



CONS
AME

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS
DA MICRORREGIÃO DO
MÉDIO SAPUCAÍ

DIAGNÓSTICO DE ENGENHARIA
DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA, DA ILUMINAÇÃO
(INTERNA E EXTERNA) E DAS REDES ELÉTRICAS
DE PRÉDIOS PÚBLICOS, COM DEFINIÇÃO DE
CAPEX NECESSÁRIO À MELHORIA DA
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO E
INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

ESPÍRITO SANTO DO DOURADO

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Sumário

1. Introdução.....	4
2. Iluminação pública	4
2.1. Introdução	4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município	4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente	5
2.2.1. Metodologia	5
2.2.2. Tipologias encontradas	6
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública.....	8
2.3.1. Introdução	8
2.3.2. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator ...	9
2.3.3. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação	9
2.3.4. Braços e suportes.....	9
2.4. Medições luminotécnicas.....	9
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	9
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	10
2.4.3. Resultados	10
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	15
3.1. Introdução	15
3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados	15
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	16
3.3.1. Luminárias	16
3.3.2. Lâmpadas.....	17
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	17
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	18
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	19
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR.....	19
4.1. Introdução	19
4.2. Capacidade estimada	20
4.2.1. Relatório fotográfico amostral.....	20
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR	21
5.1. Iluminação pública	21
5.2. Iluminação dos prédios públicos.....	22



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



5.3.	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	23
5.4.	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	23
5.5.	Resumo do CAPEX.....	23



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Espírito Santo do Dourado/MG, pertencente à Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido para a Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Espírito Santo do Dourado, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	29 unidades consumidoras	615 pontos de IP
Consumo médio mensal	6.092 kWh	23.013 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8116	B4a – R\$ 0,4597
Despesa média mensal	R\$ 4.944,33	R\$ 10.579,08

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Espírito Santo do Dourado, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública do município de Espírito Santo do Dourado

Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (un)	Quantidade relés (un)	Potência total (kW)	Consumo* (kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	91	22	20	2,00	708,87
	125	13,75	140	2	2	0,28	99,24
	250	25,00	276	3	3	0,83	294,18
	400	40	441	6	5	2,65	939,25
Vapor de Sódio	100	17,00	118	3	3	0,35	124,05
LED	18	0	19	6	5	0,12	42,53
	27	0	28	2	2	0,06	21,27
	30	0	31	4	4	0,12	42,53
	60	0	61	12	11	0,73	258,74
	70	0	71	51	46	3,63	1.286,59
	90	0	91	21	19	1,92	680,51
	100	0	101	412	371	41,69	14.776,33
	150	0	151	71	64	10,74	3.806,61
Subtotal 1 - consumo estimado				615	555	65,12	23.080,70

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 5 vias distintas, totalizando 50 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 6.

Em todos os postes levantados existiam apenas uma luminária, à exceção dos pontos localizados nas esquinas, praças e trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.



Figura 1 - Poste de concreto DT com luminária LED, localizado na Avenida Antônio Paulino



Figura 2 – Poste de concreto DT com luminária LED, localizado na Avenida Antônio Paulino

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé fotocontroladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Espírito Santo do Dourado.

2.2.2.1. Lâmpadas

Durante a o levantamento de campo, não foram encontradas lâmpadas de vapor de sódio, lâmpadas de vapor de mercúrio e lâmpadas de vapor metálico, confirmando a informação da Prefeitura, de que todo o parque de iluminação do município já foi substituído por luminárias LED.

2.2.2.2. Luminárias

Conforme levantamento, 100% das luminárias pesquisadas são luminárias do tipo LED. Não foram identificadas luminárias (abertas e fechadas) durante o levantamento. Além dessas luminárias, foram identificadas luminárias ornamentais tipo LED em postes ornamentais.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

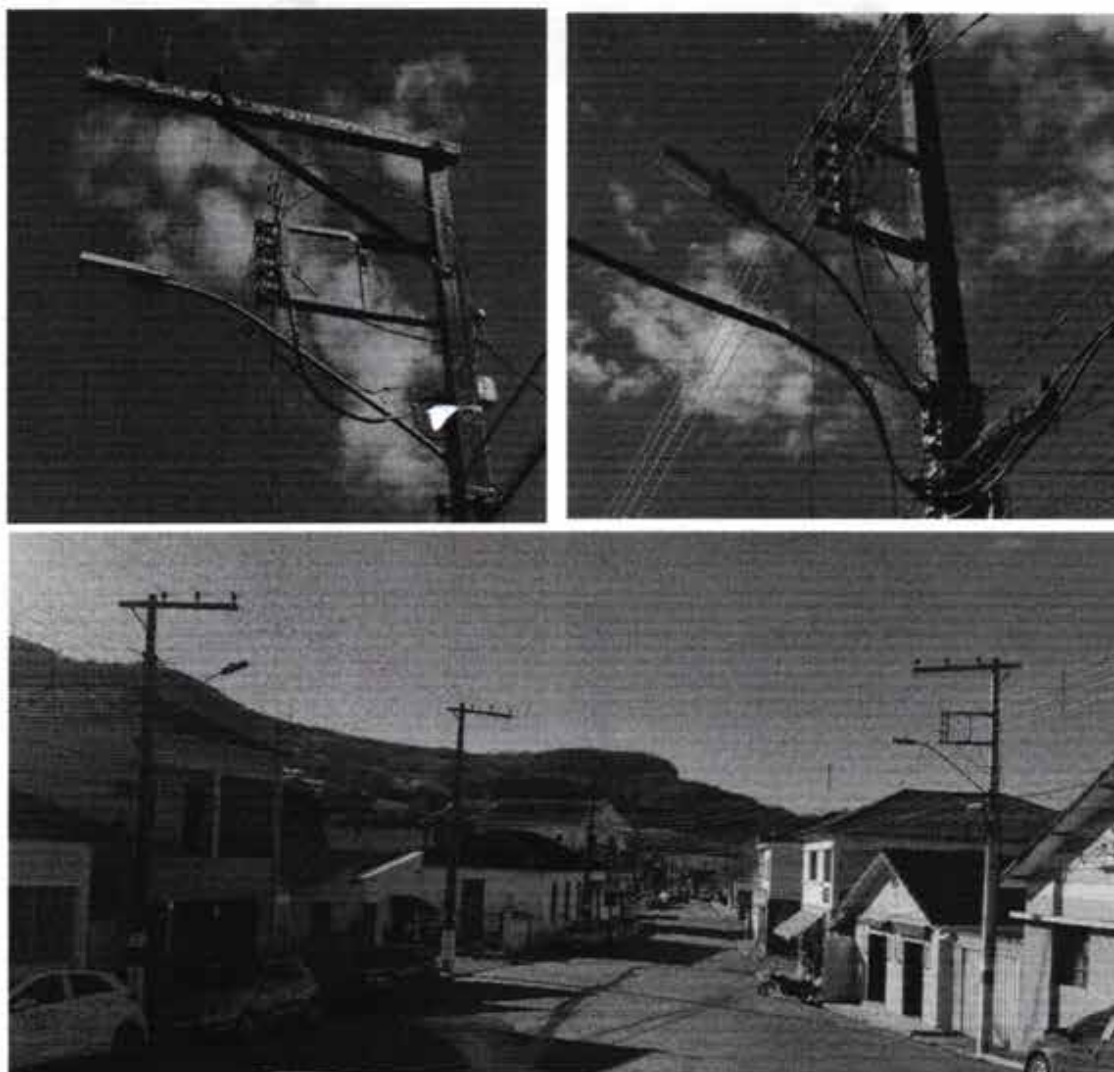


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos

A maioria dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada externa, ou existente na própria luminária.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Em função de todo o parque de iluminação do município ser composto por luminárias LED, não há presença de balastros.

2.2.2.5. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 83% de braços tipo leve I e houve identificação de braços tipo leve II. Os braços do tipo leve II representaram 17% dos encontrados durante o levantamento.

Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados como padrão pela distribuidora de energia.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo DT. Também foram identificados postes do tipo Circular.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8,00 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 32 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado, todas as vias da área urbana (região central) no trecho percorrido pelo levantamento estão asfaltadas, as vias apresentam passeio e meio fio demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 10,00 m para vias de rolamento e 1,80 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). A rede de baixa tensão apresenta em proporcionalidade tanto a rede isolada quanto a rede convencional (NUA).



Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 30 m a 45 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública de Espírito Santo do Dourado.

Tendo em vista que foram encontrados 5 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra totalmente padronizado. Cabe destacar que quanto maior for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

As luminárias pesquisadas não estão devidamente etiquetadas, com a identificação de potência e tipo de equipamentos instalados, dificultando o processo de reconhecimento dos produtos instalados no ponto.

2.3.3. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.4. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da

AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotossensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotossensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 4 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.



Figura 4 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo

de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Características do logradouro							Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,29 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	V5	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	V5	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	V5	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	V5	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,60	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Características do logradouro								Medição (luxímetro)			Requisito mínimo NBR5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância mínima (Eneda)	Uniformidade e mínima (U)
	Orlando Alves Corrêa						Passeio	0,80 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	V5	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	3,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Trolsi	V5	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	V5	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	V5	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,36	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 5 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de
Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

Figura 5 – Registro fotográfico de algumas vias visitadas durante o período noturno.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 6 – Mapa cadastral do município de Espírito Santo do Dourado com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de Espírito Santo do Dourado, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados

A avaliação da quantidade de unidades serem levantadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram visitadas 8 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras com os espaços públicos do município e seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos visitados e não visitados

Cód.*	Nº do medidor	Nº da instalação CEMIG	Tipo de Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
1A	APD118007573	3011248271	Administração	Cras - Maria José Da Silva Lima	Travessa Domingos Gianini, 32 - Centro	Bifásico	174
2A	APH195049293	3003996576	Administração	Pref. Mun. Espírito Santo Do Dourado	Av. Antônio Paulino, 47 - Centro	Bifásico	80
3A	BAC129004342	3011071497	Educação	Creche Mun. Benedita Cândida De Melo	Av. Pref. João Serapião Mateus, 160 - Centro	Trifásico	289
4A	AEU043017167	3010129975	Esporte/Lazer	Quadra De Esportes	Rua Primavera, 7 - Passa Quatro	Bifásico	381
5A	BMV878000980	3003338767	Esporte/Lazer	Estádio Municipal	Praça Sebastião T. Silva, 138	Bifásico	154
6A	AHD027002442	3006276059	Saúde	Ubs Tereza Rodrigues Martins	Av. Pref. João Serapião Mateus, 157 - Centro	Trifásico	1.059
7A	APD118122888	3011248361	Saúde	Farmácia Mun. Ana Isabel Vieira	Travessa Domingos Gianini, 28 - Centro	Bifásico	252
8A	AEP917009112	3003657678	Saúde	Ubs- Maria Ernesta De Melo	Rua Antônio B. Borges, 146 - Centro	Bifásico	289
9B	AJR872021971	3003299944	Administração	Repetidor Tv Espirito S Dourado	Est Gonçalves, 34 Cs - Gonçalves	Monofásico	531
10B	AME187079841	3013810589	Administração	Torre Celular Kelly	Sítio Pedrova, 9999 Cx - Área Rural	Monofásico	102
11B	APD126002636	3011398604	Administração	Cras Recreação Espirito S Dourado	Rua Francisco Jose Pereira, 56 Co - Centro	Bifásico	87
12B	AMH195178953	3014291406	Administração	Torre Camilo	Sítio Perova, 99999 Cx - Área Rural	Monofásico	100
13B	AMM206124068	3014552052	Administração	Câmeras De Monitoramento	Rua Inácio A Lopes, 128 Cx - Centro	Monofásico	6
14B	AMM206083375	3014528619	Administração	Câmeras De Monitoramento	Rua Jose Pereira Da Silva, 375 Fr - Centro	Monofásico	6



Cód.*	Nº do medidor	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome Da instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
15B	AMM206097541	3003299945	Administração	Torre Telefonía Espírito S Dourado	Est Machadinho, 550 Cx - Machadinho	Monofásico	-
16B	ABN878051280	3005426393	Administração	Galpão Pref. Espírito S Dourado	Rua Jose S Filho, 37 Cx - Centro	Monofásico	-
17B	ABN902028612	3006503981	Administração	Posto Telefônico Espírito S Dourado	Est Ambrósio, 410 Co - Ambrósio	Monofásico	-
18B	APD126130027	3011756961	Água E Esgoto	Poço Artesiano Gonçalves Es Dourado	Serra Dos Gonçalves, 999 Cx - Área Rural	Bifásico	101
19B	AGO823007884	3003299946	Água E Esgoto	Estação T D'água Espírito S Dourado	Rua Hugo Aguiar, 215 Cx - Centro	Trifásico	72
20B	APD118025622	3011920592	Água E Esgoto	Bomba Ponte Alta Espírito S Dourado	Bomba D'água Ponte Alta, 9999 Co Pref. - Área Rural	Bifásico	19
21B	AJK134008808	3003839767	Água E Esgoto	Captação Campos Espírito S Dourado	Est São Sebastiao Campos, 61 Cx - São Sebastiao Campos	Monofásico	-
22B	AGR831002333	3004836924	Educação	Escola Jose Leal Espírito S Dourado	Rua Jose S Filho, 39 Cx - Centro	Trifásico	427
23B	ABN936048369	3004066091	Educação	Escola Campo meio Espírito S Dourado	Est Campo Do Meio II, 1700 Cx - Campo Do Meio II	Monofásico	218
24B	ABY955021324	3003299935	Educação	Escolas Ss Campos Espírito S Dourado	Est São Sebastiao Campos, 61 Cx - São Sebastiao Campos	Monofásico	209
25B	APA076021555	3004664158	Educação	Escola Gonçalves Espírito S Dourado	Est Gonçalves, 5280 Cx - Gonçalves	Bifásico	96
26B	APC099007064	3010407556	Saúde	Ubs Ponte Alta Espírito S Dourado	Est Ponte Alta, 9999 - Ponte Alta	Bifásico	1.055
27B	AJP909002732	3007117308	Saúde	Captação Pcienc Espírito S Dourado	Est Paciência, 2510 Cx - Paciência	Monofásico	322
28B	API214054223	3003338766	Saúde	Pa Passa Quatro Espírito S Dourado	Av Juscelino Kubitschek De Oliveira, 113 Cx - Centro	Bifásico	61
29B	APD167218365	3013353754	Saúde	Consultório Med. Espírito S Dourado	Rod Mg 179, 12 Cx - Área Rural	Bifásico	2
Total							6.092

*O código com a letra A indica as unidades que foram levantadas em campo, enquanto o código com a letra B indica as unidades que não foram levantadas em campo.

Considerando a tarifa média de R\$ 0,8116 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 4.944,33 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Nas 8 instalações visitadas, foram identificadas aproximadamente 386 luminárias, agrupadas em 9 tipos, conforme Tabela 5 a seguir.



Tabela 5 – Tipos de luminárias levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	76 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	136 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	28 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	44 unidades
LUM 5	Refletor	22 unidades
LUM 6	Projeto LED	57 unidades
LUM 7	Luminária de iluminação pública ornamental (Globo)	6 unidades
LUM 8	Luminária de embutir retangular x1 lâmpadas (120 cm)	12 unidades
LUM 9	Luminária Plafon LED	5 unidades
Total		386 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas 476 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	65 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	38 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	244 unidades
LAMP 4	Lâmpada Halógena	2 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED bulbo	36 unidades
LAMP 6	Lâmpada mista	17 unidades
LAMP 7	Lâmpada LED tubular (120 cm)	56 unidades
LAMP 8	Lâmpada LED tubular (600 cm)	18 unidades
Total		476 unidades

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Espírito Santo do Dourado.



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Ubs Centro Sul



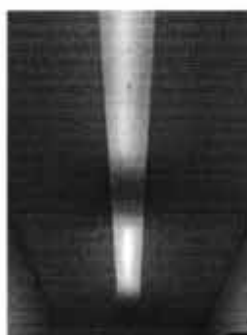
LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular
x2 lâmpadas (120 cm)
Local: UBS Maria Ernesta



LUM 5 - Refletor
Local: Estádio Municipal



LUM 6 – Projetor LED
Local: Ubs Centro Sul



LUM 8 - Luminária de embutir retangular
x1 lâmpadas (120 cm)
Local: Farmácia Ana Isabel



LUM 4 - Luminária tipo arandela
Local: Cemil Benedita Candida

Figura 7 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Espírito Santo do Dourado, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Espírito Santo do Dourado conclui em um total de 1.218 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENCENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, percebeu-se a predominância de porta-lâmpadas e luminárias de sobrepôr retangulares convencionais com lâmpadas fluorescentes.

Identificou-se também utilização de lâmpadas LED tubulares instaladas nas luminárias retangulares, o que mostra que já existe uma atualização na tecnologia. Contudo, atenta-se que a utilização de luminárias LED integradas é mais adequada do que a simples troca da lâmpada em luminárias depreciadas e construídas para uso com lâmpadas incandescentes, de descarga e/ou fluorescentes.

Dessa forma, pode-se concluir que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 39 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 6.092 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 1.410 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 121 kWp. O consumo energético remanescente (14.498

¹ O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).

kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 37%.

4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada, de forma amostral, dos espaços públicos visitados no levantamento, considerando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).

