	LED	220	3	Poste DT	4	700	8	-	-	-	-
			660	8	Poste DT							
29		LED	660	12	Poste DT	4	700	8	-	-	-	-

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Campos e quadras	Tecnologia Atual	Potência Atual [W]	Qtd. Atual	Postes existentes	Qtd. Atual	Potência LED Proposta [W]	Qtd. Proposta	Estrutura de postes Proposta	Qtd. Proposta	Estrutura de Suporte Proposta	Qtd. Proposta
	Campo de Futebol do Buracão		220	12								
30	Campo de Futebol do Centro	LED	220	18	Poste DT	6	700	6	-	-	-	-
31	Campo de Futebol do Giz	LED	65	4	Poste DT	6	700	12	-	-	-	-
			220	10								
			660	1								
32	Campo de Futebol do Jordão - Piratininga	LED	220	18	Poste DT	4	500	8	-	-	-	-
33	Campo de Futebol do Lote Edmar de Oliveira	LED	220	8	Poste DT	4	300	8	-	-	Estrutura 22	2
34	Campo de Futebol dos Guararapes	-	-		Poste DT	4	700	8	-	-	-	-
35	Campo de Futebol Locomoção	LED	220	24	Poste DT	6	700	12	-	-	-	-
36	Campo de Futebol São Joaquim	LED	220	16	Poste DT	4	960	8	-	-	-	-
37	Campo de Futebol Sítio das Queimadas	LED	220	2	Poste DT	4	300	8	-	-	-	-
38	Campo do Sítio das Queimadas	LED	220	12	Poste DT	4	300	8	-	-	-	-
39	Campo de Portal dos Prazeres	-	-	-	Poste DT	6	700	12	Estrutura 21	6	Estrutura 22	6
40	Campo do Barcelona	LED	65	6	Poste DT	6	960	6	-	-	-	-
			660	5								
41	Campo do CQC (Integração da Muribeca)	LED	440	6	Poste DT	6	700	6	-	-	-	-
			220	6								
42	Campo do Curado 3	MVM	1000	12	Poste DT	4	700	8	-	-	-	-
43	Campo do Curado 4 (Praça) - Curado 4	MVM	400	8	Poste DT	4	300	8	-	-	-	-
44	Campo do Curado 5 - Curado 5	MVM	700	4	Poste DT	4	500	4	Estrutura 21	1	-	-
45	Campo do Dez de Novembro - Córrego da Gameleira	MVM	1000	18	Poste DT	6	700	6	-	-	-	-

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Campos e quadras	Tecnologia Atual	Potência Atual [W]	Qtd. Atual	Postes existentes	Qtd. Atual	Potência LED Proposta [W]	Qtd. Proposta	Estrutura de postes Proposta	Qtd. Proposta	Estrutura de Suporte Proposta	Qtd. Proposta
46	Campo do Engenho Santana	LED	220	12	Poste DT	4	500	8	-	-	-	-
47	Campo do Espinho	LED	220	12	Poste DT	6	960	6	-	-	-	-
48	Campo do Flamengo	LED	220	20	Poste DT	6	960	6	-	-	-	-
49	Campo do Lote 23 - Lote 23	LED	220	12	Poste DT	4	960	4	-	-	-	-
50	Campo do MEC - Dois Carneiros	MVM	1000	12	Poste DT	6	960	12	-	-	-	-
51	Campo do Pacheco - Pacheco	LED	660 440	4 4	Poste DT	4	960	12	Estrutura 20	1	Estrutura 23	1
52	Campo do Penharol	-	-	-	Poste DT	4	960	8	Estrutura 21	4	Estrutura 22	4
53	Campo do Poeirão - Vila Rica	MVM	1000	8	Poste DT	4	500	8	-	-	-	-
54	Campo do Retorno da BR 232 - Curado 2	MVM	400	4	Poste DT	4	500	8	Estrutura 19	2	Estrutura 22	2
55	Campo do Monte dos Guararapes (Festa da Pitomba)	-	-	-	Poste DT	4	700	8	Estrutura 20	4	Estrutura 22	4
56	Campo do Terminal do Curado 4	MVM	400	12	Poste DT	4	500	8	-	-	-	-
57	Campo dos Moradores ou da 17	-	-	-	Poste DT	4	960	8	Estrutura 19	4	Estrutura 22	4
58	Campo Jardim Muribeca - Muribeca	LED	220	12	Poste DT	6	960	12	-	-	-	-
59	Campo lote 56	LED	200	12	Poste DT	4	500	8	-	-	-	-
60	Campo Vila dos Palmares - Muribeca	MVM	2000	18	Poste DT	6	960	12	-	-	-	-
61	Monte dos Guararapes (Campo de Futebol do Alto do Cemitério)	LED	440	8	Poste DT	4	500	8	-	-	-	-
62	Praça do Curado 5	VS	250	4	Poste DT	4	300	4	-	-	-	-
63	Quadra da Praça Academia da Cidade	LED	400	8	Poste DT	4	500	4	-	-	-	-
64	Quadra da UR 11 - UR 11	MVM	400	8	Poste DT	4	500	4	-	-	-	-
65	Quadra de Dom Helder	LED	220	12	Poste DT	4	500	4	-	-	-	-

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Campos e quadras	Tecnologia Atual	Potência Atual [W]	Qtd. Atual	Postes existentes	Qtd. Atual	Potência LED Proposta [W]	Qtd. Proposta	Estrutura de postes Proposta	Qtd. Proposta	Estrutura de Suporte Proposta	Qtd. Proposta
66	Quadra de Futvlei - Campo Centro	LED	220	12	Poste DT	4	300	4	-	-	-	-
67	Quadra do Curado i	LED	220	10	Poste DT	4	500	4	Estrutura 23	-2 ¹⁸	-	-
68	Quadra Leão do Norte - Barra de Jangada	MVM	400	8	Poste DT	4	500	4	-	-	-	-
69	Quadra Marcos Freire	LED	220	13	estrutura	7	300	14	-	-	-	-
70	Quadra Municipal - Jaboatão Centro	LED	220	12	estrutura	6	300	12	-	-	-	-

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

¹⁸ Previsão de remoção de estruturas existentes.

9.2.3 Cemitérios Públicos

Durante o levantamento de cemitérios públicos existentes no Município, constatou-se cemitérios com iluminação pública existente. Dessa forma, conforme estabelecido pela metodologia da seção 9.1, propõe-se a modernização da iluminação pública existente, conforme a tabela a seguir. Ressalta-se que para as proposições os cemitérios que a tecnologia atual são LEDs, a troca da luminária se dará à medida que há o encerramento da vida útil da mesma.

MatrizBelo 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 - MSTeresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Tabela 19 – Tecnologia e potência atual de cemitérios públicos

#	Cemitério	Latitude	Longitude	Tecnologia atual	Potência Atual
1	Cemitério da Saudade	-8.1092396	-35.0196689	LED	40
2	Cemitério Muribeca Rua	-8.1692726	-34.998286	Vapor Metálico	400
				Vapor Metálico	1000
3	Cemitério Parque da paz	-8.152888099	-34.9497721	LED	40
				LED	65

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Tabela 20 – Proposta de modernização da iluminação em cemitérios públicos

#	Cemitério	Opção 1	Qtd. Opção 1	Potência Opção 1(W)	Opção 2	Qtd. Opção 2	Potência Opção 2 (W)
1	Cemitério da Saudade	L2	54	40	L6	54	40
2	Cemitério Muribeca Rua	L6	4	200	L4	4	187
		L6	1	700	L4	1	600
3	Cemitério Parque da paz	L2	46	40	L6	46	40
		L7	11	71,5	L8	11	70

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Aclara-se, que devido ao não recebimento de orçamentos de luminárias com potências elevadas, adotou-se, em alguns casos somente 2 fornecedores, como visto na tabela acima.

9.2.4 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 de presente seção, é possível avaliar a efficientização alcançada mediante a comparação da potência total proposta e custo de cada opção de forma a se escolher a proposição de melhor custo-benefício. O resultado definido pelo modelo econômico, de forma atingir tal meta, é elencado na tabela a seguir. Para praças, parques, campos e quadras, foi selecionada a Opção 1, enquanto que para os cemitérios foi escolhida a Opção 2, como listadas anteriormente.

Tabela 21 – Efficientização para Iluminação de Áreas Especiais

Tipo de Local	Situação atual		Proposição		Eficientização
	Quantidade de pontos de iluminação pública	Potência Total Atual [W]	Quantidade de pontos de iluminação pública	Potência Total Proposta [W]	
Praças, Parques e outros locais¹⁹	1.337	287.782	1.339	216.386	24,81%
Cemitérios¹⁹	116	7.557	116	6.118	19,04%
Campos e Quadras	750	367.196	558	374.640	-2,03%
Total	2.203	662.535	2.013	597.144	9,87%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

¹⁹ Para o cálculo de potência total de praças, parques, outros locais e cemitérios adotou-se a opção 2, na qual apresentou um total inferior a opção 1, neste caso a opção 3 não foi comparada, pois não apresentou fornecedores para todos os valores de potências propostas.

10 EXPANSÃO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

10.1 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 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.

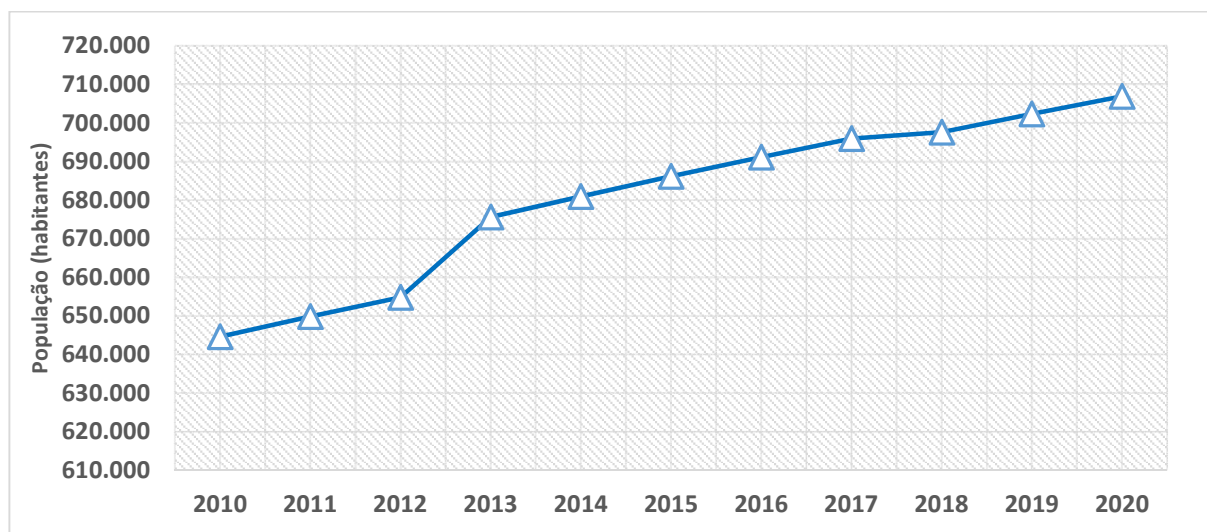
10.2 Expansão da rede de iluminação pública

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 2010 a 2020²⁰ conforme apresenta-se na figura a seguir.

²⁰Dados do IBGE, disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/jaboatao-dos-guararapes/panoram>>

Figura 6 – Crescimento Populacional do Município



Fonte: IBGE - Elaborado por Houer Concessões (2021)

Durante o período apresentado entre 2010 e 2020, o município apresentou taxa média de crescimento populacional de 0,93% ao ano. Outro comportamento observado e destacado pela tabela a seguir, que apresenta as taxas de crescimento anuais, foi que o crescimento foi regredindo ao longo dos anos a uma taxa média de 0,0168% ao ano.

Tabela 22 – Taxa de Crescimento Populacional entre 2010 e 2019

Ano	Taxa de Crescimento Populacional
2010	0,80%
2011	0,77%
2012	3,18%
2013	0,79%
2014	0,76%
2015	0,73%
2016	0,70%
2017	0,24%
2018	0,67%
2019	0,65%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Com base nas considerações acima, assumiu-se taxa de crescimento da rede de iluminação equivalente a taxa do crescimento populacional do ano de 2019

O crescimento projetado é equivalente a uma expansão anual média de 304 pontos por ano. Entende-se que a referida taxa contempla duas formas de expansão da rede de iluminação pública, sendo:

- **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;

Portanto, para determinação da representatividade da ampliação e crescimento vegetativo foram definidos a partir de estudos de *benchmarking*. A tabela a seguir os resultados obtidos para ampliação, crescimento vegetativo e expansão da rede de iluminação pública.

Tabela 23 – Distribuição da taxa de expansão

Parâmetro	Quantitativo	% da taxa de expansão
Ampliação	152	50%
Crescimento Vegetativo	152	50%
Taxa de expansão	304	100%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Dessa forma, assume-se que a rede de iluminação pública se expandirá anualmente da seguinte forma:

Tabela 24 – Distribuição da taxa de expansão

Ano	Pontos Parque	Expansão (Pontos)
0	46.742	0
1	47.046	304
2	47.350	304
3	47.654	304
4	47.958	304
5	48.262	304
6	48.566	304

Ano	Pontos Parque	Expansão (Pontos)
7	48.870	304
8	49.174	304
9	49.478	304
10	49.782	304
11	50.086	304
12	50.390	304
13	50.694	304
14	50.998	304
15	51.302	304
16	51.606	304
17	51.910	304
18	52.214	304
19	52.518	304
20	52.822	304

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

10.2.1 Ampliação

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.

10.2.1.1 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
- 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 150 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 150 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 2,0 m;
- Estrutura 6: extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 150 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 3,0 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 150 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 1,5 m, para IAE;
- Estrutura 16: extensão de rede de distribuição aérea (RDA), em praças públicas, com poste de concreto circular 9 m e 150 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 9.2 e 11.

10.2.1.2 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 5426:1985 e nos resultados e informações apurados pelo Diagnóstico Técnico da Rede Municipal de 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 84,24% dos pontos referentes ao crescimento da rede de distribuição, distribuídos entre vias de classe de iluminação V3 e V4, tendo-se por base a representatividade entre classes apresentada na seção 4 do presente relatório;
- Para a RDA foram previstos 9,36% 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 V3 e V4, tendo-se por base a representatividade entre classes apresentada no item 4 do presente relatório;

- Para a RDS para iluminação viária foram previstos 3,48% dos pontos de iluminação previstos para ampliação, distribuídos entre vias de classe de iluminação V1 e V2, tendo-se por base a representatividade entre classes apresentada na seção 4 do presente relatório;
- Para a iluminação em áreas especiais, considerada em rede do tipo RDS, prevê-se 2,92% dos pontos destinados à ampliação.