Tabela 7 - Relação das unidades identificadas de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº do Medidor	Nº da Instalação CEMIG	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do Inversor (kW)
6A	AHD027002442	3006276059	Ubs Tereza Rodrigues Martins	Av. Pref. João Serapião Mateus, 157 - Centro	Trifásico	Cerâmico	6.000	50	36
TOTAL							6.000	50	36

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

As Figuras 8 e 9 a seguir apresentam algumas edificações, padrão de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Espírito Santo do Dourado.

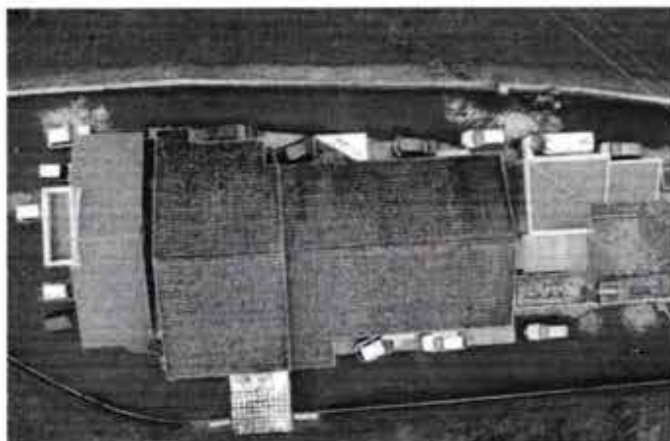


Figura 8 – Telhado cerâmico da Ubs Tereza Rodrigues Martins

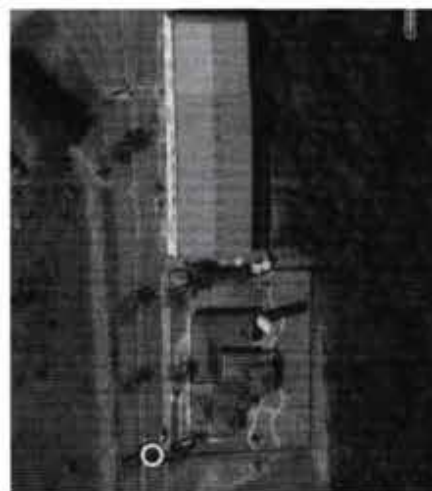


Figura 9 – Telhado cerâmico da CEMEI Benedita Cândida

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para consumo dos prédios públicos, de 6.000 kWh/mês com a instalação de usinas fotovoltaicas em telhados de escolas municipais e posto de saúde. Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 1.500 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando a autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Espírito Santo do Dourado, foi proposto uma redução de aproximadamente 37% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado de forma resumida na Tabela 8.

Para definição das potências das luminárias LED propostas, foi considerado o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas², que por sua vez já estão depreciadas³.

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se

² Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

³ Considerou cerca de 50% de depreciação para o Sistema de IP convencional.



atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	22
	125	52	2
	250	61	3
	400	110	6
Vapor de Sódio	100	52	3
LED	18	42	6
	27	42	2
	30	42	4
	60	52	12
	70	52	51
	90	61	21
	100	61	412
	150	110	71
TOTAL			615

Dessa forma, para estimativa de orçamento⁴ para a troca da iluminação pública do município, considerou um custo por ponto de R\$ R\$ 1.332,43, obteve-se um CAPEX igual a R\$ 819.442,40.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme demonstrado anteriormente, estima-se que o município de Espírito Santo do Dourado possui aproximadamente 1.218 pontos de iluminação. Como estimativa de orçamento⁴ para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerou um custo por ponto de R\$ 602,51, obteve-se em um CAPEX equivalente a R\$ 733.857,18.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Espírito Santo do Dourado possui um potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 39 kWp. Como estimativa de orçamento⁴ para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, considerou um custo de R\$ 6.000,00 por kWp, obteve-se um CAPEX igual a R\$ 234.100,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Espírito Santo do Dourado possui um potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 121 kWp. Como estimativa de orçamento⁴ para a construção das usinas para iluminação pública, considerou um custo por kWp de R\$ 6.600,00, obteve-se um CAPEX igual a R\$ 797.400,45.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação de sistemas solares conectados à rede para o município de Espírito Santo do Dourado.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 819.442,40	R\$ 733.857,18	R\$ 234.100,00	R\$ 797.400,45
Total	R\$ 2.584.800,03			

CON
AM

ASSOCIAÇÃO DOS
DA MICRORREGIÃO DO
MÉDIO SAPUCAÍ



DIAGNÓSTICO DE ENGENHARIA
DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA, DA ILUMINAÇÃO
(INTERNA E EXTERNA) E DAS REDES ELÉTRICAS
DE PRÉDIOS PÚBLICOS, COM DEFINIÇÃO DE
CAPEX NECESSÁRIO À MELHORIA DA
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO E
INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

ESTIVA
MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Sumário

1. Introdução.....	4
2. Iluminação pública	4
2.1. Introdução	4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município	4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente	5
2.2.1. Metodologia	5
2.2.2. Tipologias encontradas	6
2.2.2.1. Lâmpadas.....	6
2.2.2.2. Luminárias	6
2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos.....	8
2.2.2.4. Balastros	8
2.2.2.5. Braços e suportes	8
2.2.2.6. Postes	8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública.....	9
2.3.1. Introdução	9
2.3.2. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator ...	9
2.3.3. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação	9
2.3.4. Braços e suportes.....	10
2.4. Medições luminotécnicas.....	10
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	10
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância.....	10
2.4.3. Resultados	11
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	16
3.1. Introdução	16
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados	16
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	18
3.3.1. Luminárias	18
3.3.2. Lâmpadas.....	18
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	18
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	19
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	20
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR.....	20



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



4.1. Introdução	20
4.2. Capacidade estimada	20
4.2.1. Relatório fotográfico	21
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR	22
5. Orçamentos de obra, operação e serviços – CAPEX	22
5.1. Iluminação pública	22
5.2. Iluminação dos prédios públicos	23
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	24
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	24
5.5. Resumo do CAPEX	24

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Estiva/MG, membro da Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento faz parte do processo relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Estiva, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local Quantidade	Prédios públicos	Iluminação pública
	49 unidades consumidoras	1.150 pontos de IP
Consumo médio mensal	24.987 kWh	55.191 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,7315	B4A – R\$ 0,4219
Custo médio mensal com energia	R\$ 18.276,74	R\$ 23.282,88

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Estiva, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela ENERGISA, distribuidora de energia que atende a esse município.



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Estiva

Lâmpadas, balastros e luminárias						
Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade (UN)	Potência total (kW)	Consumo (kWh)
Vapor Metálico	150	22,00	172,00	1	0,17	60,25
	250	30,00	280,00	1	0,28	99,24
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	262	22,01	7.801,08
	100	17,00	117,00	665	77,81	27.578,46
	150	22,00	172,00	2	0,34	120,51
	250	30,00	280,00	184	51,52	18.260,41
	400	38,00	438,00	1	0,44	155,95
Mista	160	0,00	160,00	7	1,12	396,97
Vapor de Mercúrio	125	15,45	140,45	1	0,14	49,62
LED	12	0,00	12,00	7	0,08	28,35
	15	0,00	15,00	6	0,09	31,90
	90	0,00	90,00	5	0,45	159,50
	100	0,00	100,00	2	0,20	70,89
Fluorescente	40	0,00	40,00	4	0,16	56,71
	60	0,00	60,00	2	0,12	42,53
Subtotal 1				1.150	154,93	54.912,37
Relés						
Quantidade Considerada	Potência Unitária (W)		Potência Total (W)		Consumo (kWh)	
654	1,20		784,80		278,16	
Subtotal 2					278,16	
Consumo Total Faturado						
Subtotal 1 (Luminárias) + (Reatores) + (Luminárias) – kWh					54.912,37	
Subtotal 2 (Relés) – kWh					278,16	
Total Faturado					55.190,53	

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 23 vias distintas, totalizando 125 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 6.



Em todos os postes pesquisados existiam apenas uma luminária, à exceção de alguns pontos localizados nas esquinas, em praças ou trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.



Figura 1 - Poste de concreto DT com luminária aberta e lâmpada Vapor de Mercúrio, localizado na Rua Amadeu Tavares da Silva.



Figura 2 - Poste de concreto DT com luminária aberta e lâmpada Vapor de Sódio, localizado na Rua Prefeito Pedro Moreira Borges.

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé foto controladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Estiva.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, o principal tipo de lâmpada instalada na cidade é do tipo vapor de sódio, com destaque para a lâmpada na potência de 70W, seguida pela potência de 100W e 250W, que representam juntas aproximadamente 96% do parque.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por aproximadamente 1.124 pontos com luminárias do tipo aberta, representando um total de 97% das luminárias existentes.

Além dessas luminárias, foram identificadas também luminárias ornamentais tipo bola em policarbonato leitoso instaladas em postes de aço ornamentais de 4,5 m, como pode ser verificado no entorno de Estiva.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Durante a etapa de levantamento de dados não foram identificadas a existência de luminárias LED conforme consta no extrato do parque de iluminação, Tabela 2.

Aqui vale destacar que embora o parque seja composto na sua maioria por lâmpadas do tipo vapor de sódio e que essas lâmpadas normalmente são instaladas em luminárias fechadas, observamos durante o levantamento que todas as luminárias “originalmente fechadas” estão sem o refrator, considerando assim portanto para efeito de levantamento como luminárias abertas.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

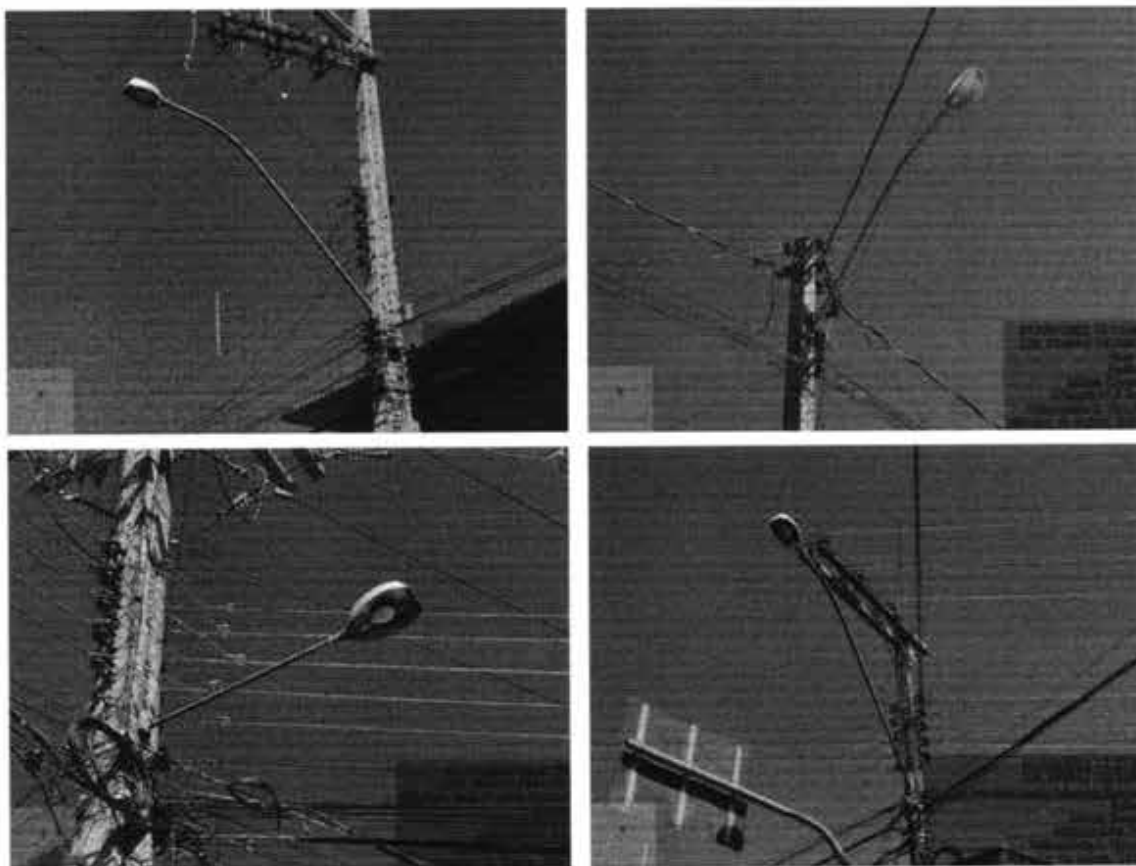


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

Aproximadamente 30% (345 pontos) das luminárias são comandados de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada, na própria luminária. O restante, 805 pontos, são comandados em grupo, através de relé instalado em base de 50ª e alimentação por “cabo controle”.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Todos os pontos pesquisados possuíam balastros do tipo externo. Não foram identificados reatores do tipo interno.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e vias principais se destacam os braços tipo médio e tipo Leve I, com medidas no padrão da ENERGISA, distribuidora local.

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se a utilização de braços fora do padrão da concessionária do tipo Leve I sem sapata de fixação e braços tipo PA4.

Os braços do tipo médio e tipo Leve I representaram 40% dos encontrados durante o levantamento. Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados como padrão pela distribuidora de energia.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo DT. Também foram identificados postes do tipo Madeira e concreto Circular.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 7,00 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 25 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas e/ou com calçamento polidétrico, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 8,00 m para vias de rolamento e 1,90 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Foi identificado também rede de baixa tensão do tipo isolada.

Os espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 25 m a 45 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está desatualizado e não reflete a realidade do parque de iluminação pública de Estiva.

Foram encontrados 15 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, conclui-se que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado.

Quanto maior for à padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

As luminárias pesquisadas não estão devidamente etiquetadas, com a identificação de potência e tipos de equipamentos instalados, dificultando o processo de reconhecimento dos produtos instalados no ponto.

2.3.3. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação



do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.4. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotossensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotossensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 4 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.



(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Figura 4 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro							Medição (luxímetro)			Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço, entre postes	Elemento do logradouro	Comprimento	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Emenda)	Uniformidade e mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,46	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	V5	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraipolândia	Rua Santos Dumont	V5	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	V5	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	V5	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância mínima (médica)	Uniformidade mínima (U)
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

Superdimensionado
Subdimensionado

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Município	Características do logradouro							Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)

Adequado

Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 5 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

Figura 5 – Registro fotográfico de algumas vias visitadas durante o período noturno.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

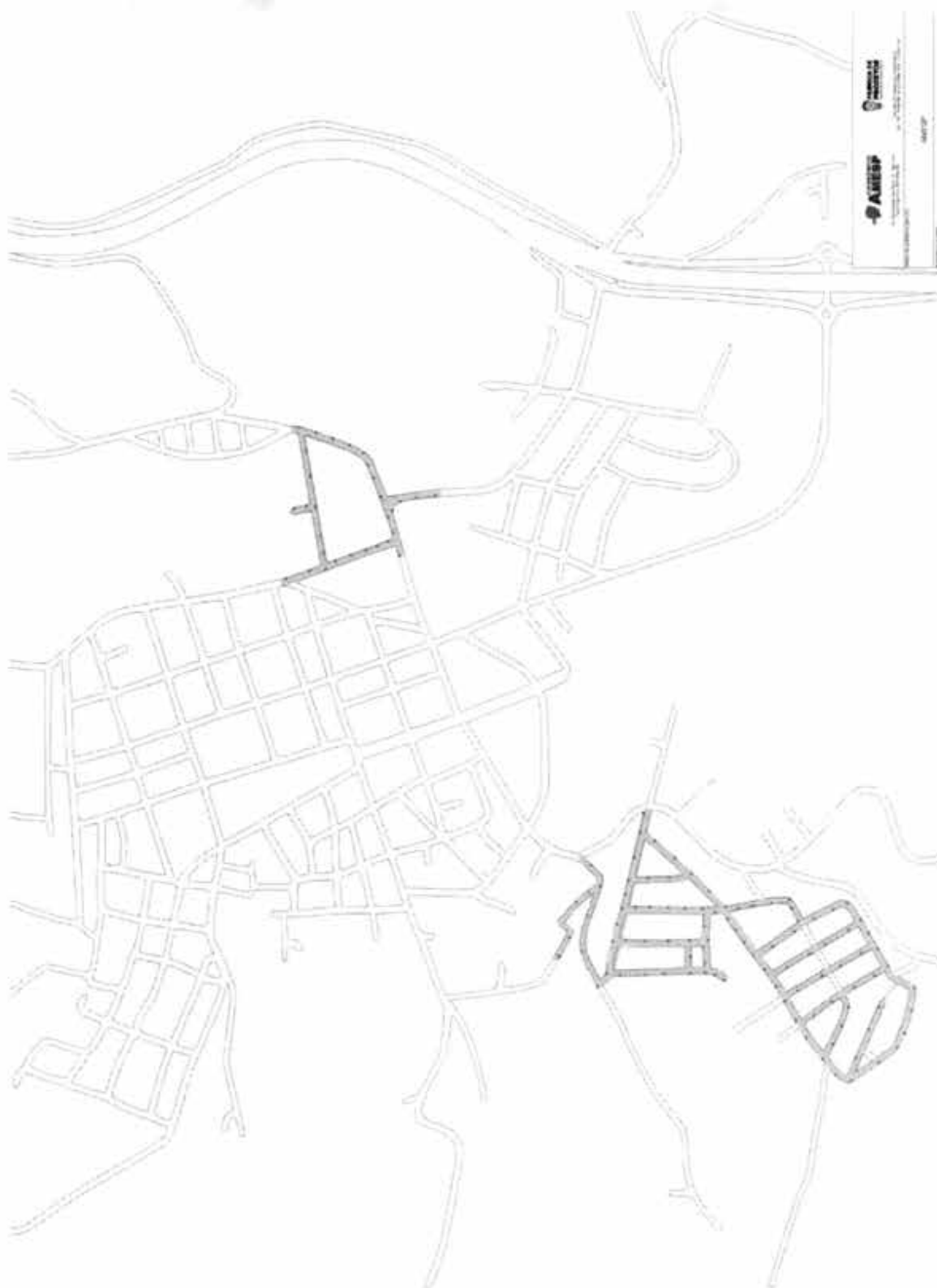


Figura 6 – Mapa cadastral do município de Estiva com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de Estiva, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 7 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Estiva

Cód.*	Nº da instalação	Tipo de Instituição	Nome Da Instalação	Endereço	Consumo (kWh)
1A	3079056	Administração	Esc. Mun. Monst. Dr. Furtado	Rua Prof. Cacilda Oliveira Rosa, 97	NI
2A	3076680	Esporte / lazer	Estádio Mun. Afonso José Daniel	Rua Pe. Antônio Pascoal, 7508	1.795
3A	4661577	Saúde	Ubs	Rua Domingos Soares, 300	275
4A	3077371	Saúde	Sec.Mun. Saúde (Santa Casa)	Rua Geraldo Moura Leite, 240	1.401
5A	3079045	Educação	Cemei-Mauro Ribeiro De Andrade	Rua Prof. Daria Bueno, 448	620
6A	3077509	Administração	Cras	Rua Prof. Daria Bueno, 320	173
7A	3079065	Saúde	Posto De Saúde	Rua Sargento Joaquim Francisco De Almeida, 35	878
8B	3079052	Água e esgoto	Cx 06 - Serviço De Água	Rural B Boa Vista	3.217
9B	3079040	Água e esgoto	Cx 02 Serviço De Água	Rural B Grotinha, 7458	2.285
10B	3135512	Saúde	Hospital	Rua Pereira 400	2.308
11B	3079064	Água e esgoto	Cx 21 Serviços De A	Rural B Da Lagoa	1.414
12B	2444337	Administração		Rua Salustiano M Leite, 177	839
13B	4807004	Água e esgoto	5719253 - Cx 01 - Poço Artesiano	Rural B Fazenda Velha, 19253	933
14B	3079037	Educação	Esc. Mun. Dr Furtado D	Rural B Pântano Dos Rosas, 40	210
15B	3079046	Administração	Rodoviária	Praça Sebastiao Garcia, 65	864
16B	3101235	Água e esgoto	Serviço De Água	Rural B Pântano Dos Rosas, 140	1.357



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód.*	Nº da Instalação	Tipo de Instituição	Nome Da Instalação	Endereço	Consumo (kWh)
17B	3079042	Administração	Cemitério Município	Rua Pe. Antônio Pascoal, 205	601
18B	3106686	Administração	Iluminação Praça	Praça Francisco Ribeiro Pereira, 100	414
19B	3100715	Água e esgoto	57242-Serviço D' Água	Rural B Pântano Dos Rosas, 160	1.518
20B	2684362	Água e esgoto	Poço Artesiano	Rural B Boa Vista, 9	127
21B	3079036	Saúde	Posto De Saúde	Rural B Pântano Dos Rosas, 120	193
22B	3079054	Água e esgoto	Serviço De Água	Rural B Córrego Dos Mulatos, 742	252
23B	4647477	Educação	5716140 Escola Gustavo Jose Da Rosa	Rural B Fazenda Velha, 16140	298
24B	4816372	Educação	Escola Municipal	Rural B Boa Vista	178
25B	3079047	Educação	Cx 04 Esc.M.Joaquim	Rural B Do Pinhal, 473	139
26B	4796216	Saúde	Farmácia De Minas	Rua Jose Pedro Simões Filho, 50	224
27B	2402951	Administração	Câmeras De Segurança	Rua Cornélio Vernizzi, 454	187
28B	3079035	Administração	110	Rural B Pântano Dos Rosas	143
29B	2687477	Administração	Esf	Rural B Córrego Dos Mulatos, 1054	43
30B	2402951	Administração	Cx-03 Trafo 576513	Rural B Boa Vista, 606	187
31B	3079050	Administração	Cx01 Torre De Tv	Rural B Da Olaria, 7281	154
32B	2415840	Saúde	Ubs	Rural B Fazenda Velha	145
33B	4840379	Administração	B – Rodoviária	Praça Sebastiao Garcia, 65	96
34B	4842405	Saúde	Posto De Saúde	Rua Francisca Maria Rezende, 1021	119
35B	4776935	Administração		Avenida Perimetral Pedro Pereira Borges, 800	103
36B	4809127	Administração	Biblioteca Municipal	Rua Jose Pedro Simões Filho, 40	67
37B	3079038	Esporte / lazer	Ginásio Poliespor	Rua Rodolfo Pereira De Rezende, 215	326
38B	3079067	Administração	Garagem	Rua Salustiano M Leite, 105	100
39B	2490398	Educação	Clube Literário	Avenida Prefeito Gabriel Rosa, 165	39
40B	3079043	Esporte / lazer	Estádio Munic. Tancr	Rua Pe. Antônio Pascoal, 271	102
41B	4890618	Administração	5722193	Rural B Da Lagoa, 22193	100
42B	2466225	Administração	Ete - Recanto Da Serra	Rua Projetada C Três Irmãos, 15	100
43B	3077090	Administração	Conselho Tutelar	Rua Pereira, 85	85
44B	4800560	Administração	Loteamento Padre Vitor	Rua Dos Manacás, 98	100
45B	3076572	Administração	Delegacia	Avenida Prefeito Gabriel Rosa, 257	54
46B	3079051	Educação	Esc. M Júlio J Da M	Rural B Boa Vista, 615	50
47B	3079055	Educação	Esc. Mun. Cel Ananias	Rural B Córrego Dos Mulatos, 835	156
48B	3079062	Administração	Velório Municipal	Rua Pereira, 327	50
49B	3079068	Educação	Cx 06 Esc. M J Card.	Rural B Pântano Teodoros, 7363	30
Total					24.987

*O código com a letra A indica as unidades que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada acima. O código com a letra B indica as unidades que não foram visitadas.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG

Considerando a tarifa média de R\$ 0,7315 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 18.276,74 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 462 luminárias, agrupadas em 6 tipos, nas 07 instalações visitadas conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantamento
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	129 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	158 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	21 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	142 unidades
LUM 5	Refletor	6 unidades
LUM 6	Luminária de Iluminação pública convencional	6 unidades
Total		462 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 641 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantamento
LAMP 1	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	316 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	42 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente compacta	271 unidades
LAMP 4	Lâmpada mista	6 unidades
LAMP 5	Vapor de sódio de 100 W	6 unidades
Total		641 unidades

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Estiva de Estiva.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



LUM 1 – Porta base E-27

Local: Secretaria Municipal de Saúde, corredores internos e salas.



LUM 5 – Refletor

Local: Estádio Municipal



LUM 2 – luminária de sobrepor retangular x2 (120 cm)

Local: Unidade Básica de Saúde Jose Joaquim Pereira "SR. DEDÉ



LUM 4 – Luminária tipo arandela

Local: Posto de Saúde

Figura 7 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Estiva, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Estiva conclui em um total de 2.677 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, constatou uma predominância de porta-lâmpadas, luminárias de sobrepor retangulares convencionais com lâmpadas fluorescentes. Ainda identificou uma quantidade significativa de arandelas, também utilizando lâmpadas fluorescentes.

Dessa forma, conclui-se que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados neste documento concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 208 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 24.987 kWh.

Para a demanda da iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 189 kWp. O consumo energético remanescente (22.628 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado, conforme anteprojeto, redução de 59%.

4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada dos espaços públicos visitados, de forma amostral, observando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).



Tabela 7 - Relação das unidades identificados de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº da Instalação	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do Inversor (kW)
1A	3079056	E.M. Monsenhor Dr. Furtado	Rua Prof. Cacilda Oliveira Rosa, 97	Bifásico	Cerâmico	1.500	13	10
5A	3079045	Cemei Mauro Ribeiro	Rua Prof. Daria Bueno, 448	Trifásico	Fibrocimento	3.100	26	20
TOTAL						4.600	39	30

4.2.1. Relatório fotográfico

A seguir as Figuras 8 ao 11 apresentam alguns exemplos de edificações, padrões de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e em áreas externas de responsabilidade da PM de Estiva.

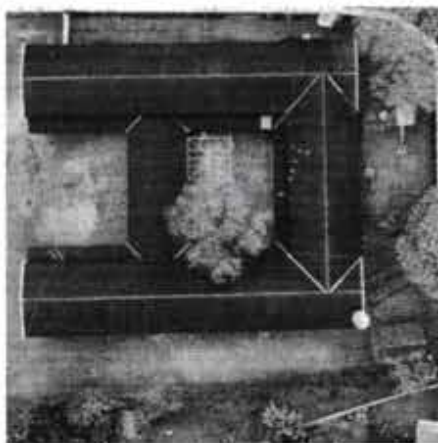


Figura 8 – Telhado cerâmico da CEMEI Mauro Ribeiro



Figura 9 – Padrão de entrada da CEMEI Mauro Ribeiro



Figura 10 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Monsenhor Dr. Furtado



Figura 11 – Medidor eletrônico da Escola Municipal Monsenhor Dr. Furtado

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para o consumo de prédios públicos de no mínimo 4.600 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais.

Identificou-se também que, se houver aumento de carga na unidade E.M. Monsenhor Dr. Furtado para um padrão de 200 A o local torna-se capaz de produzir cerca de 12.000 kWh/mês.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 2.400 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando a autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos de obra, operação e serviços – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Estiva, foi dimensionada uma redução de aproximadamente 59% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 8.

Para definição das potências das luminárias LED, sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas¹, que por sua vez já estão depreciadas².

² Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

¹ Considerou-se cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente a antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.



Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor Metálico	150	52	1
	250	83	1
Vapor de Sódio	70	42	262
	100	42	665
	150	61	2
	250	83	184
	400	150	1
Mista	160	42	7
Vapor de Mercúrio	125	42	1
LED	12	42	7
	15	42	6
	90	61	5
	100	61	2
Fluorescente	40	42	4
	60	42	2
TOTAL			1.150

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento³ na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R\$ 1.332,43 obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 1.532.20,67.

O valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo a potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Estiva possui aproximadamente 2.677 pontos de iluminação. Para o orçamento³ da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R\$ 602,51, sendo assim o custo total estimado para o CAPEX é R\$ 1.612.919,27.

³ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



O valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Estiva possui, possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 208 kWp. A estimativa de orçamento³ para a construção das usinas de solo para atendimento à prédios públicos, é de R\$ 6.000,00 por kWp. O custo estimado total de CAPEX estimado para o município é igual a R\$ 1.249.350,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Estiva possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 189 kWp. A estimativa de orçamento³ considerada para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública é de R\$ 6.600,00 kWp. O custo estimado total de CAPEX e igual a R\$ 1.244.557,05.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Estiva.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 1.532.290,67	R\$ 1.612.919,27	R\$ 1.249.350,00	R\$ 1.244.557,05
Total	R\$ 5.639.116,99			



CON
AM

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS
DA MICRORREGIÃO DO
MÉDIO SAPUCAÍ



DIAGNÓSTICO DE ENGENHARIA
DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA, DA ILUMINAÇÃO
(INTERNA E EXTERNA) E DAS REDES ELÉTRICAS
DE PRÉDIOS PÚBLICOS, COM DEFINIÇÃO DE
CAPEX NECESSÁRIO À MELHORIA DA
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO E
INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

INCONFIDENTES

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Sumário

1. Introdução.....	4
2. Iluminação pública	4
2.1. Introdução.....	4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município	4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente	5
2.2.1. Metodologia	5
2.2.2. Tipologias encontradas	6
2.2.2.1. Lâmpadas.....	6
2.2.2.2. Luminárias	6
2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos	8
2.2.2.4. Balastros	8
2.2.2.5. Braços e suportes	8
2.2.2.6. Postes	9
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública.....	9
2.3.1. Introdução	9
2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos	10
2.3.3. Refratores de policarbonato danificados.....	10
2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator ..	11
2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação.....	11
2.3.6. Braços e suportes.....	12
2.4. Medições luminotécnicas.....	12
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	12
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	12
2.4.3. Resultados	13
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	18
3.1. Introdução	18
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados	18
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	19
3.3.1. Luminárias:	19
3.3.2. Lâmpadas:.....	20
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	20



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENCENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



3.3.4.	Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	21
3.4.	Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	22
4.	Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR.....	22
4.1.	Introdução	22
4.2.	Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR	22
5.	Orçamentos – CAPEX.....	23
5.1.	Iluminação pública	23
5.2.	Iluminação dos prédios públicos.....	24
5.3.	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	24
5.4.	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	25
5.5.	Resumo do CAPEX.....	25

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Inconfidentes/MG, membro da Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Inconfidentes, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	29 unidades consumidoras	1.076 pontos de IP
Consumo médio mensal	6.217 kWh	44.672 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8278	B4A – R\$ 0,4584
Custo médio mensal com energia	R\$ 5.146,12	R\$ 20.478,87

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Inconfidentes, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Inconfidentes

Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (un)	Quantidade relés (un)	Potência total (kW)	Consumo* (kWh)
Vapor de Mercúrio	250	25,00	275,00	4	4	1,10	389,88
	125	13,75	138,75	44	40	6,11	2.165,59
	80	9,60	89,60	93	84	8,33	2.952,43
Vapor de Sódio	250	30,00	280,00	12	11	3,36	1.190,90
	150	22,00	172,00	71	64	12,21	4.327,63
	100	17,00	117,00	460	414	53,82	19.075,60
	70	14,00	84,00	109	98	9,16	3.246,61
Multi vapor metálico	150	22,00	172,00	49	44	8,43	2.987,87
LED	156	0,00	156,00	2	2	0,31	109,87
	150	0,00	150,00	8	7	1,20	425,32
	140	0,00	140,00	1	1	0,14	49,62
	100	0,00	100	55	50	5,50	1.949,38
	96	0,00	96	120	108	11,52	4.083,07
	80	0,00	80	46	41	3,68	1.304,31
	40	0,00	40	2	2	0,08	28,35
Total				1.076	970	124,95	44.286,43

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 12 vias distintas, totalizando 80 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 8.

Em todos os postes pesquisados existiam apenas uma luminária, à exceção de alguns pontos localizados nas esquinas, em praças ou trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.



Figura 1 - Poste de concreto DT com lâmpada Vapor de Sódio, localizado na Rua Prefeito Afonso Troysi



Figura 2 – Poste de concreto DT com luminárias LED, localizado na Rua Tomás Antônio Gonzaga

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé fotocontroladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Inconfidentes.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instaladas na cidade são do tipo vapor de sódio, com destaque para a lâmpada na potência de 100 W.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 652 pontos de luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé fotocontrolador, representando aproximadamente 60% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam 13% (141 pontos) do total.

Além dessas luminárias, foram identificadas luminárias ornamentais tipo bola com vidro leitoso em postes ornamentais.

Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também aproximadamente 22% (234 pontos) de luminárias LED instaladas principalmente nas vias principais e vias de acesso (rodovia).

O tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o fabricado em policarbonato. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano, policurvo e com refrator em policarbonato.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

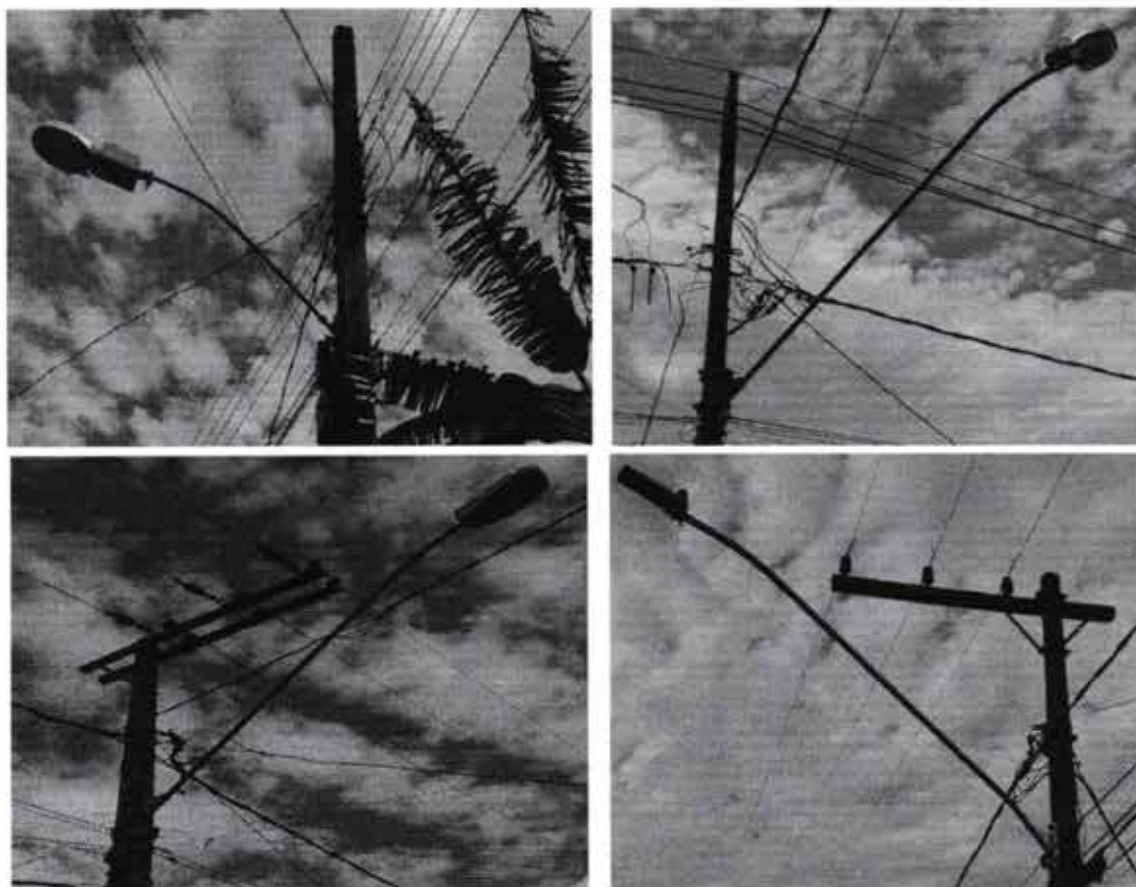


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos

A maioria dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé fotocontrolador do tipo eletrônico instalado em tomada externa, ou existente na própria luminária.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 65% do parque (701 pontos) possuem balastros do tipo integrado. Os balastros do tipo externo totalizam 141 pontos.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e corredores principais se destacam os braços tipo Médio, com medidas no padrão da CEMIG, concessionária local.