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

Tabela 25 – Distribuição dos pontos destinados à ampliação por estrutura

Estrutura	Descrição	Pontos de Ampliação	% dos pontos de ampliação	Representatividade	Classe de iluminação
1	Instalação de ponto de IP em braço curto com projeção horizontal de até 1,5 m;	126	82,89%	53,29%	V4
2	Instalação de ponto de IP em braço médio com projeção horizontal até 2 m;			18,42%	V4
3	Instalação de ponto de IP em braço longo com projeção horizontal até 3 m;			11,18%	V3
4	Extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 150 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 1,5 m;	14	9,21%	5,92%	V4
5	Extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 150 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 2,0 m;			1,97%	V4
6	Extensão de rede de distribuição aérea (RDA) com poste de concreto circular 9 m e 150 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 3,0 m;			1,32%	V3
7	Extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço 9 m, tipo chicote simples, com suporte para 1 luminária;	6	3,95%	2,63%	V2

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Estrutura	Descrição	Pontos de Ampliação	% dos pontos de ampliação	Representatividade	Classe de iluminação
8	Extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço 9 m, tipo chicote duplo, com suporte para 2 luminárias			1,32%	V1
12	Extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 12 m com suporte núcleo 4 luminárias;			-	V1
9	Extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 4 m com suporte núcleo 1 luminária;	6	4,00%	0,66%	IAE
10	Extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 4 m com suporte núcleo 2 luminárias;			1,32%	IAE
11	Extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 12 m com suporte núcleo 3 luminárias;			1,97%	IAE
16	Extensão de rede de distribuição aérea (RDA), em praças públicas, com poste de concreto circular 9 m e 150 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 1,5 m.			-	IAE
13	Extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de concreto circular 17 m com suporte cruzeta para 8 refletores;			-	IAE
14	Extensão de rede de distribuição subterrânea exclusiva com poste de aço reto 6 m com suporte cruzeta para 2 refletores;			-	IAE
15	Extensão rede de distribuição aérea exclusiva com poste de concreto circular 9 m e 150 daN com ponto de iluminação pública em braço de até 1,5 m, para IAE;			-	IAE

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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.

10.2.1.3 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:

Tabela 26 – Potências das luminárias definidas para ampliação por classe de iluminação

Classe de Iluminação	Fornecedor	Potência [W]
V1	L8	180
V2	L8	150
V3	L7	71,5
V4	L7	52
IAE	L6	200
IAE	L7	175,4

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

10.2.2 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 na classe V4 . Além disso, sugerem-se as potências com maior representatividade para a referidas 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.

Tabela 27 – Proposição para pontos de crescimento vegetativo

Classe de iluminação	Fornecedor Proposto	Potência Proposta [W]
V4	L7	52

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

10.3 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.

o intuito de elencar os custos derivados do aumento de pontos por demanda reprimida. Nota-se que todos os pontos de demanda reprimida foram classificados como V4.

Tabela 29 – Relação da demanda reprimida com classe de iluminação e estruturas

Estrutura de ampliação	Classe de iluminação	Número de pontos de demanda reprimida	% dos pontos de demanda reprimida
1	V4	395	37,33%
2	V4	133	12,57%
4	V4	396	37,43%
5	V4	134	12,67%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

11 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.

11.1 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 uma²¹.

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 8 – Vantagens e desvantagens do rele fotoeletrônico

Vantagens	Desvantagens
• Apresenta baixo custo de aquisição e troca de peças.	• 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)

²¹ PROJETOS, EPB ESTRUTURADORA BRASILEIRA DE PROJETOS, “Estruturação da Concessão da Rede de Iluminação Pública de Belo Horizonte,” 2015.

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 9 – Vantagens e desvantagens do sistema de telegestão

Vantagens	Desvantagens
• 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.	• 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.

Tabela 30 – 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 31 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 dessas realidades, foi projetada uma configuração de sistema de telegestão que seja adequada, 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 31 – 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
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

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021).

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

Figura 10 – Estrutura operacional do Sistema de Telegestão



Fonte: Elaborado por Houer Concessões

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 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.

11.2.1 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.

11.2.2 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 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 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 27 minutos;
 - Medido: consumo real medido por medidor interno;
 - Estimado: tempo real aceso e potência nominal da luminária e de seus equipamentos auxiliares.
- 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.

11.2.3 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);
 - 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.

11.2.4 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 telegestão, conectado por meio de GPRS (*general packet radio service*), 3G, 4G, ADSL (*assymetrical 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.

11.2.5 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 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.

11.3 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.

11.3.1 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;

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

11.3.2 Controle

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

11.3.3 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.

11.3.4 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 partir da publicação da Resolução Normativa 888/2020, a Resolução Normativa 414 de 2010 da ANEEL permite que o consumo mensal de energia elétrica seja apurado considerando as seguintes disposições:

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

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

onde,

- Carga = potência nominal total do ponto de iluminação em Watts, incluídos os equipamentos auxiliares, conforme art. 25, 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. 26 que estabelece que 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. 24 menciona que a utilização do sistema de gestão deve cumprir com as disposições do art. 26 bem como demais instruções da ANEEL. Nessa linha, o despacho nº 368/2020 publicado em fevereiro de 2020 apresenta manual de instruções do artigo 26 da Resolução Normativa ANEEL 414, para operacionalizar o faturamento destinado à iluminação pública caso sejam instalados equipamentos automáticos de controle de carga. Neste manual apresentam-se os elementos necessários para apresentação do projeto técnico específico para reconhecimento do sistema, são eles:

- Anotação de responsabilidade Técnica de profissional habilitado;
- Atendimento aos requisitos técnicos mínimos exigidos pelo despacho 368/2020;
- luminárias utilizadas, com os catálogos e/ou manuais dos fabricantes;
- dispositivos de controle de carga utilizados, com os catálogos e/ou manuais dos fabricantes;
- relatórios dos ensaios realizados, se houverem, observado o item 4.6 do despacho 368/2020;

- metodologia de controle de carga e padrão de dimerização adotado, se for o caso;
- software de gestão adotado;
- sistema de comunicação adotado;
- medidas para garantir a segurança da informação;
- atribuições da entidade certificadora ou de auditoria, quando existente;
- cronograma de implantação;
- relatórios existentes e forma de acesso pela distribuidora; e
- demais informações previstas nas normas da distribuidora local.

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 o item 9.3.6 da Seção 8.1 do Módulo 8 do PRODIST, escolhida por amostra aleatória simples;
 - medição utilizada pela distribuidora de acordo com a regulamentação metrológica do INMETRO, devendo possuir corrente nominal compatível;
 - instalação em até 30 (trinta) dias da solicitação, com a informação ao Município com pelo menos 10 (dez) dias de antecedência, para que este possa, caso deseje, acompanhar;
 - período de medição de 15 (quinze) dias até 60 (sessenta) dias consecutivos, podendo ser prorrogado uma única vez por igual período mediante acordo entre as partes;
 - custo da medição fiscalizadora pago pelo Município de acordo com os valores previstos na resolução homologatória tarifária da distribuidora considerando, para cada medição instalada, a soma dos valores cobráveis para as atividades: visita técnica e aferição de medidor;

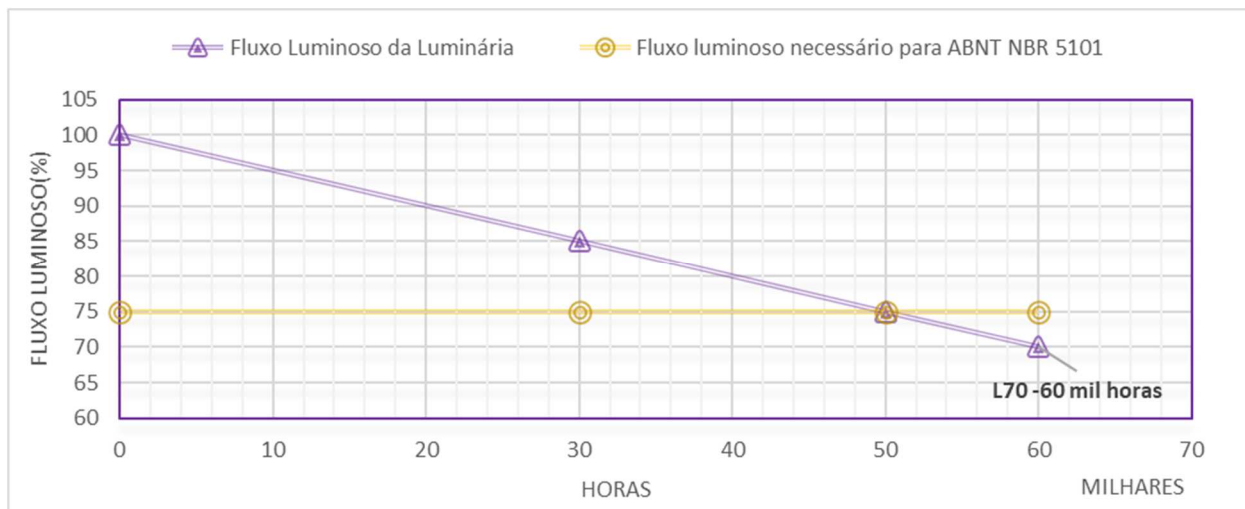
- entrega de relatório pela distribuidora ao Município em até 30 (trinta) dias da finalização do período de medição.
- Ensaios fundamentados em normas internacionais e realizados em laboratórios estrangeiros acreditados, devidamente traduzidos por tradutor juramentado, salvo aceitação da distribuidora pelos documentos originais;
- Comprovação e reconhecimento do sistema de gestão da IP por outra distribuidora, mediante a apresentação de atestado de capacidade técnica ou documento similar;
- Outra metodologia pactuada pela distribuidora e o Município para comprovação e reconhecimento dos dispositivos de controle de carga de IP para estimativa do consumo.

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

11.3.4.1 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 exibe a curva de 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 11 – Curva de decaimento do fluxo luminoso das luminárias em função das horas de uso



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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 29 minutos conforme Resolução Homologatória Nº 2.590, de 13 de agosto de 2019 da ANEEL;
- Troca das luminárias LED no 13º ano da Concessão;

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 fornecedores²².

²² 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.

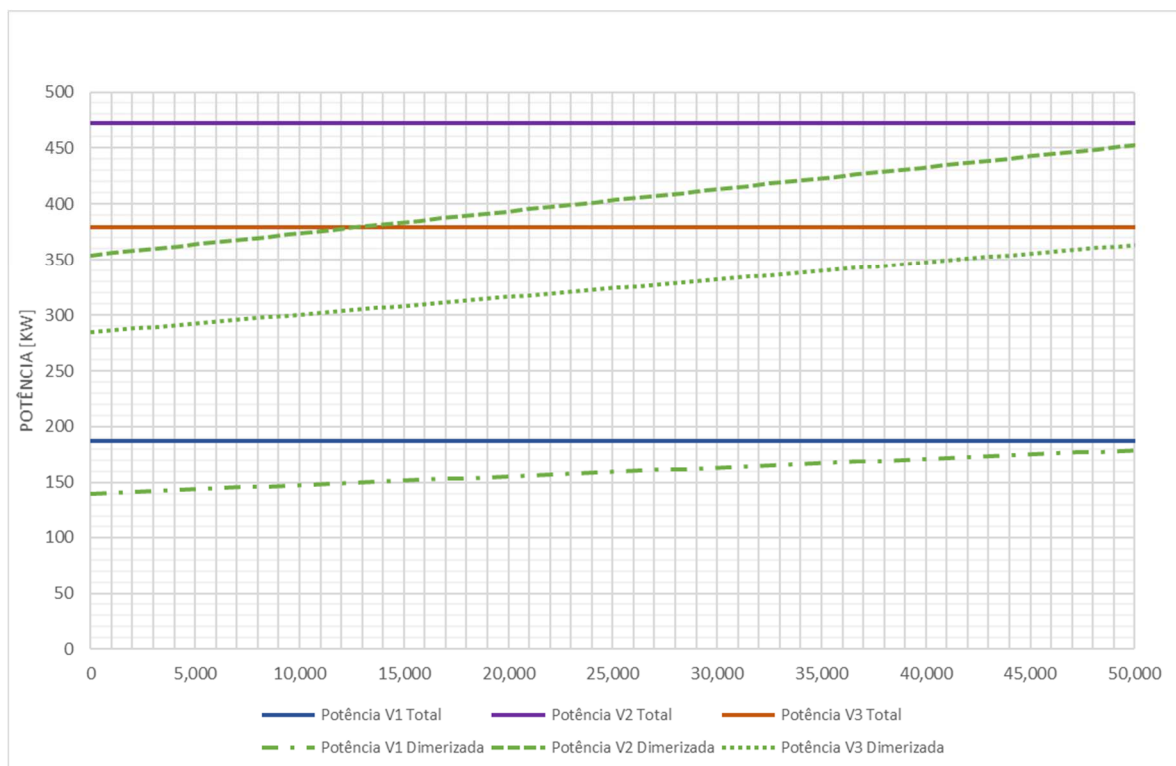
Tabela 32 – Potências típicas em vias com sistema de telegestão

Classe	Potência [W]	Quantidade	Potência Total [W]
V1	180	1.037	186.660
V2	150	3.148	472.200
V3	71,5	5.306	379.379
TOTAL		9.491	1.038.239

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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 figura a seguir exibe a potência dimerizada e a total por classe de iluminação ao longo de 12 anos de operação (50 mil horas de operação).

Figura 12 – Potência nominal e dimerizada para cada classe de iluminação



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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

Tabela 33 – Economia de energia anual obtida pela dimerização por classe

Ano	Economia V1 [kWh]	% V1	Economia V2 [kWh]	% V2	Economia V3 [kWh]	% V3
1	188.760,71	24,13%	477.514,24	24,13%	383.648,62	24,13%
2	175.097,22	22,38%	442.949,26	22,38%	355.878,11	22,38%
3	161.433,73	20,63%	408.384,27	20,63%	328.107,61	20,63%

Ano	Economia V1 [kWh]	% V1	Economia V2 [kWh]	% V2	Economia V3 [kWh]	% V3
4	147.770,24	18,89%	373.819,28	18,89%	300.337,11	18,89%
5	134.106,75	17,14%	339.254,29	17,14%	272.566,61	17,14%
6	120.443,26	15,39%	304.689,30	15,39%	244.796,11	15,39%
7	106.779,76	13,65%	270.124,31	13,65%	217.025,61	13,65%
8	93.116,27	11,90%	235.559,33	11,90%	189.255,11	11,90%
9	79.452,78	10,16%	200.994,34	10,16%	161.484,61	10,16%
10	65.789,29	8,41%	166.429,35	8,41%	133.714,10	8,41%
11	52.125,80	6,66%	131.864,36	6,66%	105.943,60	6,66%
12	38.462,31	4,92%	97.299,37	4,92%	78.173,10	4,92%
Média	113.611,51	14,52%	287.486,81	14,52%	230.910,86	14,52%
Total	1.363.338,12	14,52%	3.448.881,70	14,52%	2.770.930,31	14,52%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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.

11.3.5 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.

12 ILUMINAÇÃO DE DESTAQUE PRELIMINAR

Com a sua rica história, o Município possui uma grande diversidade de bens de interesse que representam seu grandioso passado. Dentre os bens existentes, foram elencados e aprovados pelo Município 17 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.