Já nas vias menos importantes, foi identificada uma presença significativa de braços tipo Leve I (alguns sem sapata de fixação) e curto, na medida padrão da concessionária CEMIG.

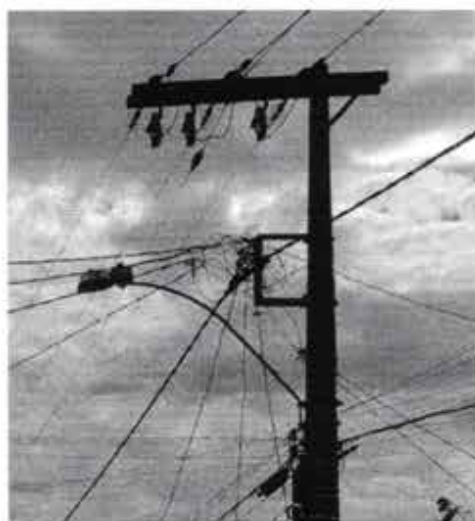
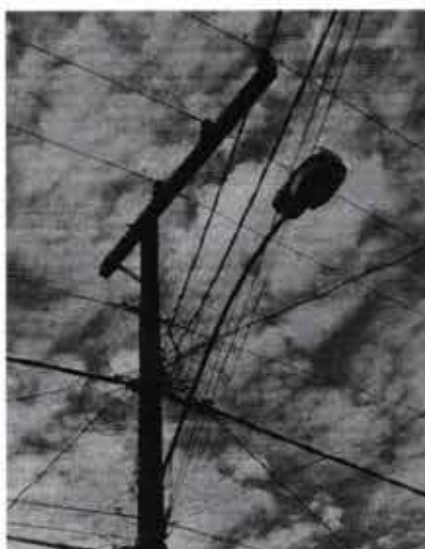


Figura 4 – Braços tipo Leve I sem sapata de fixação (fora de padrão CEMIG)



2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo DT. Também foram identificados postes de madeira e de concreto circular.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 10,0 m para vias de rolamento e 1,50 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Identificou-se também durante a etapa de levantamento a rede de baixa tensão do tipo isolada, bom como a rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 30 m a 45 m. Os mesmos apresentam bom estado de conservação.

O parque de iluminação pública do município de Inconfidentes é composto, à época do levantamento, de aproximadamente 65% (701 pontos) de luminárias fechada equipadas com lâmpadas de sódio alta pressão – VSAP das quais aproximadamente 65% (460 pontos) das luminárias com 100 W de potência nominal e 117 W potência total do conjunto luminária + reator). Enquanto o restante do parque de iluminação está distribuindo entre luminárias LED e Luminárias abertas, com as luminárias com a tecnologia LED representando os outros 22% (234 pontos) e as luminárias abertas representando 13% (141 pontos).

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecida pelo município tendo o mês de julho como referência está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública do município de Inconfidentes.

Tendo em vista que foram encontrados 15 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município não



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



se encontra devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Uma rápida inspeção visual no período noturno nos principais corredores de trânsito da cidade foi suficiente para comprovar o baixo índice de média (E_{med}). Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificou-se ainda níveis de iluminância muito abaixo dos valores mínimos recomendados por norma, o que provoca uma sensação de insegurança e falta de visualização adequada na via durante o período noturno.

Os principais motivos para o não atendimento aos critérios de iluminância média (E_{med}) e fator de uniformidade (U) são a utilização de lâmpadas de descarga com fluxo luminoso inferior ao necessário para a via, falta de uma manutenção preventiva, espaçamento inadequado entre pontos de luminárias, depreciação da luminária em função de um conjunto ótico ineficaz e luminárias com refratores muito velhos e amarelados ou ainda luminárias sem refratores.

No que tange às luminárias LED instaladas no município e considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos, também considerando os critérios estabelecidos pela NBR 5101/18, pode-se afirmar que as luminárias LED existentes nas vias do município estão superdimensionadas, representando gastos desnecessários e ruas iluminadas de maneira inadequada.

Pode-se concluir que existiu no município uma metodologia inadequada para a elaboração de projetos luminotécnicos, bem como para a especificação do tipo e da potência das luminárias e lâmpadas utilizadas. Estas características dificultam uma definição de parâmetros para a manutenção preventiva, dificultando a criação de um parque de iluminação mais eficiente e com menor índice de manutenção corretiva.

2.3.3. Refratores de policarbonato danificados

Conforme pode-se verificar em alguns exemplos detalhados na Figura 5 abaixo, algumas luminárias encontram-se com o refrator em policarbonato amarelado, quebrado ou mesmo

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



faltando. Esse fato revela deficiência no processo de manutenção preventiva e corretiva, o que acarreta agora na necessidade de substituição não só do refrator, mas de todo o conjunto.

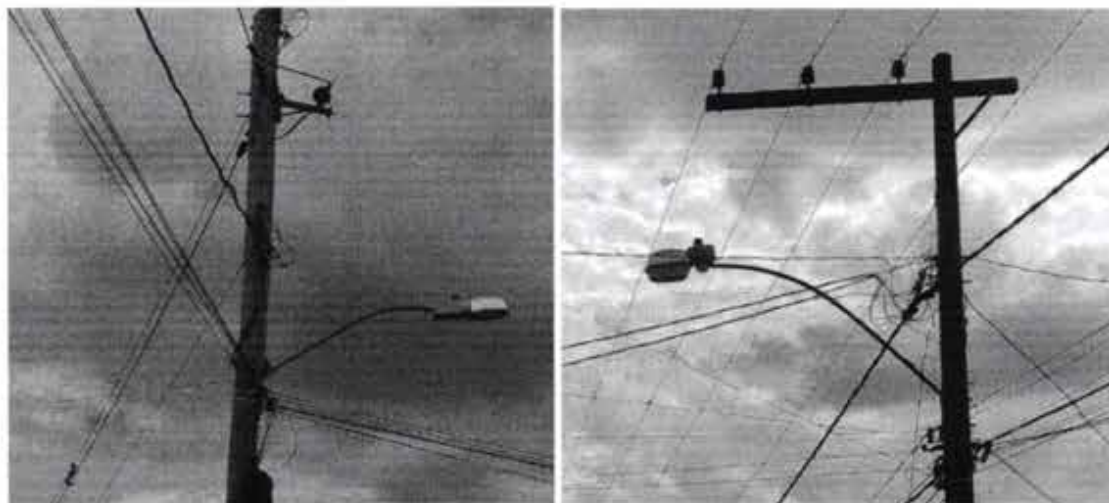


Figura 5 – Luminárias com refrator danificado (amarelado e sem refrator)

2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

As luminárias pesquisadas não estão devidamente etiquetadas com a identificação de potência e tipo de equipamentos instalados, dificultados o processo de reconhecimento dos produtos instalados no ponto.

Este problema agrava-se para analisar as luminárias LED instaladas pois não existe identificação visível ao nível da rua quanto à sua potência ou fluxo luminoso.

2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.6. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 17% de braços tipo Leve I (dos quais 75% não tinham sapata de fixação) e não houve identificação de braços tipo Leve II. Atualmente apenas os braços Curto, Médio e Pesado são utilizados com padrão. Os braços do tipo médio representaram 43% dos encontrados durante o levantamento. A boa situação física dos braços levantados durante a etapa de visita de campo indica que os braços que estiverem no padrão da concessionária poderão ser aproveitados.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotossensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotossensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 6 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.



Figura 6 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Características do logradouro								Medição (luxímetro)			Requisito mínimo NBR5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,65	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braco	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Illuminância média medida	Uniformidade e medida	Illuminância média mínima (Emeda)	Uniformidade e mínima (U)
	Dumont						Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Características do logradouro							Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR 5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço, entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Afonso Torresi						Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Niterói	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,37	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 7 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de
Minas



Rua Alves Corrêa – Concelção dos Ouros



Rua Maestro Oriando Alves Corrêa –
Concelção dos Ouros

Figura 7 – Registro fotográfico de algumas vias visitadas durante o período noturno.



3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios públicos de Inconfidentes, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 8 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Inconfidentes

Cód *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	AEU043002855	3003299482	Administração	Prefeitura Municipal	Rua Engenheiro Alvares Maciel, 190 - Centro	Bifásico	421
2A	APD118018053	3011072219	Administração	Velório Municipal	Rua Marília De Dirceu, 797 - Centro	Bifásico	131
3A	BMP947000535	3004947588	Educação	Esc. Mun. Americo Bonamichi	Rua Barbara Heliodora 507 - Centro	Trifásico	914
4A	APB095002170	3010314002	Educação	Biblioteca Municipal	Rua Padre Oliveira Rolim 143 - Centro	Bifásico	187
5A	x	x	Educação	Creche Mun. Augusto José	Rua Marília De Dirceu 562	x	x
6A	BMO947000389	3005345914	Esporte/Lazer	Poliesportivo/Campo De Futebol	Rua Tomaz Antonio Gonzaga 99999 - Centro	Trifásico	98
7A	APB087032089	3003299484	Saúde	Ubs Ver Miguel Vilas Boas	Rua Engenheiro Alvares Maciel 168 - Centro	Bifásico	806
8A	AHN860008304	3003299485	Saúde	Psf- Prog Saúde Familiar	Rua Padre Oliveira Rolim 99 - Centro	Trifásico	444
9B	APB087032091	3003299483	Administração	Pm Inconfidentes	Rua Engenheiro Alvares Maciel 190 - Centro	Bifásico	1.163
10B	AJV971001571	3003462636	Administração	Pm Inconfidentes Repetidor De Tv	Rua Sargento Mor Toledo Piza 145 - Centro	Monofásico	625
11B	APC131007998	3011246109	Administração	Pm Inconfidentes Portal	Rd Mg 259 999 -Km2	Bifásico	54
12B	BMW905000289	3007291739	Administração	Pm Inconfidentes	Rua Claudio Manoel Costa 214 - Centro	Trifásico	102

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Cód *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
13B	AME112026417	3003299478	Administração	Pm Inconfidentes Quartel P Militar	Av. Alvarenga Peixoto 178 - Centro	Monofásico	60
14B	APD159040710	3012287811	Administração	Outdoor Da Ponte	Rd Otacilio Bonamichi 8888 - Santa Isabel	Bifásico	173
15B	APD126033131	3011465264	Administração	Pm Inconfidentes Pça Carlos Toledo	Rua Padre Carlos De Toledo 999- Centro	Bifásico	21
16B	APG192074524	3014288539	Administração	Obra Rodoviária	Rua Barbara Heliodora 114 -Centro	Trifásico	15
17B	AEU886000561	3010682036	Administração	Pm Inconfidentes	Rua Sebastião Alves B. Monjolinho 270 - Area Rural	Bifásico	-
18B	ARB137016349	3012069710	Administração	Padrão Canteiro Av. Peixoto	Av. Alvarenga Peixoto 451 -Centro	Trifásico	-
19B	APD159040711	3012275450	Administração	Outdoor Trevo	Rd Otacilio Bonamichi 999- Santa Isabel	Bifásico	-
20B	APD175099119	3013639392	Água E Esgoto	Bomba D'água Romas	Estrada Dos Romas 9999 - Area Rural	Bifásico	325
21B	APB095002208	3003299493	Educação	Pm Inconfidentes Ee Rogerio B Souza	Est Boa Ventura 850 - Area Rural	Bifásico	166
22B	AJP958001463	3004255415	Educação	Pm Inconfidentes Em Afonso F Costa	Est Boa Vista 780 - Area Rural	Monofásico	73
23B	AJW008000046	3005727151	Educação	Pm Inconfidentes Em J G Martinez	Est Soledade Do Mogi 99999 - Area Rural	Monofásico	-
24B	ARK191001103	3014069923	Esporte/Lazer	Padrão 150 Festas	Av Alvarenga Peixoto 455 - Centro	Trifásico	309
25B	BQR977000805	3004811271	Esporte/Lazer	Pm Inconfidentes Pq Exposições	Rua Prefeito Afonso Troyse 600 - Centro	Trifásico	92
26B	AJK175001915	3013484217	Esporte/Lazer	Campo De Futebol Boa Ventura	Estrada Boa Ventura 999 - Area Rural	Monofásico	13
27B	ARB087003440	3010202488	Esporte/Lazer	Pm Inconfidentes Quiosque P Esporte	Rua Prefeito Afonso Troyse 10 -Centro	Trifásico	24
28B	AJK175005773	3013114602	Esporte/Lazer	Campo Futebol Porantava	Estrada Porantava 999 - Area Rural	Monofásico	-
29B	APD167053852	3013172696	Saúde	Farmacia De Minas	Av Alvarenga Peixoto 999 - Centro	Bifásico	1
Total							6.217

*O código com a letra A indica as unidades que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada acima. O código com a letra B indica as unidades que não foram visitadas.

Considerando a tarifa média de R\$ 0,8278 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 5.146,12 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

Foram identificadas aproximadamente 633 luminárias, agrupadas em 9 tipos, nas 08 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.



Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	169 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	196 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	37 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	28 unidades
LUM 5	Refletor	145 unidades
LUM 6	Projetor LED	19 unidades
LUM 7	Luminária de sobrepor retangular LED	21 unidades
LUM 8	Luminária de sobrepor retangular x1 lâmpada (120 cm)	14 unidades
LUM 9	Luminária de iluminação pública convencional	4 unidades
Total		633 unidades

3.3.2. Lâmpadas:

Foram identificadas também 839 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	189 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	74 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	406 unidades
LAMP 4	Lâmpada Halógena	4 unidades
LAMP 6	Lâmpada mista	16 unidades
LAMP 7	Lâmpada LED tubular (120 cm)	21 unidades
LAMP 8	Vapor metálico de 200 W	4 unidades
LAMP 9	Vapor metálico de 400 W	125 unidades
Total		839 unidades

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Inconfidentes.



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Creche C. Augusto Jose de C.



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2
lâmpadas (120 cm)
Local: Biblioteca



LUM 5 - Refletor
Local: Poliesportivo



LUM 3 – Luminária de sobrepor retangular
x2 lâmpadas (60 cm)
Local: Prefeitura



LUM 7 - Luminária de sobrepor retangular
LED
Local: Velório Municipal



LUM 8 - Luminária de sobrepor retangular x1
lâmpada (120 cm)
Local: Creche C. Augusto Jose de C.

Figura 9 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser efficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Inconfidentes, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Inconfidentes conclui em um total de 1.416 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, constatou-se uma predominância de luminárias do tipo sobrepôr, retangular, com lâmpadas fluorescentes, além de alguns projetores com lâmpadas a vapor de sódio ou metálico.

Dessa forma, pode-se concluir que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 37 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 6.217 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 1.730 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 220 kWp. O consumo energético remanescente (26.356 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 41%.

4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

Para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios

¹ O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).



públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo para identificar possíveis áreas e demais soluções de engenharia do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Inconfidentes, foi dimensionada uma redução de aproximadamente 41% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 7.

Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas², que por sua vez já estão depreciadas³.

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 7 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de Lâmpada ou Luminária	Potência (W)	Potência (W)	Quantidade (UN)
Vapor de Mercúrio	250	61	4
	125	52	44
	80	42	93
Vapor de Sódio	250	83	12
	150	61	71
	100	52	460
	70	42	109
	150	61	49
Multi Vapor Metálico	150	52	2
LED	150	110	8

² Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

³ Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente a antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.



Tipo de Lâmpada ou Luminária	Potência (W)	Potência (W)	Quantidade (UN)
	140	110	1
	100	61	55
	90	61	120
	80	52	46
	40	42	2
TOTAL			1.076

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento⁴ na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R\$ 1.332,43 resultando no custo total de R\$ R\$ 1.433.691,09.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Inconfidentes possui aproximadamente 1.416 pontos de iluminação. Como estimativa de orçamento⁴ para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerou um custo por ponto de R\$ 602,51 resultando no custo total de R\$ 853.154,16.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Inconfidentes possui, possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 37 kWp. Como estimativa de orçamento² para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, considerou um custo por kWp de R\$ 6.000,00, resultando no custo estimado total de R\$ 224.350,00.

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Inconfidentes possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 220 kWp. Como estimativa de orçamento⁴ para a construção das usinas para iluminação pública, considerou um custo por kWp de R\$ 6.600,00, resultando no custo estimado total de R\$ 1.449.606,40.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 8 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação de sistemas solares conectados à rede para o município de Inconfidentes.

Tabela 8 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 1.433.691,09	R\$ 853.154,16	R\$ 224.350,00	R\$ 1.449.606,40
Total	R\$ 3.960.801,65			



ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS
DA MICRORREGIÃO DO
MÉDIO SAPUCAÍ

DIAGNÓSTICO DE ENGENHARIA
DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA, DA ILUMINAÇÃO
(INTERNA E EXTERNA) E DAS REDES ELÉTRICAS
DE PRÉDIOS PÚBLICOS, COM DEFINIÇÃO DE
CAPEX NECESSÁRIO À MELHORIA DA
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO E
INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

IPUIUNA

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Sumário

1. Introdução.....	4
2. Iluminação Pública	4
2.1. Introdução	4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município	4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente	5
2.2.1. Metodologia	5
2.2.2. Tipologias encontradas	6
2.2.2.1. Lâmpadas.....	6
2.2.2.2. Luminárias	6
2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos.....	8
2.2.2.4. Balastros	8
2.2.2.5. Braços e suportes.....	8
2.2.2.6. Postes	8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública.....	8
2.3.1. Introdução	8
2.3.2. Refratores de policarbonato danificados.....	9
2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator .	10
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação	10
2.3.5. Braços e suportes.....	10
2.4. Medições luminotécnicas.....	10
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	10
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	11
2.4.3. Resultados	11
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	16
3.1. Introdução	16
3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados	16
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	17
3.3.1. Luminárias	17
3.3.2. Lâmpadas.....	18
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	19
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	19



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



3.4.	Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	20
4.	Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR.....	20
4.1.	Introdução	20
4.2.	Capacidade estimada	21
4.2.1.	Relatório fotográfico.....	21
4.3.	Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR	22
5.	Orçamentos – CAPEX.....	23
5.1.	Iluminação pública	23
5.2.	Iluminação dos prédios públicos.....	24
5.3.	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	24
5.4.	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	25
5.5.	Resumo do CAPEX.....	25

((31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG

1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Ipuina/MG, membro da Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Ipuina, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	32 unidades consumidoras	912 pontos de IP
Consumo médio mensal	8.786 kWh	53.636 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,7737	B4a – R\$ 0,4103
Despesa média mensal	R\$ 6.798,16	R\$ 22.004,30

2. Iluminação Pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Ipuina, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública do município, referente ao mês agosto de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública do município de Ipuina

Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (un)	Quantidade relés (un)	Potência total (kW)	Consumo* (kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	89,60	99	89	8,98	3.178,51
	125	13,75	138,75	430	387	60,13	21.288,53
	250	25,00	275,00	1	1	0,28	97,75
	400	40,00	435,00	59	53	25,79	9.130,4
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	36	32	3,02	1.084,44
	100	17,00	117,00	116	104	13,70	4.849,66
	150	22,00	172,00	79	71	13,67	4.841,18
	250	38,00	288,00	92	83	25,86	9.165,7
Total				912	820	151,47	53.636,17

*Considerando 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 12 vias distintas, totalizando 80 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 7.

Em todos os postes levantados existiam apenas uma luminária, à exceção dos pontos localizados nas esquinas, praças e trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.



Figura 1 - Poste de concreto circular com luminárias fechadas com lâmpada vapor de sódio de 250 W, localizado na via Rua Prefeito João Batista Filho.

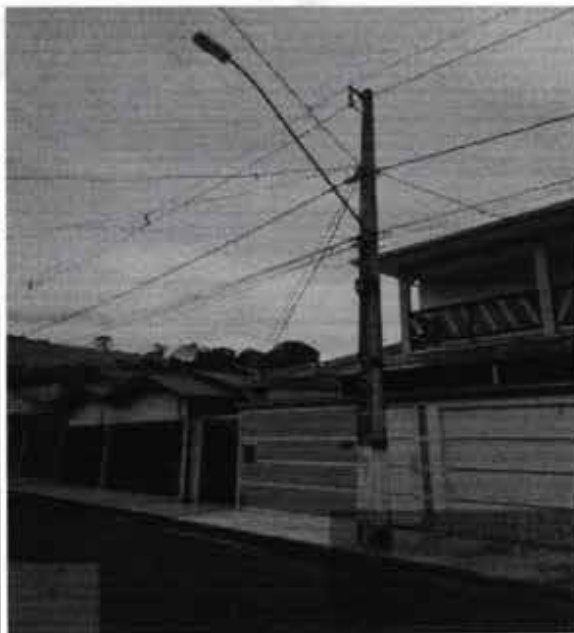


Figura 2 – Poste de do tipo concreto duplo T com luminárias fechadas com lâmpada vapor de sódio de 100 W, localizado na via Vereador José de Matos

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relés foto controladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Ipuina.

2.2.2.1. Lâmpadas

O principal tipo de lâmpada instalada na cidade é a de Vapor de Mercúrio, com destaque para as lâmpadas na potência de 125 W.

2.2.2.2. Luminárias

Cerca de 35% (323 pontos) das luminárias pesquisadas são do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro boros silicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé foto controlador.

Foi identificado também 65% (589 pontos) de luminárias abertas durante o levantamento.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Além dessas luminárias, foram identificadas luminárias ornamentais tipo bola com vidro leitoso em postes ornamentais.

O tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o fabricado em policarbonato. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano, poli curvo e com refrator em policarbonato.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

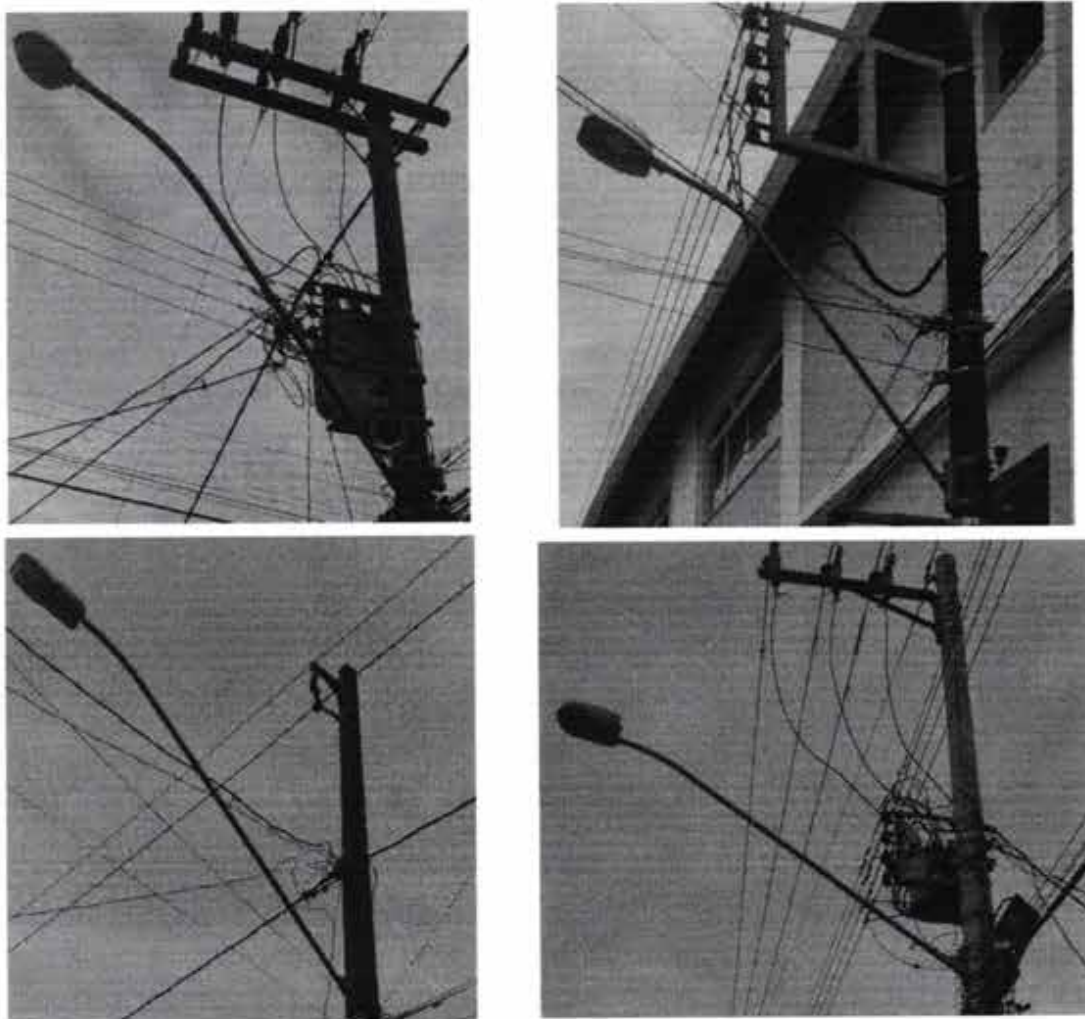


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

((31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

A maioria dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada, na própria luminária.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Mais de 65% (589 pontos) dos pontos pesquisados possuíam balastros do tipo externo. O restante (323 pontos) o balastro era do tipo integrado.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e demais vias visitadas, destacam-se os braços tipo médio com medidas no padrão da concessionária CEMIG, distribuidora local.

Já nas vias afastadas da área central e vias mais periféricas, foi identificada uma presença significativa de braços Leve I, ambos nas medidas padrão da concessionária CEMIG.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo circular. Também foram identificados utilização de postes do tipo concreto duplo T.

Nas praças do município, podem ser encontrados postes de aço reto em alturas diversas.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8,0 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 31 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas, apresentando passeios e meios fios

demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 10 m para vias de rolamento e 2,50 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Identificou-se também durante a etapa de levantamento de campo, rede de baixa tensão do tipo isolada, bem como rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 31 m a 42 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecida pelo município tendo o mês de agosto de 2022 como referência, está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública do município de Ipuina.

Foram encontrados 8 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Refratores de policarbonato danificados

Conforme pode-se verificar em alguns exemplos detalhados na Figura 4 abaixo, algumas luminárias pesquisadas encontravam-se com o refrator amarelado, quebrado ou mesmo faltando. Esse fato revela deficiência no processo de manutenção preventiva, o que acarreta agora na necessidade de substituição não só do refrator, mas de todo o conjunto.



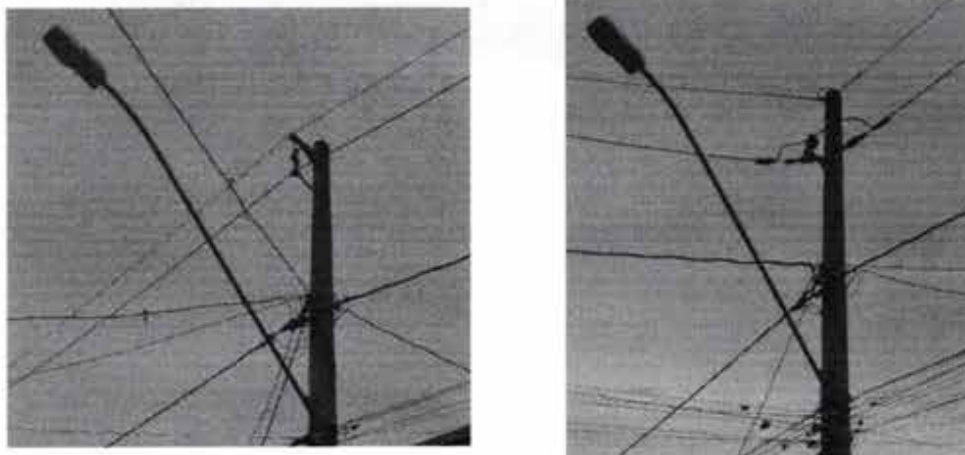


Figura 4 – Compilado de fotos exemplificando os refratores com defeito.

2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

As luminárias pesquisadas não estão devidamente etiquetadas, com a identificação de potência e tipo de equipamentos instalados, dificultando o processo de reconhecimento dos produtos instalados no ponto.

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.5. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

((31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotossensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotossensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 5 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.



Figura 5 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.



Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Características do logradouro							Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço, entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adellino	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20

((31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braco	Posteação	Espaço, entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima
	Gomes de Oliveira						Passeio	2,00 m	P3	3,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	9,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
Inconfidência							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,35 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	3,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	3,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	3,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	5,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Niterói	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência

((31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 6 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de
Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

Figura 6 – Registro fotográfico de algumas vias visitadas durante o período noturno.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 7 – Mapa cadastral do município de Ipuína com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

((31) 3653-5193
Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de Ipuina, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados

A avaliação da quantidade de unidades serem levantadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram visitadas 8 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a lista de unidades consumidoras do município visitadas no levantamento de campo, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (agosto de 2021 a agosto de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos visitados e não visitados

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
1A	3006464496	APJ222598213	Administração	SEMEC	Rua Joaquim Antônio, 228 - Centro	Bifásico	687
2A	3003299373	ABN886011013	Administração	Sede Municipal Prefeitura Ipuina	Rua Joao Roberto Silva, 40 - Centro	Monofásico	371
3A	3003299371	AGA704012268	Educação	Escola Vicentina de Aguiar Brandao	Av. JK Oliveira - Centro	Trifásico	926
4A	3007746425	AHU985000349	Educação	Creche Municipal Tereza Rodrigues de Souza	Rua Getúlio Vargas, 146 - Centro	Trifásico	540
5A	3005727149	BAC129000600	Esporte/lazer	Estádio Municipal Gênese Ipuina	Rua Joaquim Antônio - Centro	Trifásico	1.200
6A	3003933282	AHD019000216	Esporte/lazer	Poliesportivo Prof. Costa Ipuina	Rua Joao Vilela Reis, 50 - Centro	Trifásico	751
7A	3006424373	ARC107007167	Saúde	Posto de Saúde Ipuina	Rua Joao Batista Filho, 235 - Centro	Trifásico	1634
8A	3003479457	AEP917008988	Saúde	Consultório Odontológico Ipuina	Tv. Sebastiao Costa, 50 - Centro	Bifásico	592
9B	3001036104	ABN878027394	Administração	Almoxarifado Municipal Ipuina	Rua Joao Roberto Silva, 31 CS - Centro	Monofásico	993
10B	3005400291	AME112009504	Administração	Polícia Militar de Ipuina	Rua Joao Roberto Silva, 13 CO - Centro	Monofásico	423
11B	3003299375	AJE054005029	Administração	Torre de Tv Irio Pardo Ipuina	Est Rio Pardo, 600 CO - Area Rural	Monofásico	362
12B	3011942014	AMH138102186	Administração	Quiosque Av Jk Oliveira Ipuina	Av Jk Oliveira, 1015 CS - Centro	Monofásico	200
13B	3010344376	API222013346 e AEP933000704	Administração	Palco PCA Maria C Franco Ipuina	PCA Maria Cândida Franco, 12 CX Palco - Centro	Bifásico	191



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cod.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
14B	3006813994	ABE9889017206	Administração	Torre Telefone B. Barreiro Ipuuna	Est Barreiro, 54 CX - Area Rural	Monofásico	188
15B	3011461858	ARB137016658	Administração	Cras Anésia Rodrigues Ipuuna	Rua Anésia R Felisberto, 92 CO - Mococa	Trifásico	122
16B	3003299374	ARB087018738	Administração	Oficina Mecânica Ipuuna	Rua Joaquim Antonio, 30 CS - Centro	Trifásico	88
17B	3004047993	AME112009497	Administração	Delegacia Policia Civil Ipuuna	Rua Felipe A Dantas, 27 CX - Centro	Monofásico	78
18B	3006835298	AME112009500	Administração	Deposito Geral Ipuuna	Av Jk Oliveira, 584 CX - Centro	Monofásico	68
19B	3003299372	AGR831002300	Administração	Garagem de Veiculos Ipuuna	Av Jk Oliveira, 530 CS - Centro	Trifásico	30
20B	3011222369	APD118102983	Administração	Outdoor Av Jk Ipuuna	Av Jk Oliveira, 1291 CO - Centro	Bifásico	0
21B	3011233277	APD118120959	Administração	Cemitério Municipal Ipuuna	Rua da Saudade, 6 CX - Mococa	Bifásico	0
22B	3003391451	ABN902033691	Educação	Escola Mun. Jesus Maria Jose Ipuuna	Est Tamanduá, 940 CX 2 - Area Rural	Monofásico	312
23B	3007095036	ABF024089729	Educação	Escola Mun. Bairro Zé Rosa Ipuuna	Est Jose Rosa, 610 EL - Area Rural	Monofásico	191
24B	3003408435	ABP909000587	Educação	Escola M Bráulio Siqueira Ipuuna	Est Barreiro, 945 CX - Area Rural	Monofásico	13
25B	3003391452	AME112009311	Educação	Escola Mun. B Sepultura Ipuuna	Est Sepultura, 960 CX - Area Rural	Monofásico	0
26B	3011106209	APD118025679	Esporte/lazer	Praça Vila do Marino Ipuuna	Av Geraldo F. Amaro, 999 CX - Vila do Marino	Bifásico	164
27B	3011515193	AME112154202	Esporte/lazer	Praça Bairro Barreiro Ipuuna	Est Barreiro, 999 CX - Area Rural	Monofásico	134
28B	3011106203	APD118025730	Esporte/lazer	Pracinha Mococa Ipuuna	Rua Mococa, 999 CX - Mococa	Bifásico	39
29B	3012149540	BAC129004573	Esporte/lazer	Praça Maria C. Franco Ipuuna	PCA Maria Cândida Franco, 99999 CX - Centro	Trifásico	0
30B	3011106244	APD118025600	Esporte/lazer	Pista de Skate Ipuuna	Rua Joao Ananias Franco, 999 CX - Centro	Bifásico	8
31B	3012421966	AMI149095146	Esporte/lazer	Quadra Futsal B Tamanduá Ipuuna	Est Tamanduá, 940 CX 2 - Area Rural	Monofásico	7
32B	3006464495	AME112009495	Saúde	Agendamento de Consultas	Rua Joao Roberto Silva, 39 CO - Centro	Monofásico	29
Total							8.786

*O código com a letra A indica as unidades que foram levantadas em campo, enquanto o código com a letra B indica as unidades que não foram levantadas em campo.