A iluminação de destaque existente é aquela presente em bens de interesse que não receberão novas proposições de iluminação de destaque, mantendo o conceito atual da iluminação de suas fachadas, porém, sendo prevista a modernização de seus equipamentos de iluminação e/ou inclusão de projetos pontualmente.

Assim como para os pontos da rede de iluminação pública classificados como IV, propõe-se a modernização de todas as luminárias atuais classificadas como IDE para a tecnologia LED.

12.1 Grupo 1 – Sujeitos a revitalização

Neste grupo são apresentados os bens de interesse que possuem iluminação de destaque, porém as mesmas não valorizam os bens de interesse de forma adequada,

sendo necessário intervenção no seu projeto luminotécnico e modernização dos equipamentos existentes.

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 – OCS 127/2020

Tabela 34 – Relação dos Bens de Interesse sujeitos a revitalização

#	Bens de interesse	Tecnologia Existente	Potência Existente	Quantidade Existente	Potência Total Existente	Tecnologia Proposta	Potência Total Proposta	Quantidade Proposta
1	Centro Cultural Miguel Arraes	LED	100	36	3.600	LED	3.906	42
2	Cine Teatro Samuel Campelo	LED	50	5	4.500	LED	2.760	22
		MVM	250	17				
3	Mirante Henrique Dias	LED	200	4	1.775	LED	1.790	22
		LED	150	4				
		LED	50	6				
		LED	15	5				

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

12.2 Grupo 2 – Novos projetos

Neste grupo são apresentados os bens de interesse desprovidos de iluminação de destaque, devendo ser previsto a elaboração de projeto luminotécnico.

Tabela 35 – Relação dos Bens de Interesse com novos projetos

#	Bens de interesse	Tecnologia Existente	Potência Existente	Quantidade Existente	Potência Total Existente	Tecnologia Proposta	Potência Total Proposta	Quantidade Proposta
1	Antiga Sede da Prefeitura	LED	50	5	250	LED	1.174	48
2	Biblioteca Municipal	-	-	-	-	LED	2.004	58
3	Casa da Cultura	LED	50	3	150	LED	1.750	74
4	Edifício Leão Coroado	-	-	-	-	LED	436	31
5	Igreja de Nossa Senhora da Piedade	FL	15	3	45	LED	608	39
6	Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres	LED	660	2	1.370	LED	3.692	111
		FL	25	2				
7	Igreja Matriz de Santo Amaro	LED	220	2	540	LED	2.946	149
		FL	25	4				
8	Igreja Nossa Senhora das Graças	LED	200	2	675	LED	1.233	49
		MVM	250	1				
		LED	15	15				
9	Igreja Nossa Senhora de Lourdes	-	-	-	-	LED	1.029	30
10	Instituto Histórico de Jaboatão	MVM	400	1	400	LED	230	13
11	Mercado das Mangueiras	-	-	-	-	LED	796	17

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Bens de interesse	Tecnologia Existente	Potência Existente	Quantidade Existente	Potência Total Existente	Tecnologia Proposta	Potência Total Proposta	Quantidade Proposta
12	Paróquia Nossa Senhora das Graças	-	-	-	-	LED	2.938	137
13	Prefeitura do Jaboatão Dos Guararapes - Palácio da Batalha	-	-	-	-	LED	693	22
14	Ruínas da Igreja Nossa Senhora do Rosário dos Homens Pretos	MVM	400	5	2.000	LED	1.064	15

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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

13 CRONOGRAMA DO PROJETO

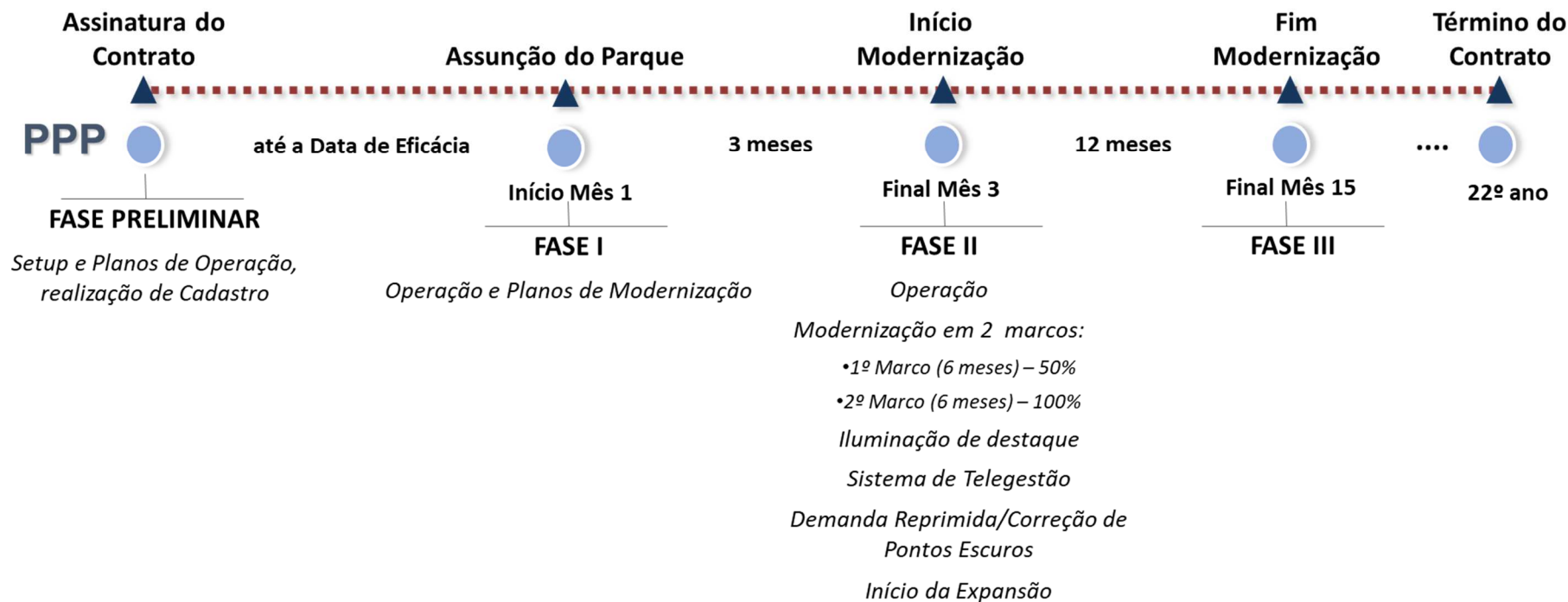
Considerou-se para estruturação de um cenário-base de investimentos para concessão da rede municipal de iluminação pública as seguintes premissas:

- Prazo da concessão de 264 meses (22 anos);
- Período de transição operacional de 3 meses;
- Prazo de modernização de 12 meses de concessão;
- Telegestão aplicada nas vias de V1, V2 e V3;
- Modernização de 100% dos pontos de iluminação pública a partir da tecnologia LED, já sendo contabilizados os pontos com tecnologia LED existentes, atualmente, no Município;
- Modernização e Implantação de novos pontos em áreas especiais: Praças, Cemitérios, Campos de Futebol;
- 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.

A seguir apresentam as figuras que ilustram o cronograma consolidado do projeto de engenharia.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Figura 13 – Cronograma consolidado do projeto de engenharia



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14 PLANO DE INVESTIMENTOS

Os custos e investimentos associados a cada solução de engenharia neste relatório proposta 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-PE (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 para tabelas referenciais de outros municípios/estados corresponderam, por exemplo, ORSE (Sistema de Orçamentos de Obras de Sergipe), EMOP (Tabela de empresas de obras públicas do Estado do Rio de Janeiro), SCO-FGV (Sistema de Custos para Obras e Serviços de Engenharia), SICRO (Sistema de Custos Referenciais de Obras), e SINE (Sistema Nacional de Empregos) 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) conforme os artigos 40 e 42 da Lei nº 155/91, que dispõe sobre o 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 36 – Composição para cálculo de BDI

BDI		
Descrição	Sigla	Não desonerados
Administração Central	AC	5,290%
Seguros e Garantias	S&G	0,250%

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

BDI		
Descrição	Sigla	Não desonerados
Risco	R	1,000%
Despesa Financeira	DF	1,010%
Lucro	L	8,000%
Tributos	T	7,650%
Programa de Integração Social	PIS	0,650%
Contribuição para o financiamento da seguridade social (COFINS)	COFINS	3,000%
Imposto sobre serviços	ISS	4%
Contribuição Previdenciária	E	0,000%

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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 25,85%.

$$BDI = \frac{(1 + ac + SG + risco) \cdot (1 + DF) \cdot (1 + Lucro)}{(1 - T)} - 1 = 25,85\%$$

No que se refere ao Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza - ISSQN, assumiu-se a premissa de trabalhar com a redução de sua base de cálculo em 20%, conforme dispostos nos artigos 40 e 42 da Lei nº 155/91. Adicionalmente, a aplicação da desoneração se limitaria ao valor do BDI do 1º Quartil do acórdão nº 2622/2013 – TCU.

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.

Para os estudos de desapropriações não foram identificadas áreas que careçam dessa intervenção.

14.1 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.

14.1.1 Cadastro técnico da rede municipal de iluminação pública

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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 em 6 meses é apresentado na tabela a seguir.

Tabela 37 – Custo com cadastro técnico georreferenciado de iluminação pública

Descrição	Quantidade	Custo por ponto	Total
Cadastro Técnico	46.742	R\$ 12,31 ²³	R\$ 575.394,02

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.1.2 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:

²³ Consulta de Mercado a partir de orçamento recebido em 27/01/2021.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- Gerenciamento de Resíduos Sólidos;
 - 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 dos estudos relacionados ao objeto da Concessão conforme contrato celebrado entre BNDES e Município;

Adicionalmente, a concessionária da rede municipal de iluminação pública 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 38 – Custos da elaboração de projetos e planos

Item	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
Plano de transição operacional²⁴	1	91964,32	91.964,32

²⁴Composição de valores disponível no Anexo VII.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Item	Quantidade	Valor unitário [R\$]	Custo [R\$]
Plano de modernização e operações²⁵	1	97.267,56	97.267,56
Projetos de modernização e eficiência para rede de iluminação pública²⁶	37.685	6,85	258.142,25
Ressarcimento Estudos	1	1.126.431,35	1.126.431,35
TOTAL			1.573.805,48

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.1.3 Resumo Despesas pré-operacionais

Tabela 39 – Despesas pré-operacionais

Item	Custo [R\$]
Custo com cadastro técnico georreferenciado de iluminação pública	575.394,02
Custos da elaboração de projetos, planos e ressarcimento de estudos	1.573.805,48
Total	2.149.199,50

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.2 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;

²⁵Composição de valores disponível no Anexo VII.

²⁶Composição de valores disponível no Anexo VII.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- Gestão do consumo de energia elétrica;
- Gestão das demandas dos usuários da rede de iluminação pública;
- Gestão das funcionalidades dos pontos beneficiados com a tecnologia de telegestão;
- Gestão de recursos da Concessionária por meio de sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*).

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

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

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- Monitorar o andamento de cada projeto, os custos e os recursos empregados.
- O sistema deve gerar relatórios gerenciais sobre o andamento dos projetos de forma que permita o monitoramento pela Concessionária, pelo Verificador Independente e pelo Poder Concedente.
- Gestão de manutenção e operação:
 - A gestão de manutenção e operação deve ser garantida por meio de sistema que garanta o controle do processo de manutenção e operação da rede de iluminação pública. O sistema deve fazer a integração entre protocolos de manutenção ou operação de obras, e os dados controle da frota e equipes em campo para o monitoramento da execução de cada serviço, bem como a localização da equipe responsável. Deve controlar, distribuir as ordens de serviço para as equipes e realizar a atualização dos dados do cadastro técnico de acordo com as informações enviadas pelas equipes de campo e os respectivos protocolos e OS (ordem de serviço);
 - Por meio de dispositivos móveis com acesso à rede de dados, as equipes de campo devem ter acesso ao sistema, permitindo a visualização do histórico de intervenções do ponto de iluminação pública relacionado na solicitação de serviço. O sistema deve permitir o controle de materiais utilizados por cada equipe. O planejamento das rotas de vistoria das rondas deve ser fornecido pelo SCGO, o qual deve fazer o controle das equipes de vistoria de todos os pontos de iluminação pública, e garantir que a inspeção completa da rede seja feita dentro do prazo estabelecido.
- Gestão do consumo de energia:
 - O SCGO deve realizar o processamento entre todos os dados do controle de monitoramento remoto das luminárias para fins de cálculo do consumo e gastos de energia. O sistema deve possibilitar comparações entre os consumos de energia elétrica estimado, medido (pela telegestão) e faturado;
 - O consumo de energia estimado deve ser baseado nas potências das lâmpadas cadastradas na base de dados georreferenciada,

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- considerando as perdas dos reatores e no tempo de operação previsto na resolução 414 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;

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 – OCS 127/2020

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

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- 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.

Foi realizado uma consulta no pregão presencial do contrato de prestação de serviços número 453/2018 realizado em 2018 pela Prefeitura Municipal de Santa Luzia com os valores corrigidos pelo índice de preços do consumidor amplo para locação de software de gestão operacional e serviço de atendimento ao cidadão. Os custos para implantação aquisição e operacionalização dessas soluções encontram-se apresentados na tabela a seguir.

Tabela 40 – Média dos orçamentos para implantação do SCGO

Fornecedores	Quantidade de pontos	Periodicidade	SCGO [R\$]	Total [R\$]
Licença e serviços mensais	46.742	Mensal	0,46	21.501,32

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.3 Infraestrutura operacional

14.3.1 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 800 m² conforme expertise técnica da equipe de engenharia, considerando área administrativa (400 m²), almoxarifado (cerca de 837,2 m²) e estacionamento e área de manobra (500 m²).

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 – OCS 127/2020

Tabela 41 – Despesa para constituição da SPE

Item	Valor [R\$]
Projetos Administrativos (Almoxarifado + área administrativa)²⁷	73.564,47
Reforma Civil (Área administrativa e Almoxarifado)²⁸	438.578,33
TOTAL	512.142,79

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.3.2 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 42 - Custos de investimento mobiliário da SPE

Item	Qtd.	Reinvest. [Anos]	Valor Unitário [R\$]	Total[1] [R\$]
Aparelho Telefone Fixo Com Fio Intelbras Pleno Br Preto	6	5	45,9	275,4
Ar Condicionado	4	5	1.232,10	4.928,40
Armário 2 portas	6	5	391,88	2.351,28
Armário arquivo	6	5	501,8	3.010,80
Cadeiras fixas	10	5	99,99	999,9
Cadeiras giratórias com apoio para os braços	19	5	219,9	4.178,10
Computador	19	5	1.899,00	36.081,00
Equipamento para videoconferências	1	5	1.289,99	1.289,99
Impressora A3	1	5	3.859,90	3.859,90
Lixeira para Sanitários	4	5	42,9	171,6
Lixeiras	6	5	24,99	149,94
Luxímetro	1	5	22.556,00	22.556,00

²⁷ Referência tabela EMOP de janeiro 2021, código 01.050.0356-0.