Considerando a tarifa média de R\$ 0,7737 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 6.798,16 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Nas 8 instalações visitadas, foram identificadas aproximadamente 659 luminárias, agrupadas em 9 tipos, conforme Tabela 5 a seguir.

((31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG

Tabela 5 – Tipos de luminárias levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E-27/40	344 unidades
LUM 2	Porta lâmpada Base E-27 (x2)	4 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 (120 cm)	101 unidades
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x4 (120 cm)	2 unidades
LUM 5	Luminária de sobrepor retangular x2 (60 cm)	17 unidades
LUM 6	Luminária Arandela	9 unidades
LUM 7	Luminária refletora	147 unidades
LUM 8	Projektor LED	23 unidades
LUM 9	Tubular Embutido	12 unidades
Total		659 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Nas 8 instalações visitadas, foram identificadas 764 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	120 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	44 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente compacta	331 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED tubular (120 cm)	90 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED tubular (60 cm)	2 unidades
LAMP 6	Lâmpada LED bulbo	22 unidades
LAMP 7	Incandescente	8 unidades
LAMP 8	Vapor de sódio de 400 W	16 unidades
LAMP 9	Vapor metálico de 400 W	126 unidades
LAMP 10	Lâmpada mista	5 unidades
Total		764 unidades



3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Ipuiluna.



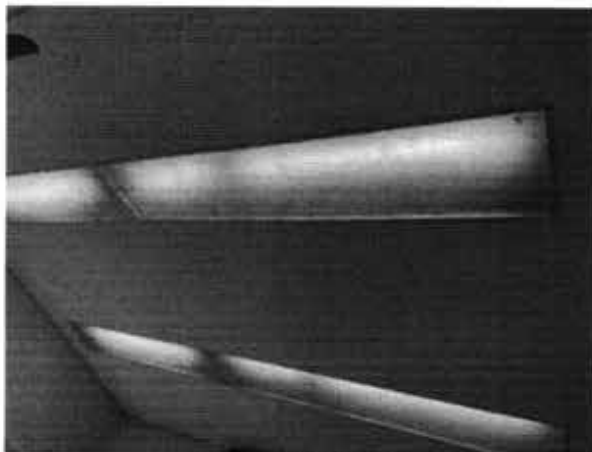
LUM 1 – Porta Lâmpada base E-27
Local: Unidade Odontológica Municipal, corredor interno.



LUM 3 - Luminária de sobrepor retangular x2 (120 cm)
Local: Creche e Pré Escola Ipuiluna, pátio principal



LUM 7 – Luminária refletor
Local: Estádio Municipal Genésio Doria Ramos, arquibancadas



LUM 9 – Tubular Embutido.
Local: Unidade de Saúde Básica de Ipuiluna, Ala medica



LUM 9 – Tubular Embutido.
Local: Unidade de Saúde Básica de Ipuiluna, consultório

Figura 8 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.



O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Ipuina, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Ipuina conclui em um total de 1.317 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, percebeu-se a predominância de porta-lâmpadas e luminárias de sobrepor retangulares convencionais com lâmpadas fluorescentes.

Identificou-se também utilização de lâmpadas LED tubulares instaladas nas luminárias retangulares, o que mostra que já existe uma atualização na tecnologia. Contudo, atenta-se que a utilização de luminárias LED integradas é mais adequada do que a simples troca da lâmpada em luminárias depreciadas e construídas para uso com lâmpadas incandescentes, de descarga e/ou fluorescentes.

Dessa forma, pode-se concluir que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 59 kWp. Foi considerada a



soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 8.786 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 1.750 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 156 kWp. O consumo energético remanescente (18.773 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 65%.

4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada dos espaços públicos visitados no levantamento, considerando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).

Tabela 7 - Relação das unidades identificadas de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
4A	3007746425	AHU985000349	Creche Tereza Rodrigues de Souza	Rua Getúlio Vargas, 146	Trifásico	Cerâmica	3.100	26	20
3A	3003299371	AGA704012268	E.M. Vicentina Aguiar	Av. JK Oliveira,	Trifásico	Fibrocimento	3.100	26	20
TOTAL							6.200	52	40

4.2.1. Relatório fotográfico

As figuras 9 a 12 a seguir apresentam algumas edificações, padrão de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e em áreas externas de responsabilidade da PM de Ipuina.

¹ O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).



Figura 9 – Telhado cerâmico da Creche Municipal Tereza Rodrigues de Souza



Figura 10 – Medidor eletrônico da Creche Municipal Tereza Rodrigues de Souza

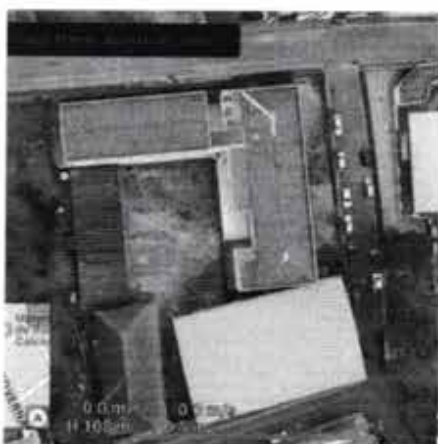


Figura 11 – Telhado de fibrocimento da Escola Municipal Vicentina de Aguiar Brandão

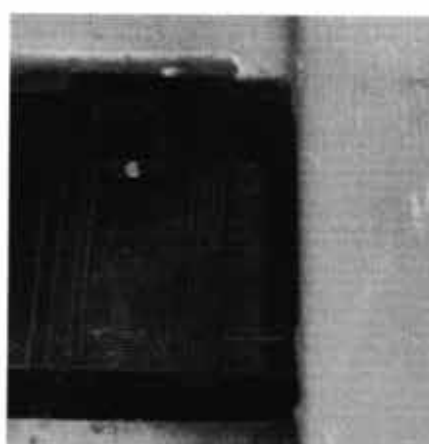


Figura 12 – Disjuntor da Escola Municipal Vicentina de Aguiar Brandão

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para o consumo de prédios públicos de no mínimo 6.200 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais.

Identificou-se também que, se houver aumento de carga na unidade Creche para padrão de 125 A o local torna-se capaz de produção de 5.500 kWh/ mês. Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 2.000 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando a autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Ipuina, foi proposto uma redução de aproximadamente 65% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado de forma resumida na Tabela 8 a seguir. Para definição das potências das luminárias LED propostas, foi considerado o fluxo luminoso das luminárias convencionais atualmente instaladas², que por sua vez já estão depreciadas³. Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	99
	125	52	430
	250	61	1
	400	110	59

² Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

³ Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente a antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.

((31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Sódio	70	42	36
	100	52	116
	150	52	79
	250	83	92
TOTAL			912

De forma, para estimativa do orçamento⁴ para a troca da iluminação pública do município, considerou um custo por ponto de R\$ 1.332,43, resultando no custo total de R\$ 1.215.173,12.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Ipuina possui aproximadamente 1.317 pontos de iluminação. Como estimativa de orçamento⁴ para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerou um custo por ponto de R\$ 602,41, resultando no custo total de R\$ 793.505,67.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Ipuina possui, possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 59 kWp. Como estimativa de orçamento⁴ para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, considerou um custo por kWp de R\$ 6.000,00, resultando no custo estimado total de R\$ 351.800,00.

⁴ Ver apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Ipuina possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 156 kWp. Como estimativa de orçamento⁴ para a construção das usinas para iluminação pública, considerou um custo por kWp de R\$ 6.600,00, resultando no custo estimado total de R\$ 1.032.493,00.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo do CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Ipuina.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 1.215.173,12	R\$ 793.505,67	R\$ 351.800,00	R\$ 1.032.493,00
Total	R\$ 3.392.971,79			



ASSOCIAÇÃO DOS
DA MICRORREGIAO DO
MÉDIO SAPUCAÍ



DIAGNÓSTICO DE ENGENHARIA
DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA, DA ILUMINAÇÃO
(INTERNA E EXTERNA) E DAS REDES ELÉTRICAS
DE PRÉDIOS PÚBLICOS, COM DEFINIÇÃO DE
CAPEX NECESSÁRIO À MELHORIA DA
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO E
INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

JACUTINGA

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Sumário

1. Introdução.....	4
2. Iluminação pública	4
2.1. Introdução	4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município.....	4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente	5
2.2.1. Metodologia.....	5
2.2.2. Tipologias encontradas.....	6
2.2.2.1. Lâmpadas.....	6
2.2.2.2. Luminárias	6
2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos.....	7
2.2.2.4. Balastros	8
2.2.2.5. Braços e suportes.....	8
2.2.2.6. Postes	9
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública	9
2.3.1. Introdução.....	9
2.3.2. Refratores de policarbonato danificados	10
2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator	10
2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação	10
2.3.6. Braços e suportes	11
2.2. Medições luminotécnicas.....	11
2.2.1. Malha para verificação detalhada.....	11
2.2.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância.....	11
2.2.3. Resultados	12
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	17
3.1. Introdução	17
3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados	17
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	22
3.3.1. Luminárias:.....	22
3.3.2. Lâmpadas:	22
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias.....	23
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	23
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	24



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR.....	24
4.1. Introdução	24
4.2. Capacidade estimada	25
4.2.1. Relatório fotográfico	25
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR	26
5. Orçamentos – CAPEX.....	27
5.1. Iluminação pública	27
5.2. Iluminação dos prédios públicos	28
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	28
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	29
5.5. Resumo do CAPEX.....	29



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do estado das redes elétricas das edificações públicas, visando à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, no município de Jacutinga/MG, pertencente à Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido para a Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Jacutinga, encontraram-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	109 unidades consumidoras	4.265 pontos de IP
Consumo médio mensal	136.676 kWh	214.654 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8127	B4A – R\$ 0,4783
Custo médio mensal com energia	R\$ 111.083,28	R\$ 102.678,88

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Jacutinga, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Jacutinga

Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (un)	Quantidade relés (un)	Potência total (kW)	Consumo* (kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	89,60	1	1	0,09	32,10
	125	13,75	138,75	720	648	100,68	35.639,37
	250	25,00	275,00	46	41	12,70	4.495,62
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	259	233	22,04	7.800,53
	100	17,00	117,00	1.860	1.674	219,63	77.747,50
	150	22,00	172,00	875	788	151,45	53.610,77
	250	30,00	280,00	16	14	4,50	1.592,02
	400	38,00	438,00	1	1	0,44	155,43
LED	60	0,00	60,00	36	32	2,20	778,39
	100	0,00	100,00	298	268	30,12	10.66298
	140	0,00	140,00	1	1	0,14	49,94
	150	0,00	150,00	117	105	17,68	6.257,34
	200	0,00	200,00	14	13	2,82	996,54
	250	0,00	250,00	2	2	0,50	177,76
Vapor Metálico	150	22	172	19	17	3,29	1.164,12
Total				4.255	3.838	568,28	201.160,44

*Considerando 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 27 vias distintas, totalizando 200 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 8.

Em todos os postes pesquisados existiam apenas uma luminária, à exceção de alguns pontos localizados nas esquinas, em praças ou trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.



Figura 1 - Poste de concreto Circular com lâmpada Vapor de Sódio, localizado na Rua Santo Antônio.

Figura 2 – Poste de concreto Circular com luminária LED, localizado na Avenida Senador Luiz Lisboa.

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relés foto controladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Jacutinga.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instaladas na cidade são do tipo vapor de sódio, com destaque para a lâmpada na potência de 100 W, seguida pela lâmpada a vapor mercúrio de 125 W.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de iluminação é composto por aproximadamente 3.011 pontos de luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro boros silicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé foto controlador, representando um total de 70% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam 18% (767 pontos) do total.

Foram identificadas luminárias LED (aproximadamente 11% do total) em vias de acesso (rodovia), vias centrais como na Avenida Senador Luiz Lisboa.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Além dessas luminárias, foram identificadas também luminárias ornamentais tipo bola em policarbonato leitoso instaladas em postes de aço ornamentais de 4,5 m.

O tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o fabricado em policarbonato. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano e poli curvo.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

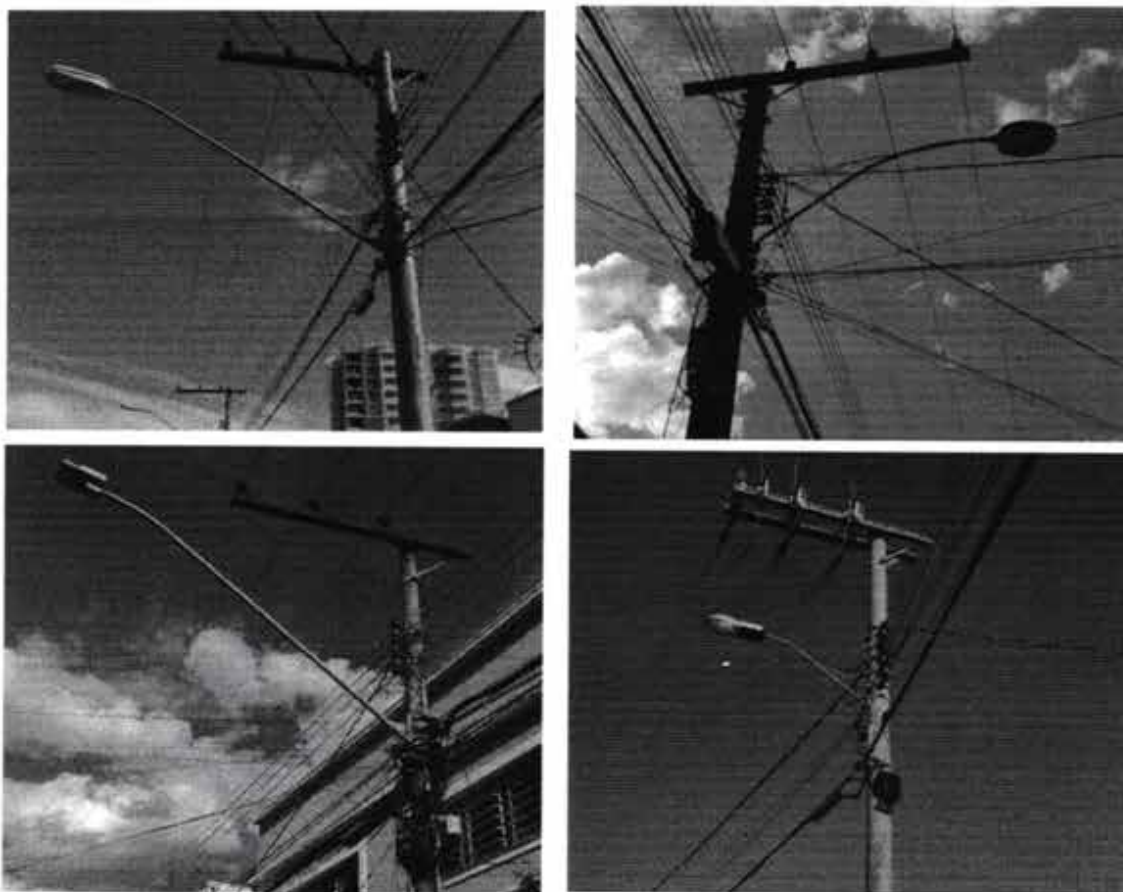


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

A maioria dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada externa, ou existente na própria luminária.



Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 71% do parque (3.030 pontos) possuem balastros do tipo integrado. Os balastros do tipo externo formam a quantidade de 767 unidades.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e vias principais se destacam os braços tipo médio, com medidas no padrão da CEMIG, distribuidora local.

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 18% de braços tipo leve I (dos quais 60% não tinham sapata de fixação) e não houve identificação de braços tipo leve II. Os braços do tipo médio representaram 67% dos encontrados durante o levantamento. Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados como padrão pela distribuidora de energia.

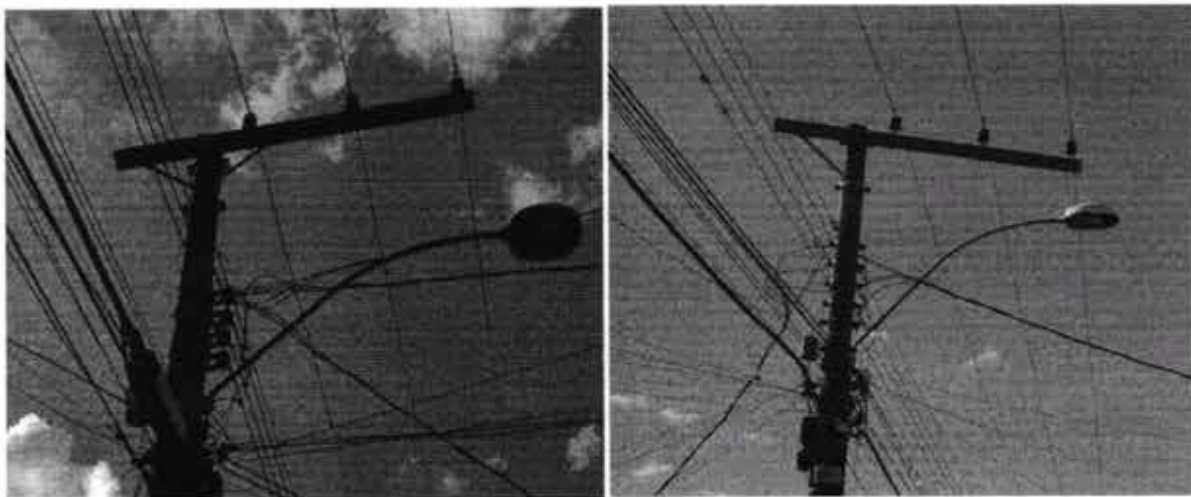


Figura 4 – Braços de iluminação pública tipo Leve I sem sapata de fixação.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo circular. Também foram identificados postes do tipo concreto DT.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 32 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da distribuidora.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 11,00 m para vias de rolamento e 2,80 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Identificou-se também durante a etapa de levantamento de campo, rede de baixa tensão do tipo isolada, bem como rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 30 m a 45 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecida pelo município tendo o mês de julho como referência está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública do município de Jacutinga.

Tendo em vista que foram encontrados 15 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Refratores de policarbonato danificados

Conforme se pode verificar em alguns exemplos detalhados na Figura 5 abaixo, identificou-se luminárias com o refrator em policarbonato amarelado, quebrado ou mesmo faltando. Esse fato revela deficiência no processo de manutenção preventiva, o que acarreta a necessidade de substituição não só do refrator, mas de todo o conjunto.

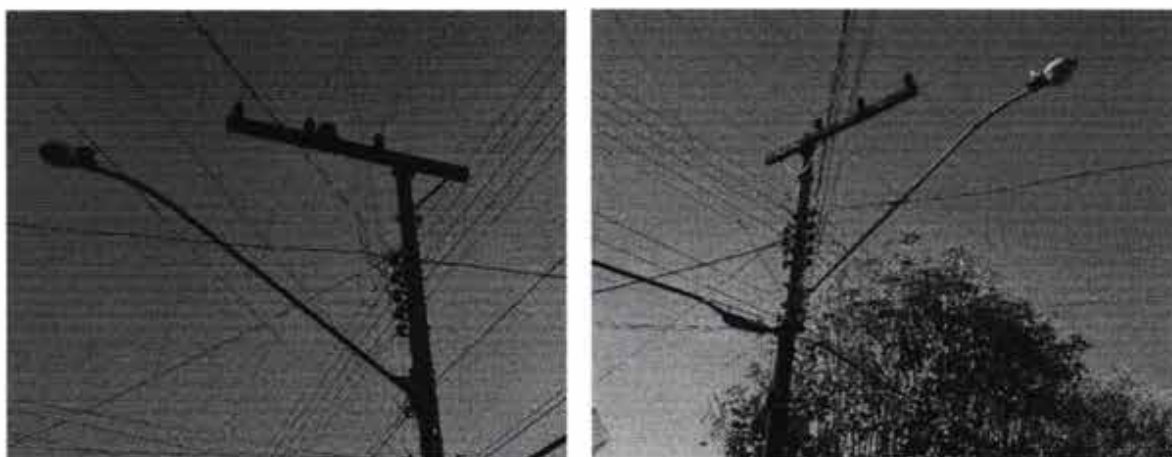


Figura 5 – Luminárias com refrator danificado (sem refrator e refrator amarelado)

2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

As luminárias pesquisadas não estão devidamente etiquetadas, com a identificação de potência e tipo de equipamentos instalados, dificultando o processo de reconhecimento dos produtos instalados no ponto.

As luminárias LED estão devidamente etiquetadas, facilitando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.



2.3.6. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.2. Medições luminotécnicas

2.2.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.2.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotossensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotossensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 6 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.



Figura 6 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo



2.2.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Características do logradouro							Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,59	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Características do logradouro										Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR 5101	
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Esp. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Illuminância média medida	Uniformidade e medida	Illuminância média mínima (fmeda)	Uniformidade e mínima (U)
	Kubitsch de Oliveira						Passeio	2,00 m	P3	11,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	9,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,62 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Niterói	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 7 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dora Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES.



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

Figura 7 – Registro fotográfico de algumas vias visitadas durante o período noturno.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

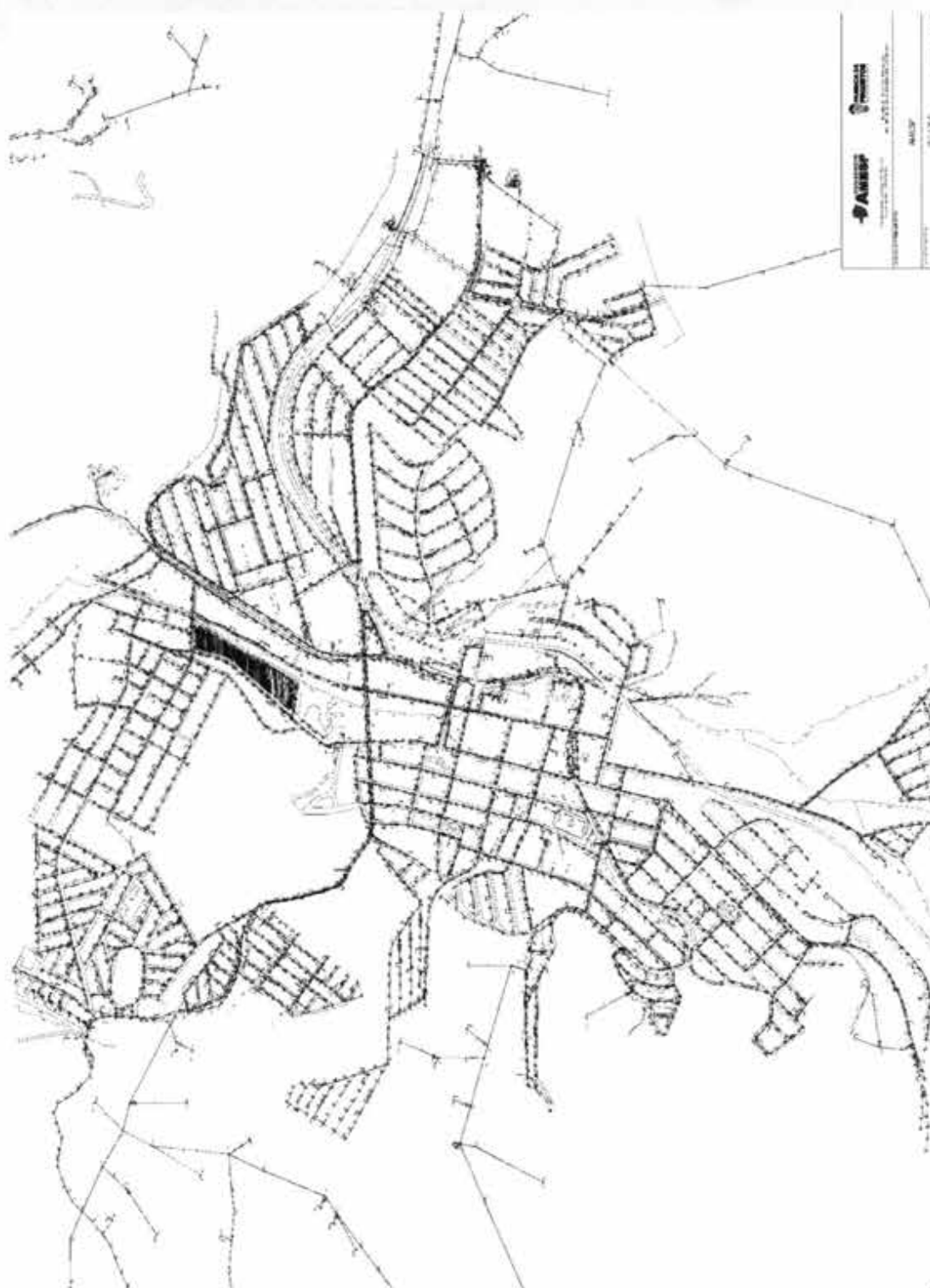


Figura 8 – Mapa cadastral do município de Jacutinga com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de Jacutinga, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados

A avaliação da quantidade de unidades serem levantadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram visitadas 8 unidades consumidoras de diferentes secretarias, como a Secretaria de Educação, de Saúde, de Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta uma listagem com os espaços públicos do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos visitados e não visitados

Cód. *	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
1A	3003299514	AHD043001524	Administração	P.M. Jacutinga Sede	Pça Jacutinga 758 Sede - Centro	Trifásico	2.376
2A	3006093555	AEA019032428	Administração	Cras Prefeitura Jacutinga	Pça Jacutinga 131 Cs - Centro	Bifásico	153
3A	3005289148	AHB988012285	Educação	P.M. Jacutinga Escola Vilma Peroni	Rui Luiz Donati 215 Cx - Jardim Alvorada/Jacutinga	Trifásico	762
4A	3006406528	AHD027012651	Educação	P.M. Jacutinga Creche	Rua Luiz Donati 230 Cx - Jardim Alvorada/Jacutinga	Trifásico	214
5A	3010418660	ARB095019101	Educação	P.M. Jacutinga Em Helena P Se Busiani	Rua Eduardo R De Lima 190 - Parque Coronel Renno/Jacutinga	Trifásico	581
6A	3005289150	AHB996008212	Educação	P.M. Jacutinga Escola Alfeu Duarte	Rua São Francisco Bauch 95 Cx - Centro	Trifásico	939
7A	30129117698	APD159129370	Educação	Esf Dona Alice Rodrigues Vieira	Tra Antônio M Florence 153 Cx - Parque Coronel Renno/Jacutinga	Bifásico	589
8A	3006753099	AHD027008785	Esporte/Lazer	P.M. Jacutinga Estádio Municipal	Rua Augusto F Wolf 98 Cx - Centro	Trifásico	298
9B	3014539559	ARN209000799	Administração	Secretaria De Ação Social	Pça Jacutinga 75 Fr - Centro	Trifásico	100
10B	3001574782	APA084018275	Administração	Creas	Rua Afonso Pena 427 Cx - Centro	Bifásica	23
11B	3003299515	1247648	Administração	P.M. Jacutinga Biblioteca	Pça Jacutinga 75 C X - Centro	Bifásica	427



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De instalação	Nome Da instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
12B	3003299510	APG192069484	Administração	Fonte Luminosa Pça. Francisco Rubim	Pça Francisco Rubim 9999 Co Nr 03 - Centro	Bifásica	635
13B	3003299511	AEA019035088	Administração	P.M. Jacutinga Sicotel	Rua Major Afonso 224 Cx - Centro	Bifásica	342
14B	3003299512	AHO887000572	Administração	P.M. Jacutinga Almoxarifado	Rua Afonso Pena 542 Cx - Centro	Trifásico	1.734
15B	3003299516	ARD118034086	Administração	P.M. Jacutinga Garagem	Rua Jose Ribeiro 386 Cx - Centro	Trifásico	139
16B	3003299521	AHN878009469	Administração	P.M. Jacutinga Mercado Municipal	Rua Floriano Peixoto 450 Co - Centro	Trifásico	533
17B	3003299528	APG192070239	Administração	P.M. Jacutinga Cemitério	Rua Da Saudade 9999 Cx - Centro	Bifásico	363
18B	3003299534	APD126130252	Administração	P.M. Jacutinga Torre De Tv	Est Alto Alegre 1 Cx - Área Rural/Jacutinga	Bifásico	4.032
19B	3004237391	AFD51014439	Administração	P.M. Jacutinga Velório	Rua Da Saudade 13 Cx - Centro	Bifásico	392
20B	3004389727	AHW958004878	Administração	P.M. Jacutinga Posto De Combustível	A Senador Luiz Lisboa 2 Cx - Centro	Trifásico	383
21B	3006522705	AFG036016242	Administração	P.M. Jacutinga Mercado Municipal	Pça Dr Sebastião Sousa 56 Co - Centro	Bifásico	426
22B	3006834146	AHB061003761	Administração	P.M. Jacutinga Estação	Pça Delfim Moreira 1500 Cx B - Centro	Trifásico	492
23B	3007199405	AEU050022224	Administração	P.M. Jacutinga Delegacia De Policia	Rua Ambrosina C Vieira 10 Cx - Centro	Bifásico	659
24B	3007415460	AME112009447	Administração	P.M. Jacutinga	Rua Júlio Brandão 578 Co - Centro	Monofásico	0
25B	3007492334	ABG069059675	Administração	P.M. Jacutinga Torre De Tv	Est. São Sebastião Dos Robertos 605 Co - São Seb Rob/Jacutinga.	Monofásico	199
26B	3010166583	ARB087000752	Administração	Galpão Asilo	Rua Marechal Deodoro 1064 - Centro	Trifásico	1
27B	3011301420	ARD118013384	Administração	P.M. Jacutinga Museu Do Tricô	Pça Francisco Rubim 15 Cs - Centro	Trifásico	200
28B	3011374107	AME112180399	Administração	P.M. Jacutinga Sem L Lisboa Antônio	Av. Senador Luiz Lisboa 999 Cx - Centro	Monofásico	11
29B	3011374108	AME112180387	Administração	P.M. Jacutinga Sem Est Ferroviária	Av Senador Luiz Lisboa 9999 Cx - Centro	Monofásico	27
30B	3011374109	AMD100124183	Administração	P.M. Jacutinga Sem Marechal Deodoro	Rua Marechal Deodoro 999 Cx - Centro	Monofásico	154
31B	3011415709	ARD118033096	Administração	P.M. Jacutinga Perg Américo Prado 615	Rua Américo Prado 615 Cx - Centro	Trifásico	74
32B	3011415734	ARD118003433	Administração	P.M. Jacutinga Perg Américo Prado 775	Rua Américo Prado 775 Cx A - Centro	Trifásico	59
33B	3011415738	ARD118003437	Administração	P.M. Jacutinga Perg Sen. Lisboa 140	Av Senador Luiz Lisboa 140 Cx A - Centro	Trifásico	139
34B	3011415760	ARD118003435	Administração	P.M. Jacutinga Perg Sen. Lisboa 145	Av Senador Luiz Lisboa 145 Cx A - Centro	Trifásico	66
35B	3011691872	APC131060453	Administração	P.M. Jacutinga Portal Chegada Itapira	Av Minas Gerais 1500 Cx - Jardim Dea/Jacutinga	Bifásico	137
36B	3011691878	APD159041680	Administração	P.M. Jacutinga Portal Chegada O Fino	Av Brasil 207 Cx - Centro	Bifásico	73
37B	3014260255	APH195080979	Administração	Prefeitura Munic. Jacutinga	Rua Saturno 25 Cs - Estancia Dos Vieiras/Jacutinga	Trifásico	0
38B	3014547452	AMH195109729	Administração	Prefeitura Munic. Jacutinga	Rua São Salvador Muscas 26 Ip - Nossa S Bom Conselho/Jacutinga	Monofásico	-
39B	3012346895	ARC123022215	Administração	Fatura Prédio Público Poço Artesiano	Av Um 474 Cx - Alto São Pedro/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	1.528
40B	3011510387	ARC123016871	Água E Esgoto	P.M. Jacutinga Cs Bomb Flamboyante	Rua Das Rosas 9999 Cx - Vale Das	Trifásico	7.600