²⁸ Obras e reformas necessárias para o local destinado a constituição da SPE para uma área de escritório de 200 m², estabelecendo valor referencial por m² de 50% do Custo Unitário Básico (CUB), referência novembro de 2020, de construção de um galpão industrial conforme consulta no da SIDUSCON-PE (Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Pernambuco).

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Item	Qtd.	Reinvest. [Anos]	Valor Unitário [R\$]	Total[1] [R\$]
Mesa escritório	19	5	349,9	6.648,10
Mesa para reunião	1	5	479,9	479,9
Multifuncional Lexmark Laser - MB2236ADW	1	5	1.727,80	1.727,80
TOTAL				88.708,11

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.3.3 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 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

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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

Os investimentos associados à implantação e manutenção do CCO envolve basicamente o *vídeo wall*, a infraestrutura de operações e *data center*. 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.

Matriz

Escritórios

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Tabela 43 – Orçamentos para implantação do CCO

Item	Período de reinvestimento	Qtd.	Valor Unitário [R\$]	Total ²⁹ [R\$]
MONITOR VIDEOWALL 46" 24/7 BORDA 5.5MM	7 anos	4	5.799,90	23.199,60
SERVIDOR ASUS INTEL CORE I7 3.4GHZ SLIM MEMÓRIA 12GB DDR3 HD 3TB SATA3	5 anos	1	3.165,93	3.165,93
RACK PISO 24U 875MM 19 POLEGADAS	22 anos	1	942,93	942,93
PATCH PAINEL NPP-C62BLK241 CAT 6 SHIELDE KEYSTONE 24 PORTAS	8 anos	1	492,90	492,90
SWITCH 24 PORTAS HPE ARUBA 1820-24G - GERENCIÁVEL - 24 PORTAS GIGABIT + 2 PORTAS SFP - J9980A	8 anos	1	2.589,99	2.589,99
NOBREAK SENOIDAL SNB 2000VA BIVOLT, INTELBRAS + 4 BATERIAS ESTACIONÁRIAS 90AH 12V EM SÉRIE (48V)	5 anos	1	8.857,41	8.857,41
TOTAL				39.248,76

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.3.3.1 CCO Espelho

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

²⁹ Itens orçados por meio de consulta de mercado no mês de março de 2021

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020**Tabela 44 - Custos de investimento CCO Espelho**

Item	Quantidade	Reinvestimento	Valor Total
Computador Operacional	1	5 anos	R\$ 1.899,00 ³⁰

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)³⁰ Item orçado no mês de março de 2021**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 - MSTeresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG

14.4 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.

14.4.1 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. Ressalta-se que o investimento inicial será feito para substituir somente as luminárias de tecnologia convencional, visto que as luminárias LED existentes serão mantidas.

Tabela 45 – Investimentos em soluções técnicas de iluminação viária para a rede municipal de iluminação pública

Classe Viária	LEDs Existentes em IV	Pontos IV convencionais	Custo Total [R\$]	Custo por Ponto [R\$]
V1	440	597	414.676,20	694,60
V2	1.448	1.700	1.063.816,58	577,22
V3	1.626	3.680	2.100.698,00	659,15
V4	3.857	31.096	16.636.456,00	509,46
TOTAL	7.371	37.073	19.942.646,78	528,07

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Cabe ressaltar que os investimentos apresentados na tabela anterior correspondem aos fornecedores selecionados por classe, de acordo com definição do modelo econômico. 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.

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,

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

assume-se as estruturas apresentadas nas tabelas a seguir, diferenciadas por classe de iluminação.

Tabela 46 – Custo de materiais acessórios para modernização de iluminação pública em vias V1, V2 e V3

Tabela de referência	Cód.	Composição	Quantidade	Valor Unitário [R\$]	Total [R\$]
SINAPI-PE 01/2021	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 mm ²	3,67	2,04	7,49
Orçamento 11/2020	Consulta de mercado	Abraçadeira de nylon para identificação de fases - fase A, B ou C- quando IP ligada a rede isolada da distribuidora	2	0,36	0,72
Orçamento 03/2021	Consulta de mercado	Conector de emenda	3	1,38	4,14
Orçamento 06/2020	Consulta de mercado	Adaptador de ângulo	1	37,10	37,10
EMOP 01/2021	11545	Conector em liga de cobre estanhado, tipo c e cunha, integrados, removíveis, tipo iv	3	2,16	6,48
TOTAL					55,93

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Tabela 47 – Custo de materiais acessórios para modernização de iluminação pública em vias V4

Tabela de referência	Código	Composição	Quantidade [um]	Valor Unitário [R\$]	Total [R\$]
SINAPI-PE 01/2021	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 mm ²	3,67	2,04	7,49
Orçamento 11/2020	Consulta de mercado	Abraçadeira de nylon para identificação de fases - fase a - quando IP ligada a rede isolada da empresa distribuidora	2	0,36	0,72
Orçamento 03/2021	Consulta de mercado	Conector de emenda	3	1,38	4,14
EMOP 01/2021	11545	Conector em liga de cobre estanhado, tipo c e cunha, integrados, removíveis, tipo iv	3	2,16	6,48

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Tabela de referência	Código	Composição	Quantidade [um]	Valor Unitário [R\$]	Total [R\$]
		TOTAL			18,83

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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.

14.4.2 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 48 – Custo unitário para aquisição dos braços de iluminação pública

Tabela de referência	Código	Braço de iluminação pública	Custo unitário [R\$]
SINAPI 01/2021	2512	Curto I	24,63
		Curto II	24,63
		Curto III	24,63
		Médio I	24,63
FDE 01/2021	4.97.11	Médio II	185,89
		Longo	185,89

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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.

14.4.3 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 II 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 8.2.4, resultando no conhecimento dos custos estruturais relacionados às CPE. Cabe ressaltar que os custos das referidas estruturas são explicitados na seção 10.2.1.1. A tabela a seguir exibe um resumo dos custos para a correção de pontos escuros.

Tabela 49 – Custos destinados para a correção de pontos escuros

Classe	Quantidade	Custo Total
V1	104	R\$386.766,64
V2	204	R\$967.039,56
V3	140	R\$467.726,00
V4	627	R\$2.620.552,50
TOTAL	1.075	R\$386.766,64

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.5 MODERNIZAÇÃO DE ÁREAS ESPECIAIS

14.5.1 Praças, Parque e Outros Locais

Como apresentado na seção 9.2.1 à proposição de soluções para iluminação em áreas especiais, propõe-se primeiramente a utilização do método de equivalência lumínica. 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 9.2.1. Ressalta-se que a definição do fornecedor é objeto de análise de custo-benefício do relatório econômico-financeiro.

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 – OCS 127/2020

Tabela 50 – Investimentos com luminárias LED em praças – Opções 1 e 2 propostas

#	Local	Opção 1 Proposta					Opção 2 Proposta				
		Fornecedor	Qtd.	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]	Fornecedor	Qtd.	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]
1	Praça Dantas Barreto - Metrô	L4	12	94	906,73	10.880,71	L3	12	90	1.128,15	13.537,80
2	Praça da Rua Eptácio Pessoa - Vila Rica	L6	3	200	1.403,58	4.210,74	L4	3	187	1.467,28	4.401,85
3	Praça da Rua Clóvis Beviláqua - Vista Alegre	L6	4	200	1.403,58	5.614,32	L4	4	187	1.467,28	5.869,13
4	Praça Dr. Diniz Passos - Pe. Roma	L6	3	200	1.403,58	4.210,74	L4	3	187	1.467,28	4.401,85
5	Praça da Rua Dr. José Rodrigues Neves - Pe. Roma	L6	2	200	1.403,58	2.807,16	L4	2	187	1.467,28	2.934,56
6	Praça do Acesso da Multifabril - Santo Aleixo	L6	6	200	1.403,58	8.421,48	L4	6	187	1.467,28	8.803,69
7	Praça no Alto São Benedito - Santo Aleixo	L6	2	200	1.403,58	2.807,16	L4	2	187	1.467,28	2.934,56
8	Praça da Rua Boa Esperança - Vila Rica	L6	3	200	1.403,58	4.210,74	L4	3	187	1.467,28	4.401,85
9	Praça do Oratório Dom Bosco - Pe. Roma	L6	2	200	1.403,58	2.807,16	L4	2	187	1.467,28	2.934,56
10	Praça da Rua Nobre de Lacerda (Rebelde) - Centro	L8	9	70	492,63	4.433,69	L6	9	72	558,04	5.022,36
11	Praça da Rua Gravatá - Malvinas	L6	2	200	1.403,58	2.807,16	L4	2	187	1.467,28	2.934,56
12	Praça Padre Chromacio Leão - Santo Amaro	L6	6	200	1.403,58	8.421,48	L4	6	187	1.467,28	8.803,69
13	Praça Frei Caneca - Padre Roma	L6	6	200	1.403,58	8.421,48	L4	6	187	1.467,28	8.803,69
14	Praça do Rosário - Centro	L8	50	70	492,63	24.631,60	L6	50	72	558,04	27.902,00
15	Praça Floriano Peixoto - Em frete ao quartel de Socorro	L8	24	70	492,63	11.823,17	L6	24	72	558,04	13.392,96
16	Praça Edileuza Maria - Cavaleiro	L6	1	200	1.403,58	1.403,58	L4	1	187	1.467,28	1.467,28
		L6	1	50	532,60	532,60	L3	1	50	945,30	945,30
17	Praça Maria Lima - Baixa da Colina	L6	6	200	1.403,58	8.421,48	L4	6	187	1.467,28	8.803,69

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Opção 1 Proposta					Opção 2 Proposta				
		Fornecedor	Qtd.	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]	Fornecedor	Qtd.	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]
18	Praça Murilo Braga - Cavaleiro Centro	L6	18	200	1.403,58	25.264,44	L4	18	187	1.467,28	26.411,07
19	Praça do Metro - Cavaleiro	L6	10	200	1.403,58	14.035,80	L4	10	187	1.467,28	14.672,82
20	Praça Alto do Céu (Pirulito) - Colina	L6	4	200	1.403,58	5.614,32	L4	4	187	1.467,28	5.869,13
21	Praça da UR 6	L6	4	200	1.403,58	5.614,32	L4	4	187	1.467,28	5.869,13
22	Praça da UR 11	L6	18	200	1.403,58	25.264,44	L4	18	187	1.467,28	26.411,07
23	Praça de Dois Carneiros	L8	29	70	492,63	14.286,33	L6	29	72	558,04	16.183,16
24	Praça da Nª Sª da Conceição - Curado 1	L6	7	200	1.403,58	9.825,06	L4	7	187	1.467,28	10.270,97
		L8	4	150	608,61	2.434,43	L3	4	150	1.840,00	7.360,00
25	Praça do Terminal - Curado 1	L8	6	70	492,63	2.955,79	L6	6	72	558,04	3.348,24
26	Praça do Terminal - Curado 4	L6	8	200	1.403,58	11.228,64	L4	8	187	1.467,28	11.738,25
27	Praça do Curado 2	L8	6	200	925,68	5.554,08	L6	6	200	1.403,58	8.421,48
28	Estacionamento da Praça do Rosário	L6	40	200	1.403,58	56.143,20	L4	40	187	1.467,28	58.691,27
29	Praça Rita Coelho	L6	18	200	1.403,58	25.264,44	L4	18	187	1.467,28	26.411,07
30	Praça Verde Conjunto Muribeca	L6	4	200	1.403,58	5.614,32	L4	4	187	1.467,28	5.869,13
		L6	1	50	532,60	532,60	L3	1	50	945,30	945,30
31	Praça da Igreja Matriz do Rosário (Muribeca dos Guararapes)	L8	8	70	492,63	3.941,06	L6	8	72	558,04	4.464,32
32	Trevo de Acesso a Muribeca Rua	L6	6	200	1.403,58	8.421,48	L4	6	187	1.467,28	8.803,69
33	Praça do Portal de Prazeres	L6	4	200	1.403,58	5.614,32	L4	4	187	1.467,28	5.869,13
34	Praça do terminal de Marcos Freire	L2	24	40	618,70	14.848,80	L6	24	40	513,73	12.329,48
35	Praça da Quadra de Marcos Freire	L8	6	70	492,63	2.955,79	L6	6	72	558,04	3.348,24
36	Praça de Jardim Muribeca	L6	12	200	1.403,58	16.842,96	L4	12	187	1.467,28	17.607,38

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Opção 1 Proposta					Opção 2 Proposta				
		Fornecedor	Qtd.	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]	Fornecedor	Qtd.	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]
37	Praça sob o Viaduto Geraldo Melo - PECOM	L2	141	40	618,70	87.236,70	L6	141	40	513,73	72.435,67
		L4	17	94	906,73	15.414,33	L3	17	90	1.128,15	19.178,55
		L4	47	220	1.759,83	82.712,11	L3	47	230	2.486,63	116.871,43
38	Praça da Curva da Galha - Cajueiro Seco	L8	7	150	608,61	4.260,26	L3	7	150	1.840,00	12.880,00
		L8	1	200	925,68	925,68	L6	1	200	1.403,58	1.403,58
39	Praça Nossa Senhora do Carmo - Cajueiro Seco	L8	12	70	492,63	5.911,58	L6	12	72	558,04	6.696,48
40	Praça do Terminal de Cajueiro Seco	L6	14	200	1.403,58	19.650,12	L4	14	187	1.467,28	20.541,95
41	Praça Pedro do Rio	L4	9	94	906,73	8.160,53	L3	9	90	1.128,15	10.153,35
42	Praça do Terminal Brigadeiro Ivo Borges	L6	32	200	1.403,58	44.914,56	L4	32	187	1.467,28	46.953,02
43	Praça Maria Rita Barradas - Barra de Jangada	L6	16	200	1.403,58	22.457,28	L4	16	187	1.467,28	23.476,51
44	Praça N ^a S ^a do Perpetuo Socorro - Jd Piedade	L8	6	70	492,63	2.955,79	L6	6	72	558,04	3.348,24
45	Praça Dona Raimunda - Barra de Jangada	L6	16	200	1.403,58	22.457,28	L4	16	187	1.467,28	23.476,51
46	Praça da Academia da Cidade - Barra de Jangada	L6	16	200	1.403,58	22.457,28	L4	16	187	1.467,28	23.476,51
47	Praça Leão do Norte - Barra de Jangada	L8	18	70	492,63	8.867,38	L6	18	72	558,04	10.044,72
48	Trevo de Acesso a Av. Guararapes	L8	4	150	608,61	2.434,43	L3	4	150	1.840,00	7.360,00
49	Praça Córrego do Balaio - Guararapes	L6	4	200	1.403,58	5.614,32	L4	4	187	1.467,28	5.869,13
50	Praça Córrego da Batalha	L6	4	200	1.403,58	5.614,32	L4	4	187	1.467,28	5.869,13
51	Praça no trecho final da via no Córrego da Batalha	L6	6	200	1.403,58	8.421,48	L4	6	187	1.467,28	8.803,69
52	Praça/Canteiro da Rua São Bento	L2	28	40	618,70	17.323,60	L6	28	40	513,73	14.384,39
53	Trevo no Final a Av. Guararapes	L8	4	150	608,61	2.434,43	L3	4	150	1.840,00	7.360,00

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Opção 1 Proposta					Opção 2 Proposta				
		Fornecedor	Qtd.	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]	Fornecedor	Qtd.	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]
54	Praça da Feira do Jardim Jordão	L6	12	200	1.403,58	16.842,96	L4	12	187	1.467,28	17.607,38
55	Praça do Núcleo da Policia	L2	4	40	618,70	2.474,80	L6	4	40	513,73	2.054,91
56	Praça Bela Vista	L8	12	70	492,63	5.911,58	L6	12	72	558,04	6.696,48
57	Praça Noel Rosa	L4	2	94	906,73	1.813,45	L3	2	90	1.128,15	2.256,30
58	Praça Adus Cabus	L8	29	150	608,61	17.649,63	L3	29	150	1.840,00	53.360,00
		L4	17	94	906,73	15.414,33	L3	17	90	1.128,15	19.178,55
59	Praça do Binário (em frente ao mercado da mangueira)	L8	5	150	608,61	3.043,04	L3	5	150	1.840,00	9.200,00
60	Praça da Rua Vinte e Dois	L4	5	94	906,73	4.533,63	L3	5	90	1.128,15	5.640,75
61	Parque Jeferson de Freitas	L2	34	40	618,70	21.035,80	L6	34	40	513,73	17.466,76
		L8	35	70	492,63	17.242,12	L6	35	72	558,04	19.531,40
		L4	20	220	1.759,83	35.196,64	L3	20	230	2.486,63	49.732,52
62	Parque da Cidade	L4	45	94	906,73	40.802,65	L3	45	90	1.128,15	50.766,75
		L4	27	220	1.759,83	47.515,47	L3	27	230	2.486,63	67.138,91
		L4	132	220	1.759,83	232.297,84	L3	132	230	2.486,63	328.234,65
63	Escadaria Rua Tupi	L8	7	70	492,63	3.448,42	L6	7	72	558,04	3.906,28
64	Escadaria Rua Mossoró	L8	6	70	492,63	2.955,79	L6	6	72	558,04	3.348,24
65	Escadaria Rua Maurício de Nassau	L8	9	70	492,63	4.433,69	L6	9	72	558,04	5.022,36
66	Escadaria Rua Macau	L8	5	70	492,63	2.463,16	L6	5	72	558,04	2.790,20
67	Escadaria Rua Maria Auxiliadora	L8	5	70	492,63	2.463,16	L6	5	72	558,04	2.790,20
68	Escadaria Rua Vila Rica	L8	9	70	492,63	4.433,69	L6	9	72	558,04	5.022,36
69	Escadaria Rua Candeias	L2	2	40	618,70	1.237,40	L6	2	40	513,73	1.027,46
70	Escadaria Rua Cascata de Cima	L8	2	70	492,63	985,26	L6	2	72	558,04	1.116,08
71	Escadaria da Rua da Vitória	L2	6	40	618,70	3.712,20	L6	6	40	513,73	3.082,37

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Opção 1 Proposta					Opção 2 Proposta				
		Fornecedor	Qtd.	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]	Fornecedor	Qtd.	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]
72	Escadaria do Cuzcuz	L2	3	40	618,70	1.856,10	L6	3	40	513,73	1.541,18
73	Escadaria Bola de Ouro	L8	4	70	492,63	1.970,53	L6	4	72	558,04	2.232,16
74	Galpão Emlume	L4	5	220	1.759,83	8.799,16	L3	5	230	2.486,63	12.433,13
		L8	1	70	492,63	492,63	L6	1	72	558,04	558,04
		L6	9	700	4.887,61	43.988,49	L4	9	600	6.676,21	60.085,89
		L4	2	94	906,73	1.813,45	L3	2	90	1.128,15	2.256,30
		L8	2	150	608,61	1.217,22	L3	2	150	1.840,00	3.680,00
		L8	1	70	492,63	492,63	L6	1	72	558,04	558,04
75	Postes Circulares Av. Beira Mar	L6	32	700	4.887,61	156.403,52	L4	32	600	6.676,21	213.638,72
76	Orla de Piedade - Atrás do Dorisol	L6	14	500	4.257,09	59.599,26	L4	14	490	3.907,80	54.709,20
77	AV. Beira Mar (Esquina SESC)	L6	1	500	4.257,09	4.257,09	L4	1	490	3.907,80	3.907,80
78	Av. Beira Mar (Próximo ao SESC)	L6	3	700	4.887,61	14.662,83	L4	3	600	6.676,21	20.028,63
79	Rua do Loreto (Esquina Av. Beira Mar)	L6	2	700	4.887,61	9.775,22	L4	2	600	6.676,21	13.352,42
80	AV. Beira Mar (Refletor em Frente a Clock)	L6	1	500	4.257,09	4.257,09	L4	1	490	3.907,80	3.907,80
81	Orla da Praia	L4	31	220	1.759,83	54.554,80	L3	31	230	2.486,63	77.085,41
		L6	4	700	4.887,61	19.550,44	L4	4	600	6.676,21	26.704,84
82	Orla de Barra de Jangada	L6	5	700	4.887,61	24.438,05	L4	5	600	6.676,21	33.381,05
	Orla de Barra de Jangada	L2	9	40	618,70	5.568,30	L6	9	40	513,73	4.623,55

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Tabela 51 – Investimentos com luminárias LED em praças – Opção 3 proposta

#	Local	Opção 3 Proposta				
		Fornecedor	Quantidade	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]
1	Praça Dantas Barreto - Metrô	L7	12	87,9	662,00	7.944,00
2	Praça da Rua Eptácio Pessoa - Vila Rica	L7	3	175,4	931,92	2.795,76
3	Praça da Rua Clóvis Beviláqua - Vista Alegre	L7	4	175,4	931,92	3.727,68
4	Praça Dr. Diniz Passos - Pe. Roma	L7	3	175,4	931,92	2.795,76
5	Praça da Rua Dr. José Rodrigues Neves - Pe. Roma	L7	2	175,4	931,92	1.863,84
6	Praça do Acesso da Multifábrica - Santo Aleixo	L6	6	200	1.403,58	8.421,48
7	Praça no Alto São Benedito - Santo Aleixo	L7	2	175,4	931,92	1.863,84
8	Praça da Rua Boa Esperança - Vila Rica	L7	3	175,4	931,92	2.795,76
9	Praça do Oratório Dom Bosco - Pe. Roma	L7	2	175,4	931,92	1.863,84
10	Praça da Rua Nobre de Lacerda (Rebelde) - Centro	L7	9	71,5	627,00	5.643,00
11	Praça da Rua Gravatá - Malvinas	L7	2	175,4	931,92	1.863,84
12	Praça Padre Chromacio Leão - Santo Amaro	L7	6	175,4	931,92	5.591,52
13	Praça Frei Caneca - Padre Roma	L7	6	175,4	931,92	5.591,52
14	Praça do Rosário - Centro	L7	50	71,5	627,00	31.350,00
15	Praça Floriano Peixoto - Em frete ao quartel de Socorro	L7	24	71,5	627,00	15.048,00
16	Praça Edileuza Maria - Cavaleiro	L7	1	175,4	931,92	931,92
		L8	1	50	500,08	500,08
17	Praça Maria Lima - Baixa da Colina	L7	6	175,4	931,92	5.591,52
18	Praça Murilo Braga - Cavaleiro Centro	L7	18	175,4	931,92	16.774,56
19	Praça do Metro - Cavaleiro	L7	10	175,4	931,92	9.319,20
20	Praça Alto do Céu (Pirulito) - Colina	L7	4	175,4	931,92	3.727,68

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Opção 3 Proposta				
		Fornecedor	Quantidade	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]
21	Praça da UR 6	L7	4	175,4	931,92	3.727,68
22	Praça da UR 11	L7	18	175,4	931,92	16.774,56
23	Praça de Dois Carneiros	L7	29	71,5	627,00	18.183,00
24	Praça da Nª Sª da Conceição - Curado 1	L7	7	175,4	931,92	6.523,44
		L6	4	150	999,09	3.996,36
25	Praça do Terminal - Curado 1	L7	6	71,5	627,00	3.762,00
26	Praça do Terminal - Curado 4	L7	8	175,4	931,92	7.455,36
27	Praça do Curado 2	L4	6	200	1.246,08	7.476,50
28	Estacionamento da Praça do Rosário	L7	40	175,4	931,92	37.276,80
29	Praça Rita Coelho	L7	18	175,4	931,92	16.774,56
30	Praça Verde Conjunto Muribeca	L7	4	175,4	931,92	3.727,68
		L8	1	50	500,08	500,08
31	Praça da Igreja Matriz do Rosário (Muribeca dos Guararapes)	L7	8	71,5	627,00	5.016,00
32	Trevo de Acesso a Muribeca Rua	L7	6	175,4	931,92	5.591,52
33	Praça do Portal de Prazeres	L7	4	175,4	931,92	3.727,68
34	Praça do terminal de Marcos Freire	L3	24	40	929,20	22.300,80
35	Praça da Quadra de Marcos Freire	L7	6	71,5	627,00	3.762,00
36	Praça de Jardim Muribeca	L7	12	175,4	931,92	11.183,04
37	Praça sob o Viaduto Geraldo Melo - PECOM	L3	141	40	929,20	131.017,20
		L7	17	87,9	662,00	11.254,00
		L6	47	233	3.364,71	158.141,37
38	Praça da Curva da Galha - Cajueiro Seco	L6	7	150	999,09	6.993,63
		L4	1	200	1.246,08	1.246,08
39	Praça Nossa Senhora do Carmo - Cajueiro Seco	L7	12	71,5	627,00	7.524,00
40	Praça do Terminal de Cajueiro Seco	L7	14	175,4	931,92	13.046,88

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Opção 3 Proposta				
		Fornecedor	Quantidade	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]
41	Praça Pedro do Rio	L7	9	87,9	662,00	5.958,00
42	Praça do Terminal Brigadeiro Ivo Borges	L7	32	175,4	931,92	29.821,44
43	Praça Maria Rita Barradas - Barra de Jangada	L7	16	175,4	931,92	14.910,72
44	Praça Nª Sª do Perpetuo Socorro - Jd Piedade	L7	6	71,5	627,00	3.762,00
45	Praça Dona Raimunda - Barra de Jangada	L7	16	175,4	931,92	14.910,72
46	Praça da Academia da Cidade - Barra de Jangada	L7	16	175,4	931,92	14.910,72
47	Praça Leão do Norte - Barra de Jangada	L7	18	71,5	627,00	11.286,00
48	Trevo de Acesso a Av. Guararapes	L6	4	150	999,09	3.996,36
49	Praça Córrego do Balaio - Guararapes	L7	4	175,4	931,92	3.727,68
50	Praça Córrego da Batalha	L7	4	175,4	931,92	3.727,68
51	Praça no trecho final da via no Córrego da Batalha	L7	6	175,4	931,92	5.591,52
52	Praça/Canteiro da Rua São Bento	L3	28	40	929,20	26.017,60
53	Trevo no Final a Av. Guararapes	L6	4	150	999,09	3.996,36
54	Praça da Feira do Jardim Jordão	L7	12	175,4	931,92	11.183,04
55	Praça do Núcleo da Polícia	L3	4	40	929,20	3.716,80
56	Praça Bela Vista	L7	12	71,5	627,00	7.524,00
57	Praça Noel Rosa	L7	2	87,9	662,00	1.324,00
58	Praça Adus Cabus	L6	29	150	999,09	28.973,61
		L7	17	87,9	662,00	11.254,00
59	Praça do Binário (em frente ao mercado da mangueira)	L6	5	150	999,09	4.995,45
60	Praça da Rua Vinte e Dois	L7	5	87,9	662,00	3.310,00
61	Parque Jeferson de Freitas	L3	34	40	929,20	31.592,80
		L7	35	71,5	627,00	21.945,00
		L6	20	233	3.364,71	67.294,20
62	Parque da Cidade	L7	45	87,9	662,00	29.790,00

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Opção 3 Proposta				
		Fornecedor	Quantidade	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]
		L6	27	233	3.364,71	90.847,17
		L6	132	233	3.364,71	444.141,72
63	Escadaria Rua Tupi	L7	7	71,5	627,00	4.389,00
64	Escadaria Rua Mossoró	L7	6	71,5	627,00	3.762,00
65	Escadaria Rua Maurício de Nassau	L7	9	71,5	627,00	5.643,00
66	Escadaria Rua Macau	L7	5	71,5	627,00	3.135,00
67	Escadaria Rua Maria Auxiliadora	L7	5	71,5	627,00	3.135,00
68	Escadaria Rua Vila Rica	L7	9	71,5	627,00	5.643,00
69	Escadaria Rua Candeias	L3	2	40	929,20	1.858,40
70	Escadaria Rua Cascata de Cima	L7	2	71,5	627,00	1.254,00
71	Escadaria da Rua da Vitória	L3	6	40	929,20	5.575,20
72	Escadaria do Cuzcuz	L3	3	40	929,20	2.787,60
73	Escadaria Bola de Ouro	L7	4	71,5	627,00	2.508,00
74	Galpão Emlume	L6	5	233	3.364,71	16.823,55
		L7	1	71,5	627,00	627,00
		-	-	-	-	-
		L7	2	87,9	662,00	1.324,00
		L6	2	150	999,09	1.998,18
		L7	1	71,5	627,00	627,00
75	Postes Circulares Av. Beira Mar	-	-	-	-	-
76	Orla de Piedade - Atrás do Dorisol	-	-	-	-	-
77	AV. Beira Mar (Esquina SESC)	-	-	-	-	-
78	Av. Beira Mar (Próximo ao SESC)		3	-	-	-
79	Rua do Loreto (Esquina Av. Beira Mar)		2	-	-	-
80	AV. Beira Mar (Refletor em Frente a Clock)	-	-	-	-	-

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Local	Opção 3 Proposta				
		Fornecedor	Quantidade	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]
81	Orla da Praia	L6	31	233	3.364,71	104.306,01
		-	4	-	-	-
82	Orla de Barra de Jangada	-	5	-	-	-
		L3	9	40	929,20	8.362,80

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Importante mencionar, que devido ao não recebimento de orçamentos de luminárias com potências elevadas, adotou-se, em alguns casos somente dois fornecedores, como visto na tabela anterior indicado por “-”.

Ressalta-se que investimentos relacionados as 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 conforme a tabela a seguir.

Tabela 52 – Investimentos em estruturas para praças

#	Praça	Estrutura de ampliação	Quantidade	Custo [R\$]
1	Praça Edileuza Maria - Cavaleiro	9	1	5.748,20
2	Praça Verde Conjunto Muribeca	9	1	5.748,20
TOTAL		-	2	11.496,40

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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 10.2.1.1.

14.5.2 Campos de Futebol e Quadras

Na seção 9.2.2 foram apresentadas as soluções existentes nos campos e quadras elencados pelo Município, assim como as proposições para modernização dos referidos campos.

A seguir são apresentados os custos referentes à adequação de cada campo e/ou quadra conforme proposições já descritas.

Os custos com estruturas estão alinhados a aqueles apresentados na seção 10.2.1.1.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Tabela 53 – Propostas de modernização para campos e quadras públicas

#	Campos e quadras	Custo unitário projetores [R\$]	Custo total projetores [R\$]	Custo unitário estruturas de postes [R\$]	Custo total estruturas de postes [R\$]	Custo unitário estruturas de suportes [R\$]	Custo total estruturas de suportes [R\$]	Custo Total [R\$]
1	Campão do Curado 1 - Curado 1	6.164,25	49.314,00	-	-	-	-	49.314,00
2	Campo Alto do José Julio - Lote 92	4.887,61	39.100,88	-	-	-	-	39.100,88
3	Campo Alto do Reservatório - Sucupira	4.257,09	25.542,54	-	-	-	-	25.542,54
4	Campo Beira Rio	4.887,61	39.100,88	4.881,49	19.525,96	382,28	1.529,12	60.155,96
5	Campo da Caixa D'água	4.257,09	34.056,72	4.183,10	8.366,20	382,28	764,56	43.187,48
6	Campo da Curva do Caranguejo	2.086,01	4.172,02	-	-	-	-	4.172,02
7	Campo da Estação Engenho Velho - Engenho Velho	4.887,61	39.100,88	-	-	-	-	39.100,88
8	Campo da Fossa - Curado 2	4.257,09	34.056,72	4.183,10	8.366,20	382,28	764,56	43.187,48
9	Campo da FUNASE - Vista Alegre	4.887,61	58.651,32	-	-	-	-	58.651,32
10	Campo da Liberdade	4.887,61	58.651,32	-	-	-	-	58.651,32
11	Campo da Macaxeira	4.257,09	17.028,36	-	-	-	-	17.028,36
12	Campo da Maré Mansa - Sucupira	4.887,61	39.100,88	-	-	-	-	39.100,88
13	Campo da Rua 19 - Curado 4	4.257,09	34.056,72	-	-	-	-	34.056,72
14	Campo do São Bento - Jardim Jordão	2.086,01	8.344,04	-	-	-	-	8.344,04
15	Campo do Teixeira - Curado 1	6.164,25	49.314,00	-	-	-	-	49.314,00

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Campos e quadras	Custo unitário projetores [R\$]	Custo total projetores [R\$]	Custo unitário estruturas de postes [R\$]	Custo total estruturas de postes [R\$]	Custo unitário estruturas de suportes [R\$]	Custo total estruturas de suportes [R\$]	Custo Total [R\$]
16	campo da UEFA	6.164,25	73.971,00	-	-	-	-	73.971,00
17	Campo da Vila	4.257,09	25.542,54	-	-	-	-	25.542,54
18	Campo da Xuxa - Curado 4	4.887,61	29.325,66	-	-	-	-	29.325,66
19	Campo das Carolinas	4.257,09	17.028,36	-	-	-	-	17.028,36
20	Campo das Ruínas	4.887,61	39.100,88	-	-	-	-	39.100,88
21	Campo de Areia - Marcos Freire	4.257,09	17.028,36	-	-	382,28	382,28	17.410,64
22	Campo de Beach Soccer - Barra de Jangada	4.887,61	117.302,64	-	-	-	-	117.302,64
23	Campo de Bulhões	4.887,61	39.100,88	4.183,10	16.732,40	382,28	1.529,12	57.362,40
24	Campo Messias Meu Povo	4.257,09	34.056,72	3.988,11	11.964,33	382,28	1.146,84	47.167,89
25	Campo de Floriano - Engenho Velho	6.164,25	73.971,00	-	-	-	-	73.971,00
26	Campo de Futebol Cristal	6.164,25	36.985,50	-	-	-	-	36.985,50
		6.164,25	36.985,50	-	-	-	-	36.985,50
27	Campo de Futebol da Prefeitura	6.164,25	49.314,00	-	-	-	-	49.314,00
28	Campo de Futebol do Arieiro	4.887,61	39.100,88	-	-	-	-	39.100,88
29	Campo de Futebol do Buracão	4.887,61	39.100,88	-	-	-	-	39.100,88
30	Campo de Futebol do Centro	4.887,61	29.325,66	-	-	-	-	29.325,66
31	Campo de Futebol do Giz	4.887,61	58.651,32	-	-	-	-	58.651,32

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Campos e quadras	Custo unitário projetores [R\$]	Custo total projetores [R\$]	Custo unitário estruturas de postes [R\$]	Custo total estruturas de postes [R\$]	Custo unitário estruturas de suportes [R\$]	Custo total estruturas de suportes [R\$]	Custo Total [R\$]
32	Campo de Futebol do Jordão - Piratininga	4.257,09	34.056,72	-	-	-	-	34.056,72
33	Campo de Futebol do Lote Edmar de Oliveira	2.086,01	16.688,08	-	-	382,28	764,56	17.452,64
34	Campo de Futebol dos Guararapes	4.887,61	39.100,88	-	-	-	-	39.100,88
35	Campo de Futebol Locomoção	4.887,61	58.651,32	-	-	-	-	58.651,32
36	Campo de Futebol São Joaquim	6.164,25	49.314,00	-	-	-	-	49.314,00
37	Campo de Futebol Sítio das Queimadas	2.086,01	16.688,08	-	-	-	-	16.688,08
38	Campo do Sítio das Queimadas	2.086,01	16.688,08	-	-	-	-	16.688,08
39	Campo de Portal dos Prazeres	4.887,61	58.651,32	4.183,10	25.098,60	382,28	2.293,68	86.043,60
40	Campo do Barcelona	6.164,25	36.985,50	-	-	-	-	36.985,50
41	Campo do CQC (Integração da Muribeca)	4.887,61	29.325,66	-	-	-	-	29.325,66
42	Campo do Curado 3	4.887,61	39.100,88	-	-	-	-	39.100,88
43	Campo do Curado 4 (Praça) - Curado 4	2.086,01	16.688,08	-	-	-	-	16.688,08
44	Campo do Curado 5 - Curado 5	4.257,09	17.028,36	4.183,10	4.183,10	-	-	21.211,46
45	Campo do Dez de Novembro - Córrego da Gameleira	4.887,61	29.325,66	-	-	-	-	29.325,66
46	Campo do Engenho Santana	4.257,09	34.056,72	-	-	-	-	34.056,72

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Campos e quadras	Custo unitário projetores [R\$]	Custo total projetores [R\$]	Custo unitário estruturas de postes [R\$]	Custo total estruturas de postes [R\$]	Custo unitário estruturas de suportes [R\$]	Custo total estruturas de suportes [R\$]	Custo Total [R\$]
47	Campo do Espinho	6.164,25	36.985,50	-	-	-	-	36.985,50
48	Campo do Flamengo	6.164,25	36.985,50	-	-	-	-	36.985,50
49	Campo do Lote 23 - Lote 23	6.164,25	24.657,00	-	-	-	-	24.657,00
50	Campo do MEC - Dois Carneiros	6.164,25	73.971,00	-	-	-	-	73.971,00
51	Campo do Pacheco - Pacheco	6.164,25	73.971,00	3.988,11	3.988,11	517,34	517,34	78.476,45
52	Campo do Penharol	6.164,25	49.314,00	4.183,10	16.732,40	382,28	1.529,12	67.575,52
53	Campo do Poeirão - Vila Rica	4.257,09	34.056,72	-	-	-	-	34.056,72
54	Campo do Retorno Da BR 232 - Curado 2	4.257,09	34.056,72	4.881,49	9.762,98	382,28	764,56	44.584,26
55	Campo do Monte dos Guararapes (Festa da Pitomba)	4.887,61	39.100,88	3.988,11	15.952,44	382,28	1.529,12	56.582,44
56	Campo do Terminal do Curado 4	4.257,09	34.056,72	-	-	-	-	34.056,72
57	Campo dos Moradores ou da 17	6.164,25	49.314,00	4.881,49	19.525,96	382,28	1.529,12	70.369,08
58	Campo Jardim Muribeca - Muribeca	6.164,25	73.971,00	-	-	-	-	73.971,00
59	Campo Lote 56	4.257,09	34.056,72	-	-	-	-	34.056,72
60	Campo Vila dos Palmares - Muribeca	6.164,25	73.971,00	-	-	-	-	73.971,00
61	Monte dos Guararapes (Campo de Futebol do Alto do Cemitério)	4.257,09	34.056,72	-	-	-	-	34.056,72

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

#	Campos e quadras	Custo unitário projetores [R\$]	Custo total projetores [R\$]	Custo unitário estruturas de postes [R\$]	Custo total estruturas de postes [R\$]	Custo unitário estruturas de suportes [R\$]	Custo total estruturas de suportes [R\$]	Custo Total [R\$]
62	Praça do Curado 5	2.086,01	8.344,04	-	-	-	-	8.344,04
63	Quadra da Praça Academia da Cidade	4.257,09	17.028,36	-	-	-	-	17.028,36
64	quadra da UR 11 - UR 11	4.257,09	17.028,36	-	-	-	-	17.028,36
65	Quadra de Dom Helder	4.257,09	17.028,36	-	-	-	-	17.028,36
66	Quadra de Futvolei - Campo Centro	2.086,01	8.344,04	-	-	-	-	8.344,04
67	Quadra do Curado I	4.257,09	17.028,36	517,34	1.034,68	-	-	18.063,04
68	Quadra Leão do Norte - Barra de Jangada	4.257,09	17.028,36	-	-	-	-	17.028,36
69	Quadra Marcos Freire	2.086,01	29.204,14	-	-	-	-	29.204,14
70	Quadra Municipal - Jaboatão Centro	2.086,01	25.032,12	-	-	-	-	25.032,12
TOTAL								2.812.700,36

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Conforme apresentado na seção 9.2.2, foram elencados 71 campos e quadras destinados a receberem iluminação e/ou terem a iluminação existente modernizada, demonstrando a preocupação do Município com a prática de esportes e atividades físicas.

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 54 – Investimento com iluminação em campos e quadras

Tipo	Custo
Campos	R\$ 2.663.943,58
Quadras	R\$ 148.756,78
TOTAL	R\$ 2.812.700,36

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.5.3 Cemitérios

Conforme já descrito na seção 9.1, nos cemitérios que possuem iluminação pública, utilizou-se o método da equivalência lumínica para o dimensionamento das luminárias LED a serem instaladas na modernização. Utilizando a iluminação pública existente como referência, foi realizada a proporção da iluminação a ser adotada nos cemitérios com deficiência de iluminação. Apresenta-se na tabela a seguir os valores das soluções técnicas indicadas na seção 9.2.3.

Tabela 55 – Investimentos com luminárias LED em cemitérios – parte 1

#	Cemitério	Fornecedor 1	Qtd.	Potência F1 (W)	Custo luminária F1 [R\$]	Custo total F1 [R\$]	Fornecedor 2	Qtd.	Potência F2 (W)	Custo luminária F2 [R\$]	Custo Total F2 [R\$]
1	Cemitério da Saudade	L2	54	40	618,70	33.409,80	L6	54	40	513,73	27.741,32
2	Cemitério Muribeca Rua	L6	4	200	1.403,58	5.614,32	L4	4	187	1.467,28	5.869,13
		L6	1	700	4.887,61	4.887,61	L4	1	600	6.676,21	6.676,21
3	Cemitério Parque da paz	L2	46	40	618,70	28.460,20	L6	46	40	513,73	23.631,50
		L7	11	71,5	627,00	6.897,00	L8	11	70	585,20	6.437,20

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Tabela 56 – Investimentos com luminárias LED em cemitérios – parte 2

Opção 3 Proposta						
#	Cemitério	Fornecedor	Quantidade	Potência (W)	Custo luminária [R\$]	Custo Total [R\$]
1	Cemitério da Saudade	L3	54	40	929,20	50.176,80
2	Cemitério Muribeca Rua	L7	4	175,4	931,92	3.727,68
		-	-	-	-	-
3	Cemitério Parque da paz	L3	46	40	929,20	42.743,20
		L6	11	80	863,26	9.495,86

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Aclara-se que não foi identificado cemitérios com deficiência de iluminação pública, descartando a necessidade de investimento com instalação de estruturas de iluminação pública.

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.

14.6 Iluminação de Destaque

Conforme apresentado na seção 12 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 possuem iluminação de destaque, mas as mesmas precisam ser modernizadas e/ou redimensionadas.

Tabela 57 – Relação dos Bens de Interesse sujeitos a revitalização

#	Bens de interesse	Número de pontos	Custo previsto
1	Centro Cultural Miguel Arraes	42	R\$ 339.986,43
2	Cine Teatro Samuel Campelo	22	R\$ 63.155,21
3	Mirante Henrique Dias	22	R\$ 53.427,39
TOTAL			R\$ 456.569,02

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Na tabela a seguir são apresentados os bens de interesse que não possuem iluminação de destaque com seus respectivos custos, prévios, para implantação de sistema de iluminação de destaque que valorizem cada bem.

Tabela 58 – Relação dos Bens de Interesse sem iluminação

#	Bens de interesse	Número de pontos	Custo previsto
1	Antiga sede da Prefeitura	48	R\$ 141.167,06
2	Biblioteca Municipal Benedito da Cunha Melo	58	R\$ 175.359,63
3	Casa da Cultura do distrito do Jaboatão	74	R\$ 167.781,86
1	Edifício Leão Coroado	31	R\$ 38.545,41

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

5	Igreja de Nossa Senhora da Piedade	39	R\$ 60.016,31
6	Igreja de Nossa Senhora dos Prazeres dos Montes Guararapes	111	R\$ 264.294,46
7	Igreja Matriz de Santo Amaro	149	R\$ 357.978,93
	Igreja Nossa Senhora Das Graças	49	R\$ 181.095,75
4	Igreja Nossa Senhora de Lourdes	30	R\$ 87.816,28
2	Instituto Histórico de Jaboatão	13	R\$ 43.115,43
7	Mercado das Mangueiras	17	R\$ 48.665,55
9	Paroquia Nossa Senhora das Graças	137	R\$ 167.343,17
3	Prefeitura do Jaboatão dos Guararapes - Palácio da Batalha	22	R\$ 119.933,66
10	Ruínas da Igreja Nossa Senhora do Rosário dos Homens Pretos	15	R\$ 65.850,69
TOTAL			R\$ 1.918.964,17

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Na tabela a seguir é apresentado, de forma previa, o custo total com a iluminação de destaque dos 13 bens elencados. Nestes custos já está englobado o BDI, conforme detalhado na seção 14.1.

Tabela 59 – Custo total com implementação de iluminação de destaque

Tipo	Custo
Bens sujeitos a revitalização	R\$ 456.569,02
Novos projetos	R\$ 1.918.964,17
TOTAL	R\$ 2.375.533,20

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.7 Expansão da Rede de Iluminação Pública

14.7.1 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

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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 na seção 10.2.1.2.

Tabela 60 – Investimentos por estruturas de ampliação

Estrutura	Classe de Iluminação	Custo unitário luminária [R\$]
1	V4	245,86
2	V4	394,22
3	V3	560,08
4	V4	2.793,23
5	V4	2.627,12
6	V3	2.800,68
7	V2	7.718,73
8	V1	6.708,77
9	IAE	5.748,20
10	IAE	5.810,38
11	IAE	7.555,80
12	V1	9.232,05
13	IAE	6.846,97
14	IAE	4.271,04
15	IAE	2.348,49
16	IAE	2.775,70

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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 26.

Tabela 61 – Custo de luminárias por classe de iluminação

Classe de Iluminação	Fornecedor	Custo unitário luminária
V1	L8	R\$ 925,68
V2	L8	R\$ 608,61
V3	L7	R\$ 627,00
V4	L7	R\$ 542,00
IAE	L6	R\$ 1.403,58
IAE	L7	R\$ 931,92

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.7.2 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 62 – Custos com pontos de crescimento vegetativo

Classe	Potência [W]	Custo com Energia elétrica mensal por ponto [R\$]
V4	52	7,94

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.7.3 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 10.3 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 63 – Relação entre estruturas de demanda reprimida e potências de luminárias

Estrutura de ampliação	Classe de Iluminação	Valor da Estrutura	Potência da Luminária [W]	Valor da Luminária
1	V4	R\$ 245,86	30	R\$ 395,00
2	V4	R\$ 394,22	52	R\$ 542,00
4	V4	R\$ 2.793,23	30	R\$ 395,00
5	V4	R\$ 2.627,12	52	R\$ 542,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.8 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.

14.8.1 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 diretivas e especificações apresentadas no relatório de engenharia foram obtidos três orçamentos diferentes fornecedores (T1, T2 e T3) para o emprego do

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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.

Tabela 64– Análise dos orçamentos obtidos dos fornecedores de Telegestão

Fornecedor	T1 [R\$]	T2 [R\$]	T3 [R\$]
Setup (Comissionamento, Start Up e Treinamento)	300.200,00	0,00 ³¹	111.319,23
Controlador	329,00	769,94	486,24
Concentrador	3.780,00	4.777,00	4.743,38

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

O sistema de telegestão 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 65– Investimentos para implantação do sistema de telegestão

Fornecedor	Qtd	T1 [R\$]	T2 [R\$]	T3 [R\$]
Setup (Comissionamento, Start Up e Treinamento)	1	300.200,00	0,00	111.319,23
Controlador	9.491	3.122.539,00	7.307.500,54	4.614.885,59
Concentrador	19	71.820,00	90.763,00	90.124,17
Capex Total		3.494.559,00	7.398.263,54	4.816.328,99
Capex Total por Ponto		R\$ 368,20	R\$ 779,50	R\$ 507,46

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

14.8.2 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

³¹ Setup, Comissionamento, Start UP e Treinamento inclusos nos valores para concentrador e controlador.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

se dará a partir de relé fotoeletrônico em consonância com a ABNT NBR 5123:2016. 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 e em áreas especiais (praças, parques, campos e cemitérios). Os pontos de iluminação pública com a solução LED em vias V4 e em áreas especiais (praças, parques, campos e cemitérios) serão trocados quando findar a vida útil operacional das luminárias LED.

Tabela 66 – Custo de substituição do relé fotoeletrônico

Descrição	Qtd.	Valor unitário [R\$]	Total [R\$]
Substituição do Relé fotoeletrônico com base	30.137	R\$ 35,21	R\$ 1.061.123,77

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)**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 - MSTeresina - PI
Brasília - DF
Uberlândia - MG
Ipatinga - MG

15 OPERAÇÃO E OPEX

A presente seção apresenta os custos de operação e manutenção da rede municipal de iluminação pública 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 de modernização e manutenção da rede de iluminação pública
 - Escopo de serviços manutenção da rede municipal de IP (Equipes de O&M, ronda e veículos);
 - Mão de obra;
 - Veículos;
- Vandalismo, furto e abaloamento;
- Outros custos.

15.1 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,

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

incluindo a operação do call center e do CCO, gestão de frota, serviços e equipes de campo (manutenção corretiva / preditiva / preventiva e verificação ativa), almoxarifado, gestão de estoque, suprimento, logística e central de atendimento e projetos ao longo da concessão;

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

15.1.1 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.

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 67 – 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
Assistente de RH	1	1	1
Engenharia, Tecnologia e Operações			
Almoxarife	1	1	1
Analista de dados	1	1	1
Analista de Suprimentos I	0	1	0
Auxiliar de Almoxarife	1	2	1
Auxiliar de Operação	1	1	1
Coordenador do CCO	1	1	1
Coordenador Operacional (O&M e MOD)	1	2	1
Engenheiro Eletricista	1	1	1
Operador diurno	1	1	1
Operador noturno	1	1	1
Supervisor de Projetos	0	1	0
Técnico de Aferição	2	2	2
Técnico de Segurança do Trabalho	1	1	1
Gerência			
Gerente de Engenharia, Tecnologia e Operações	1	1	1
Gerente Administrativo Financeiro	1	1	1
Gestor do Contrato	1	1	1
Serviços Gerais			
Auxiliar de Serviços Gerais	1	1	1

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Cargo	Durante a Fase I (Operação)	Durante a Fase II (Modernização)	Durante a Fase III (Pós Modernização)
Porteiro Noturno	3	3	3
Total Geral	20	24	20

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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

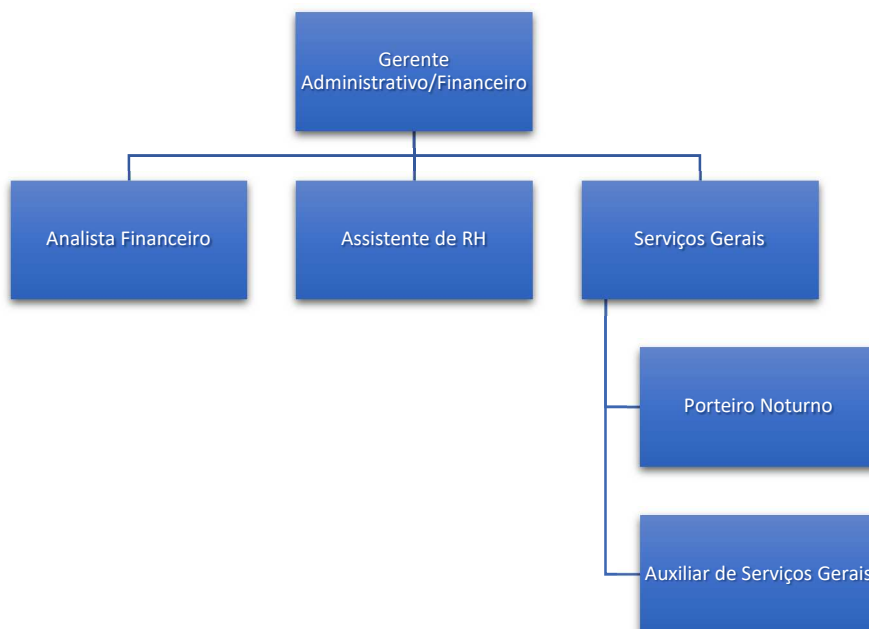
De acordo com o quadro de pessoal listado na tabela acima, apresenta-se a seguir o organograma da concessão em questão.

Figura 14 – Estrutura de Gerência de Contrato



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

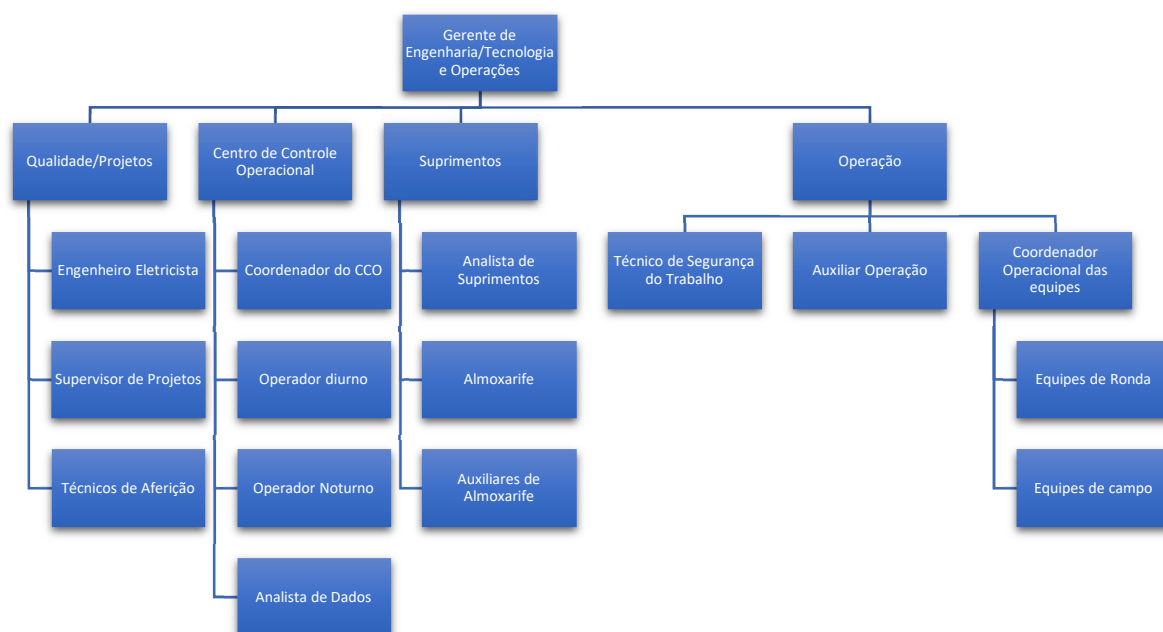
Figura 15 – Estrutura Administrativo Administrativo/Financeiro



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Figura 16 – Estrutura Administrativo Administrativo/Financeiro



Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Apresentam-se a seguir os custos mensais com mão de obra para estrutura organizacional baseados na tabela do Sistema Nacional de Emprego (SINE) e tabela do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI – PE). Foram consideradas as seguintes premissas para os custos mensais com a estrutura de pessoal:

- Encargo social com 69,765% conforme Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI-PE);
- 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 68 – Valores mensais para os funcionários da estrutura organizacional

Cargo	Salário [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
Administrativo/Financeiro				
Analista Financeiro	2.325,66	586,74	1.622,38	4.534,78
Assistente de RH	1.496,43	586,74	1.043,91	3.127,08

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Cargo	Salário [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
Engenharia, Tecnologia e Operações				
Almoxarife	1.721,55	586,74	1.200,95	3.509,24
Analista de dados	3.878,51	586,74	2.705,65	7.170,90
Analista de Suprimentos I	3.365,82	586,74	2.591,68	6.544,24
Auxiliar de Almoxarife	1.288,80	586,74	899,07	2.774,61
Auxiliar de Operação	1.622,33	586,74	1.131,74	3.340,81
Coordenador do CCO	4.579,06	586,74	3.194,35	8.360,15
Coordenador Operacional (O&M e MOD)	3.689,84	586,74	2.841,18	7.117,76
Engenheiro Eletricista	8.908,31	586,74	6.214,43	15.709,48
Operador diurno	2.029,26	586,74	1.415,61	4.031,61
Operador noturno	2.435,11	586,74	1.698,73	4.720,59
Supervisor de Projetos	5.388,85	586,74	3.759,26	9.734,85
Técnico de Aferição	1.977,85	586,74	1.379,75	3.944,34
Técnico de Segurança do Trabalho	2.602,67	586,74	1.815,62	5.005,03
Gerência				
Gerente de Engenharia, Tecnologia e Operações	12.565,91	586,74	8.765,98	21.918,63
Gerente Administrativo/Financeiro	10.968,24	586,74	7.651,44	19.206,42
Gestor do Contrato	15.980,81	586,74	11.148,21	27.715,76
Serviços Gerais				
Auxiliar de Serviços Gerais	1.231,08	586,74	858,80	2.676,62
Porteiro Noturno	1.289,50	586,74	899,56	2.775,80

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Tabela 69 – 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	7.661,86	7.661,86	7.661,86
Engenharia, Tecnologia e Operações	69.628,85	95.800,31	69.628,85
Gerência	57.657,52	57.657,52	57.657,52
Serviços Gerais	11.004,01	11.004,01	11.004,01
TOTAL	126.745,81	152.917,27	126.745,81

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

15.1.2 Veículos

Para fins de fiscalização e gestão dos serviços de modernização, manutenção, gestão e operação da rede de iluminação pública, 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.

Tabela 70 – Custos referente aos veículos para estrutura administrativa da SPE

Descrição	Qtd.	Un.	Valor Unitário [R\$]	Total [R\$]
Veículo de passeio, 5 passageiros, motor bicomcombustível (gasolina e álcool).	2	Mensal	1.403,80	2.807,60
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 ³²	Km/mês	1,19	2.380,00
TOTAL				5.187,60

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

15.2 Material de Consumo

A fim de prover os materiais e equipamentos necessários de todos os serviços de manutenção corretiva, manutenção preditiva e preventiva, apresenta-se a seguir as

³² Consideração para dois veículos.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

falhas e custos unitários para reposição do ativo de iluminação pública em condição de mal funcionamento.

Tabela 71 – Taxa de Falha e Custo de Aquisição dos materiais para manutenção

Item	Taxa de Falha / mês	Custo Unitário [R\$]
Lâmpada de Descarga	3,00%	52,75
Luminária para Lâmpada de Descarga	0,04%	360,79
Reator	0,50%	95,88
Relé e Base do Relé	1,00%	35,21
Luminária LED	0,08%	*
Equipamento de Telegestão ³³	0,17%	*

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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

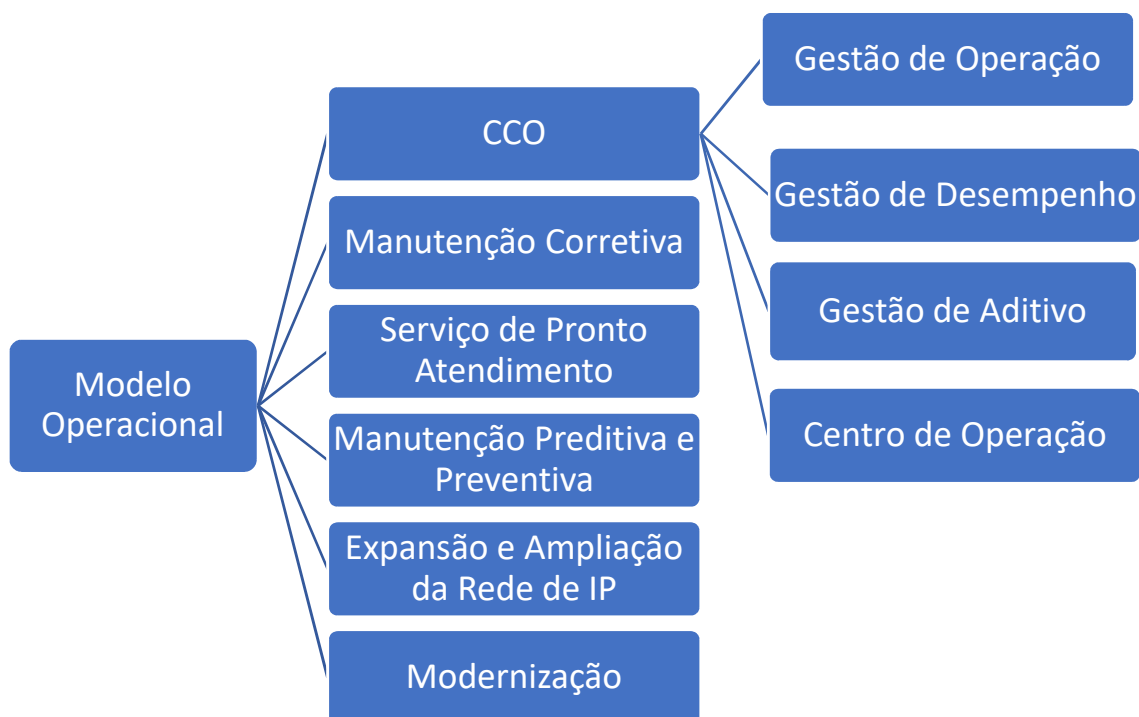
15.3 Manutenção e Modernização

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.

15.3.1 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.

³³ Taxa de falha aplicada apenas ao quantitativo de pontos contemplados com sistema de telegestão (V1, V2, V3 e iluminação de destaque)

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020**Figura 17 – Modelo Operacional**

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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 da rede de iluminação pública do município.

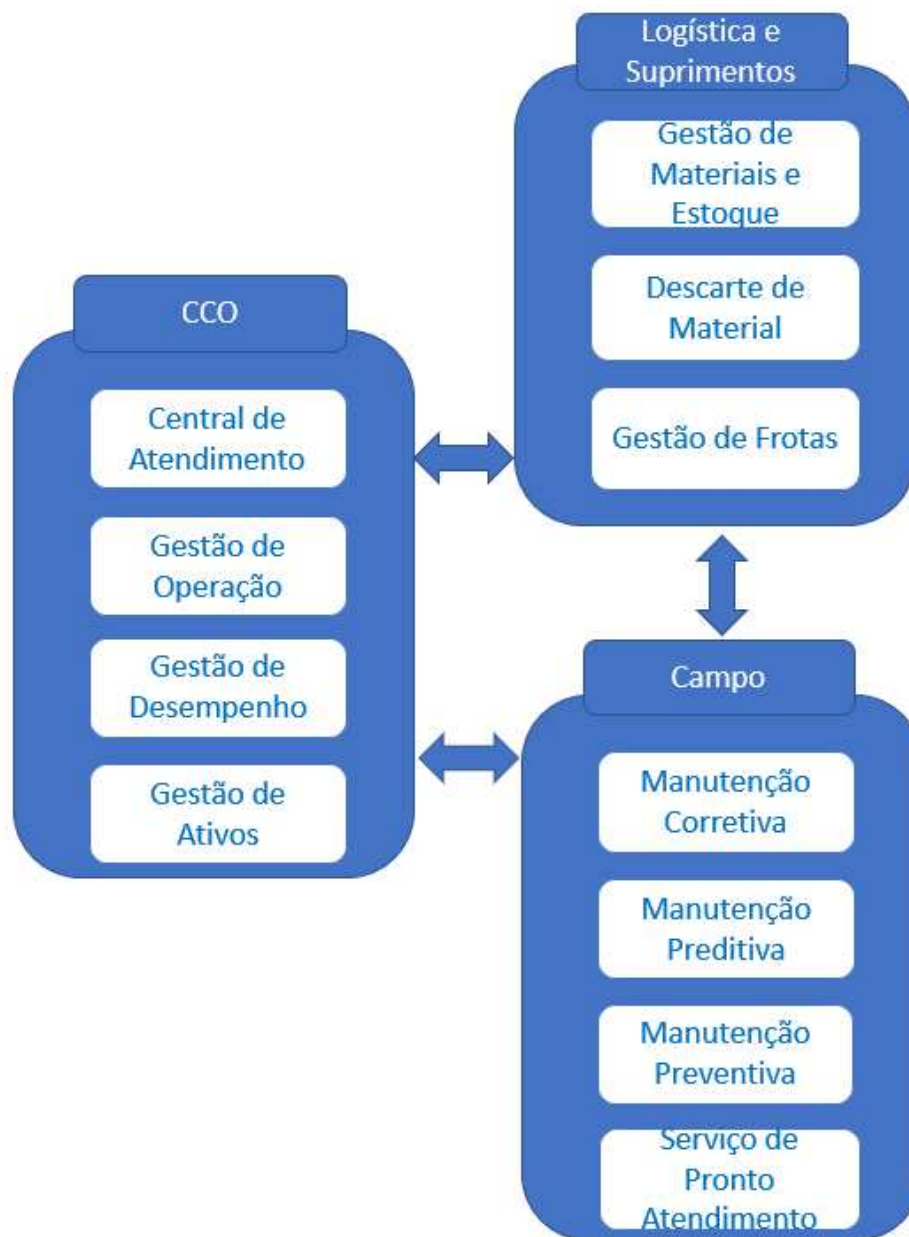
Matriz

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

Figura 18 – Fluxograma

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

15.3.2 Escopo de serviços para manutenção da Rede Municipal de Iluminação Pública

Competirá à SPE a responsabilidade pela manutenção da rede municipal de iluminação pública, garantindo a execução dos serviços de manutenção preditiva, preventiva, corretiva e corretiva emergencial, visando que a rede municipal de iluminação pública desempenhe sua função e opere em condição normal, padronizada

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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 o sistema de iluminação, eliminando riscos mecânicos e elétricos.

A SPE deverá realizar o registro de todas as operações de manutenção 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.

A SPE deverá realizar a operação e manutenção da rede municipal de iluminação pública de acordo com as obrigações de resultado quanto a:

- i. Garantia de funcionamento;
- ii. Garantia de cumprimento dos requisitos luminotécnicos da ABNT NBR 5101:2018;
- 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:

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- 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. Entre os equipamentos e componentes da rede de iluminação pública que são inseridos para planejamento de manutenção preventiva destacam-se: luminárias; equipamentos de telegestão; braços e suportes; postes exclusivos de iluminação pública; transformadores exclusivos e componentes elétricos como caixas de passagem, conexões elétricas, cabos etc.;
- iii. Manutenção corretiva: serviço que objetivam reestabelecer o funcionamento da rede de iluminação pública 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 da rede de iluminação pública 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;
 - Ordens de Serviços que coloquem em risco ao cidadão;
 - Impactos diversos;
 - Fenômenos atmosféricos;
 - Incêndios/circuitos partidos;
 - Braços e luminárias em eminência de queda;

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- 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 da rede municipal de iluminação pública, descrição das equipes e seus respectivos custos e investimentos.

15.3.3 Escopo de serviços para modernização da rede de iluminação pública

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 como também proceder com a resolução de ordens de serviço de manutenção.

15.3.4 Dimensionamento operacional

Apresentam-se nas seções subsequentes as premissas consideradas para dimensionamento das equipes de manutenção, modernização e de ronda da rede municipal de iluminação pública, 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 modernização da rede de iluminação pública. Nesse sentido, as equipes operacionais se apresentam com a seguinte composição seguindo a regulamentação da NR-10:

- Dois eletricitistas técnicos com função de substituir e modernizar pontos de iluminação pública, retirar reatores e relés fixados ao 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.
- Findado o período de modernização, as equipes passam ter a composição de 2 eletricitistas técnicos.

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

15.3.4.1 Premissas Operacionais

Para o dimensionamento das equipes operacionais de modernização e manutenção, assumem-se as seguintes premissas:

- Período de transição operacional e de modernização de 3 meses;
- Distribuição de pontos por classe de iluminação V1, V2, V3 e V4;
- 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 15.2, resultando em: 6,876%, 2,083% e 0,417% 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.

15.3.4.2 Dimensionamento das Equipes

O dimensionamento das equipes de manutenção e modernização da rede de iluminação pública apresenta a seguinte distribuição ao longo do período de concessão, considerando ainda os períodos de transição operacional, modernização e reinvestimento dos seus pontos de iluminação pública.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

Tabela 72 – Dimensionamento das equipes operacionais

Período	Serviços	Número de Equipes
Transição Operacional	Manutenção da rede convencional	7
Modernização	Manutenção da rede convencional e modernização da rede de IP	11 – 1º Marco 9 – 2º Marco
Operação	Manutenção da rede modernizada	2
Troca das Luminárias LED	Manutenção da rede modernizada e troca das luminárias LED	8

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

15.3.4.3 Custos

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

Tabela 73 - Valores mensais para funcionários das equipes de operação e manutenção da rede de iluminação pública

Cargo	Salário [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Treinamentos [R\$]	Equipamentos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
Eletricista - Diurno	1.606,00	586,74	1.120,34	55,61	289,25	3.657,94
Ajudante - Diurno	1.129,72	586,74	788,10	39,12	289,25	2.832,93
Eletricista - Noturno	1.927,20	586,74	1.344,41	55,61	289,25	4.203,21
Ajudante - Noturno	1.355,67	586,74	945,71	39,12	289,25	3.216,49
Eletricista Folguista por hora	10,53	3,33	7,34	0,32	1,64	23,16

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Foram consideradas as seguintes premissas para os custos operacionais para manutenção da rede municipal de iluminação pública:

- Salários de acordo com o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) não desonerado - PE– fevereiro 2021;
- 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 69,76% conforme Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI);

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

- 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).

15.3.4.4 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 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 e V4 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 32,67 m, 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 74 – Dimensionamento para equipe de ronda diurna e noturna

Equipe de Ronda	Quantitativo
Operação Diurna	1
Operação Noturna	1

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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.

Tabela 75 – Custos com mão de obra

Cargo	Salário Mensal [R\$]	Benefícios [R\$]	Encargos [R\$]	Treinamentos [R\$]	Equipamentos [R\$]	Total por Funcionário [R\$]
Motociclista - Diurno	1.363,75	586,74	951,35	39,12	289,25	3.230,21
Motociclista - Noturno	1.636,50	586,74	1.141,62	39,12	289,25	3.693,23

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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

- Salários de acordo com o SINE (Sistema Nacional de Empregos) – março de 2021;
- Encargo social com 69,76% 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).

15.3.4.5 Veículos

Considera-se nessa estruturação de projeto, a aquisição dos veículos destinada a operação, modernização e manutenção da rede municipal de iluminação pública pela SPE. O dimensionamento do 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.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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.

A tabela a seguir apresenta o quantitativo de veículos necessários para execução dos serviços de modernização e manutenção da rede municipal de iluminação pública 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 76 - Dimensionamento dos veículos para manutenção da rede municipal de iluminação pública

Veículo\Período	Transição Operacional	Modernização	Operação
Veículo operacional	4	8/4 ³⁴	2
Veículo de Ronda	2	2	2

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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

Tabela 77 – 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	SCO-FGV SINAPI-CE	Unitário-Mensal	284.626,00	4.719,85
Locação de veículo operacional	EMOP SINAPI-PE	Mensal	11.999,05	
Locação de veículo para ronda	EMOP	Mensal-Mensal	191,71	365,38

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

15.4 Furto, Vandalismo e Abalroamentos

³⁴ Redução do quantitativo de veículos operacionais após a conclusão do 2º marco.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

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.

- Estima-se que a extensão da rede exclusiva corresponda a aproximadamente 53,15km, tendo por base o produto entre o quantitativo de postes exclusivos (3,48% da Rede de Iluminação Pública de 46.762, ou seja, 1.627 pontos) e a distância média entre postes apurada pela amostra (32,67 m). 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 1385,1 metros;
- Considera-se para vandalismo de luminárias uma taxa anual de 0,25%, tendo por base a taxa de vandalismo apurada no diagnóstico técnico operacional de 5% para um período de 10 anos, 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 1.627 pontos exclusivos, portanto, tem-se que 8 postes 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 78 – Quantitativo e valores para furtos, vandalismo e abalroamento

Serviço	Quantitativo Anual	Valor unitário [R\$]	Valor do Serviço [R\$]
Furto de Cabos	1594,62 metros	6,79 por metro	10.827,49
Vandalismo de Luminárias	117 luminárias	555,75*	65.022,75
Abalroamento de Postes	8 postes exclusivos	1.360,12 por poste	10.880,96

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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

15.5 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

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

partir da transmissão de dados. Apresentam-se a seguir os custos operacionais dos três fornecedores de telegestão consultados.

Tabela 79 – Quantitativo e valores para furtos, vandalismo e abaloamento

Fornecedor	Custo por Ponto [R\$]	Quantidade de Pontos	Valor Mensal [R\$]
T1	1,96	9.491	18.602,36
T2	1,60	9.491	15.185,60
T3	0,32	9.491	3.037,12

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

15.6 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, conforme tabela abaixo:

Tabela 80 – Empresas do Segmento de Coleta, Transporte e Destinação Final de Resíduos Perigosos³⁵

Empresa	CNPJ	Localização
Associação Auxílio A Reciclagem de Eletrônicos e Inc. Dig. Ecobraz	14.197.457/0001-42	São Paulo – SP
ECOLETAS AMBIENTAL	11.205.582/0001-69	Fortaleza – CE

Fonte: Elaborado por Houer Concessões

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 81 – Composição de Valores para Destinação Final de Lâmpadas

Empresa	Valor para destinação (und.)	Observações
Empresa 1	2	Frete no valor de R\$ 16.152,00
Empresa 2	1,4	Frete no valor de R\$ 500,00
Valor médio	1,7	Valor médio de R\$ 8.326,00

Fonte: Elaborado por Houer Concessões

Para se calcular o custo de descarte e destinação final dos resíduos de iluminação pública, aplica-se o custo médio de R\$ 1,70/lâmpada, multiplicado pelo total lâmpadas

³⁵ Orçamentos recebidos em 2020.

Relatório de Engenharia – OCS 127/2020

substituídas. A título de exemplo, apresenta-se a seguir o custo estimado para descarte de lâmpadas no período de modernização.

Tabela 82 – Valor de descarte no período de modernização

Serviços de destinação de resíduos perigosos - Classe I			
Destinação Final de Lâmpadas	Quantidade s	Valor Unitário	Valor Total
(Vapor de Sódio; Vapor Metálico; Vapor de Mercúrio; Fluorescente; Mista)	84.427	R\$ 1,70	R\$ 143.525,90

Fonte: Elaborado por Houer Concessões

15.7 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 83: Outros custos

Descrição dos Gastos	Valor por mês
Aluguel, IPTU e Condomínio	R\$ 15.000,00
Limpeza	R\$ 705,30
Internet + telefonia	R\$ 159,90
Material de Escritório	R\$ 250,00
Correios	R\$ 150,00
CREA+ART	R\$ 43,28
Energia elétrica	R\$ 1.367,14
Água e esgoto	R\$ 524,76
Licenças	R\$ 156,75
Certificação de Luxímetro	R\$ 85,50
Honorários Advocatícios	R\$ 3.000,00
TOTAL	R\$ 21.442,63

Fonte: Elaborado por Houer Concessões (2021)

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

16 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 efficientização para rede de iluminação pública

ANEXO VIII – Preços unitários dos demais custos e investimentos

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

Consórcio Houer / Vianna IP400

HOUER
Concessões

Viana,
Castro,
Aparecido
e Corvoeiro Pinto
União de Infraestrutura e Serviços