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
					Flores/Jacutinga		
41B	3013118458	ARC172001704	Administração	Bombeamento De Água	Rua Um 99999 Ip - Jardim Vale Verde/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	7.137
42B	3014374169	ARK181023433	Água E Esgoto	Bombeamento De Água Campo Belo	Rua Pau Brasil 11 Cx - Parque Campo Belo	Água e Esgoto e Saneamento	5.683
43B	3011572482	ARD118012607	Água E Esgoto	Bombeamento De Água Vale Verde	Rd MG 290 10 Co 83 - Km 80	Água e Esgoto e Saneamento	1.522
44B	3013805092	ARI172003782	Água E Esgoto	Bombeamento De Água	Rua Pico Da Bandeira 350 Cs - Vale Das Montanhas/Jacutinga	Trifásico	745
45B	3014379542	APH203002142	Água E Esgoto	Bomba D' Água Green Ville	Rua Est Municipal Jacutinga 587 Cs - Área Urbana	Bifásica	295
46B	3014619362	ARM206006677	Água E Esgoto	Bomba D' Água Estancia Dos Vieiras	Est Estancia Dos Vieiras 1655 Cx - Estancia Dos Vieiras/Jacutinga	Trifásico	4.182
47B	3012257082	ARB137016779	Água E Esgoto	Eta Verde Vale	Rua Noé L Ferreira 566 Cx - Coronel Renno/Jacutinga	Trifásico	3.772
48B	3012384678	ARC123043481	Água E Esgoto	Poço Artesiano Quinta Das Palmeiras	Palmeira Real 999 Cx - Área Rural/Jacutinga	Trifásico	370
49B	3012786580	ARC149012605	Água E Esgoto	Reservatório De Água São Francisco	Rua Seis 680 Cx - Jardim Vale Verde/Jacutinga	Trifásico	1.506
50B	3013829406	ARI80002804	Água E Esgoto	Bomba D' Água Bairro Cesar Matile	Rua Abrão Rafaeli 20 Cx - Vila Cesar Matile/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	3.018
51B	3013832410	ARI80002571	Água E Esgoto	Bomba D' Água Bairro Vila Nazaré	Rua Hebron 114 Cx - Vila Nazaré/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	54
52B	3014013003	ARI180006158	Água E Esgoto	Bomba D' Água Campo Belo	Rua Dos Ypes 12 Cs - Jardim Flamboyant	Água e Esgoto e Saneamento	686
53B	3003299522	ARC149012607	Água E Esgoto	P.m. Jacutinga Bomba D'água	Rua Siloe 9999 Cx - Vila Nazaré/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	236
54B	3003299537	ARI172004017	Água E Esgoto	P.m. Jacutinga Bomba D'água	Rua Conego Macário Almeida 10 Cx - Sapucaí Felho/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	4.325
55B	3003672142	ARC172005515	Água E Esgoto	P.m. Jacutinga Bomba D'água	Est Sapucaí 7 Cx - Área Rural/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	3.567
56B	3003839765	ARD118033723	Água E Esgoto	P.m. Jacutinga Bomba D'água	Rua Hebron 54 Cx - Vila Nazaré/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	3.759
57B	3004193640	ARC172001755	Água E Esgoto	Eta Verde Vale	Granja Renno 99999 Ch - Bairro Água Espraiada/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	9.242
58B	3004389728	AHW958004876	Água E Esgoto	P.m. Jacutinga Tratamento De Água	Rua Jose Adami Neto 245 Cx - Jardim Bela Vista/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	13.489
59B	3005887925	ARC123038753	Água E Esgoto	P.m. Jacutinga Bomba De Esgoto	Rua Doutor Erasmo Queiros 9999 Co - Monsenhor Dutra/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	194
60B	3007431349	ARC149012623	Água E Esgoto	P.m. Jacutinga Bomba D'água	Rua Jose Gonzaga Vieira 2 Bg - Vila Cesar Matile/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	6.410
61B	3010120371	ODB166100155	Água E Esgoto	P.m. Jacutinga Est Bombeamento Água	Est Estancia Dos Vieiras 9999 - Estancia Dos	Água e Esgoto e	12.944

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
					Vieiras/Jacutinga	Saneamento	
62B	3011393246	AJK183009003	Água E Esgoto	P.m. Jacutinga Bb Água Sítio Cascata	Sítio Cascata 9999 Cx - Área Rural/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	2.618
63B	3012864819	ARC156013469	Água E Esgoto	Bomba 1 Residencial Bouganville	Rua J- Residencial Bouganville 233 Cx - Área Urbana	Água e Esgoto e Saneamento	5
64B	3013003460	APD167026031	Água E Esgoto	Bomba D' Água 1 S Robertos	Rua Leonardo De Melo 28 Cx - São Seb. Rob/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	1.849
65B	3013003464	APD167027966	Água E Esgoto	Bomba D' Água 2 S. S. Robertos.	Est. São Sebastião Dos Robertos 999 Cx - São Seb. Rob/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	1.987
66B	3013323453	ARC1564013517	Água E Esgoto	Bomba D' Água Boa Vista	Rua Doutor João Alves 291 Cx - Boa Vista/Jacutinga	Água e Esgoto e Saneamento	41
67B	3007482507	ARD118016606	Educação	P.m. Jacutinga Escola	Rua Afonso Figueiredo 1115 Cx - Parque Coronel Renno/Jacutinga	Trifásico	269
68B	3007589918	BKX822000335	Educação	P.m. Jacutinga Secretaria Educação	Rua Alcides J Peroni 730 Co - Centro	Trifásico	342
69B	3007595527	AHU068005460	Educação	P.m. Jacutinga Escola Alfeu Duarte	Rua Barão Rio Branco 600 Es - Centro	Trifásico	776
70B	3013765311	APD163023260	Educação	Iluminação Escola Jardim Colina II	Rua Argentina 111 Cx - Parque Das Nações/Jacutinga	Bifásica	151
71B	3003299530	AME112061559	Educação	P.m. Jacutinga Em S Dos Robertos	Est São Sebastião Dos Robertos 33310 El - São Seb Rob/Jacutinga	Monofásica	286
72B	3003299535	APG192069501	Educação	P.m. Jacutinga Escola São Luiz	Est. São Luiz 64 Cx Nr 65 - São Luiz/Jacutinga.	Bifásica	516
73B	3010251604	ARB087023532	Educação	P.m. Jacutinga Escola Infantil	Rua Seis 88 - Jardim Vale Verde/Jacutinga	Trifásico	187
74B	3004712134	APD175078858	Educação	P.m. Jacutinga Escola Sapucaí	Via Dos Ferroviários 1250 Cx - Sapucaí Felho/Jacutinga	Bifásica	414
75B	3011443834	ARD118003440	Educação	P.m. Jacutinga Secretaria De Educação	Rua Barão Rio Branco 632 Cs - Centro	Trifásico	1.562
76B	3004735737	AFF974011549	Educação	P.m. Jacutinga Creche	Rua Hebron 110 Cx - Vila Nazaré/Jacutinga	Bifásica	178
77B	3011514846	ARC123008982	Educação	P.m. Jacutinga Emei Parque Das Nações	Rua Alemanha 323 Cx - Parque Das Nações/Jacutinga	Trifásico	419
78B	3005478304	ABN902027393	Educação	P.m. Jacutinga Escola	Rua Afonso Figueiredo 9999 Cx - Parque Coronel Renno/Jacutinga	Monofásica	31
79B	3005678329	ARB095017502	Educação	P.m. Jacutinga Em Mlc Hel Farhat	Rua Vereador João De Melo Bueno 15 Es - Vila Esperança/Jacutinga	Trifásico	309
80B	3006627801	AHB038002387	Educação	P.m. Jacutinga Creche	Rua Vereador João De Melo Bueno 21 Cx - Vila Esperança/Jacutinga	Trifásico	367
81B	3006797497	AHB038002839	Educação	P.m. Jacutinga Ensino Infantil	Rua Alemanha 43 El - Parque Das Nações/Jacutinga	Trifásico	-
82B	3001753533	ARB087018812	Esporte/Lazer	Clube Littero Recreat Jacutinguense	Pça Francisco Rubim 105 Co - Centro	Trifásico	201
83B	3003299520	ARC107017966	Esporte/Lazer	P.m. Jacutinga Ginásio De Esportes	Rua Augusto F Wolf 72 Cx - Centro	Trifásico	1.330

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
84B	3003299525	BMP871002914	Esporte/Lazer	P.m. Jacutinga Parque De Exposições	Rua Francisco Bauch 9999 Cx - Centro	Trifásico	500
85B	3003299532	AML203033540	Esporte/Lazer	P.m. Jacutinga Coreto Da Praça	Est São Sebastião Dos Robertos 33310 Cx - São Seb Rob/Jacutinga	Monofásico	6
86B	3005091882	ARI172003874	Esporte/Lazer	P.m. Jacutinga Estádio Municipal	Est São Luiz 365 Cx Nr 2 - São Luiz/Jacutinga	Trifásico	164
87B	3006522706	ABO039030610	Esporte/Lazer	P.m. Jacutinga Estádio Municipal	Av Capitão Vidal 3680 Cx - Sapucaí Novo/Jacutinga	Monofásico	1
88B	3006711348	AEU043002988	Esporte/Lazer	P.m. Jacutinga Quadra De Esportes	Rua Eduardo E De Lima 150 Qd - Parque Coronel Renno/Jacutinga	Bifásico	243
89B	3007046687	AHN951001661	Esporte/Lazer	Quilisque Do Lago Municipal	Rua João Rafaelli 6 Co - Centro	Trifásico	4.680
90B	3007076784	AEU0430224692	Esporte/Lazer	P.m. Jacutinga Campo De Futebol	Rua Leonardo De Melo 26 Cx - São Seb Rob/Jacutinga	Bifásico	39
91B	30073121405	AHN951004846	Esporte/Lazer	P.m. Jacutinga Est Mun. F Rafaelli	Rua Alemanha 135 Cx - Parque Das Nações/Jacutinga	Trifásico	409
92B	3007319010	AEA058003137	Esporte/Lazer	P.m. Jacutinga Vestiário Est De Futebol	Rua Alemanha 324 Cx - Parque Das Nações/Jacutinga	Bifásico	0
93B	3007756210	AHF073013457	Esporte/Lazer	P.m. Jacutinga Ginásio Poliesportivo	Rua Luiz Donati 253 Cx - Jardim Alvorada/Jacutinga	Trifásico	496
94B	3010058553	APD118124289	Esporte/Lazer	P.m. Jacutinga Qd Esp. Vale Primavera	Rua Nélio Nicoli - Santa Helena/Jacutinga	Bifásico	219
95B	3010232539	ARB087004566	Esporte/Lazer	Fonte Luminosa Pça. Francisco Rubim	Pça Francisco Rubim 93 - Cento	Trifásico	679
96B	3011450420	ARD118013171	Esporte/Lazer	P.m. Jacutinga Gin Esp. Vila Esperança	Rua Sebastião Oliveira 252 Cx - Vila Esperança/Jacutinga	Trifásico	654
97B	3011695697	ARC123016881	Esporte/Lazer	Piscina Do Lago	Rua João Rafaelli 603 Cx - Centro	Trifásico	386
98B	3011969530	APD159041390	Esporte/Lazer	Bosque Municipal Antônio Alberti	Rua Rio De Janeiro 330 Cx - Jardim Dea/Jacutinga	Bifásico	-
99B	3012887238	AMI149041097	Esporte/Lazer	Praça Brasília	Rua Vitória 48 Cx - Centro	Monofásico	37
100B	3012184363	ARC149001586	Esporte/Lazer	Psf Jardim São Pedro	Rua Três 12 Cs - Alto São Pedro/Jacutinga	Trifásico	547
101B	3001574881	ARD1148030870	Saúde	Sede Secretaria Municipal De Saúde	Rua Major Afonso 217 Co - Centro	Trifásico	452
102B	3003299507	APD159039561	Saúde	Sede Secretaria Municipal De Saúde	Rua Américo Prado 847 Cx - Centro	Bifásico	98
103B	3003299527	APD118122957	Saúde	P.m. Jacutinga Posto De Saúde	Rua Marechal Deodoro 995 Cx - Centro	Bifásico	974
104B	3003299531	AME112061550	Saúde	P.m. Jacutinga Posto De Saúde	Est. São Sebastião Dos Robertos 33310 Os - São Seb Rob/Jacutinga	Monofásico	36
105B	3003299540	AFO044001394	Saúde	P.m. Jacutinga Posto De Saúde	Via Dos Ferroviários 960 Cx - Sapucaí Felho/Jacutinga	Bifásico	45
106B	3007747893	AHQ879012560	Saúde	P.m. Jacutinga Psf Jose Adami Neto	Rua Seis 70 Ct - Jardim Vale Verde/Jacutinga	Trifásico	591
107B	3011187365	ARD118001534	Saúde	P.m. Jacutinga Ubs Rua Alemanha	Rua Alemanha 186 Cs - Parque Das Nações/Jacutinga	Trifásico	514
108B	3012173666	APD159025258	Saúde	Farmácia De Minas	Rua Antônio M Florence	Bifásico	431

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
1098	3012631284	APD159027291	Saúde	Posto De Saúde Belo Horizonte	33 Cx - Centro Rua Adolfo R Palomo 244 Cx 2 - Popular B Horizonte/Jacutinga	Bifásico	642
Total							136.676

*O código com a letra A indica as unidades que foram levantadas em campo, enquanto o código com a letra B indica as unidades que não foram levantadas em campo.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

Nas 8 instalações visitadas, foram identificadas aproximadamente 986 luminárias, agrupadas em 8 tipos, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	487 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	167 unidades
LUM 3	Luminária tipo arandela	84 unidades
LUM 4	Refletor	142 unidades
LUM 5	Luminária de sobrepor retangular x1 lâmpada (120 cm)	5 unidades
LUM 6	Projektor LED	76 unidades
LUM 7	Luminária spot x1 lâmpadas	22 unidades
LUM 8	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	3 unidades
Total		986 unidades

3.3.2. Lâmpadas:

Nas 8 instalações visitadas, foram identificadas 1.080 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	593 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	6 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	261 unidades
LAMP 4	Lâmpada mista	33 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED tubular (120 cm)	78 unidades
LAMP 6	Vapor metálico de 200 W	16 unidades
LAMP 7	Vapor metálico de 400 W	93 unidades
Total		1.080 unidades



3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Jacutinga.



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Cras



LUM 2 - Luminária de sobrepor
retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: E.M. Helena P



LUM 4 - Refletor
Local: E.M. Prof.ª Wilma P



LUM 6 – Projetor LED
Local: Prefeitura



LUM 3 - Luminária tipo arandela
Local: Esf Alice R

Figura 9 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Jacutinga, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.



A estimativa amostral do município de Jacutinga conclui em um total de 9.163 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, percebeu-se a predominância de porta-lâmpadas e luminárias de sobrepor retangulares convencionais com lâmpadas fluorescentes, além de alguns refletores com lâmpadas de vapor metálico. Identificou-se também a utilização de lâmpadas LED tubulares instaladas nas luminárias retangulares, o que mostra que já há uma atualização na tecnologia. Contudo, atenta-se que a utilização de luminárias LED integradas é mais adequada do que a simples troca da lâmpada em luminárias depreciadas e construídas para uso com lâmpadas incandescentes, de descarga e/ou fluorescentes.

Dessa forma, pode-se concluir que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 1.068 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 136.676 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 8.460 kWh.

¹ O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).



Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 751 kWp. O consumo energético remanescente (90.155 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 58%.

4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada dos espaços públicos visitados durante a etapa de levantamento, considerando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).

Tabela 7 - Relação das unidades identificados de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
4A	AHD027012651	3006406528	Creche Vereador dr. Urbano	Rua Luiz Donati 230	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
3A	AHB988012285	3005289148	E.M. Prof. Wilma P	Rui Luiz Donati 215	Trifásico	Cerâmico	6.000	50,4	36
6A	AHB996008212	3005289150	E.M. Alfeu Duarte	Rua São Francisco Bauch 95	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
TOTAL							9.120	76,4	56

4.2.1. Relatório fotográfico

As Figuras 10 a 15 a seguir apresentam algumas edificações, padrão de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e em áreas externas de responsabilidade da PM de Jacutinga.

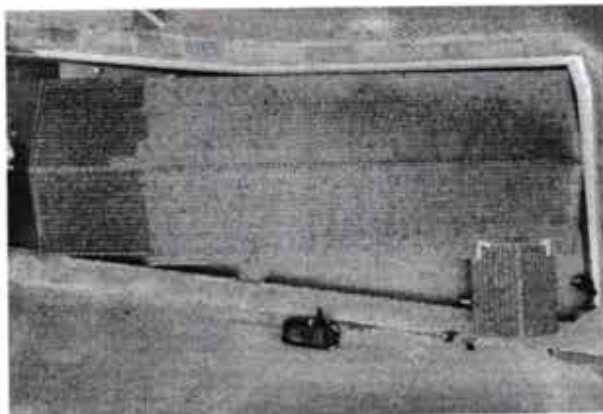


Figura 10 – Telhado cerâmico da Creche Vereador Dr. Urbano



Figura 11 – Disjuntor da Creche Vereador Dr. Urbano

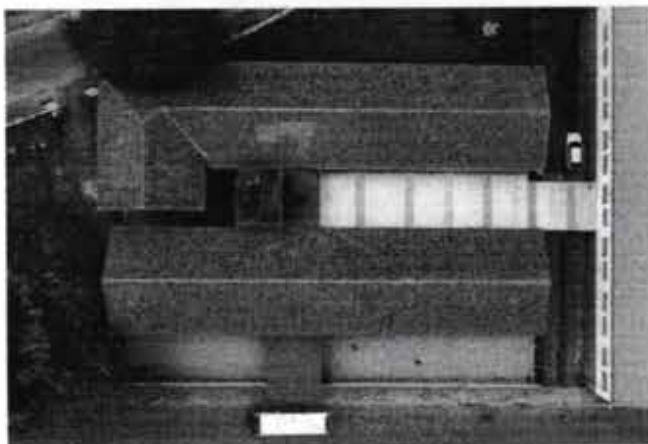


Figura 12 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Prof. Wilma Peroni



Figura 13 – Disjuntor da Escola Municipal Prof. Wilma Peroni

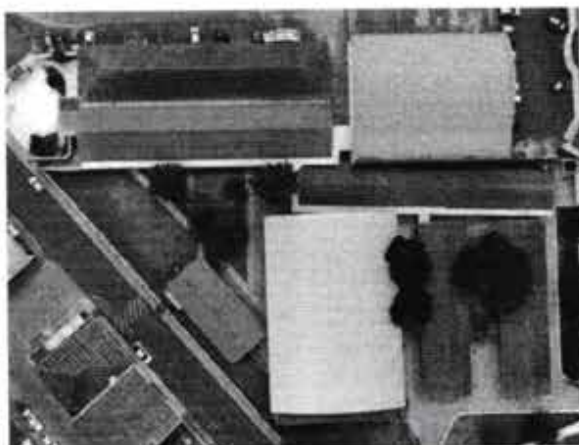


Figura 14 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Alfeu Duarte



Figura 15 – Disjuntor da Escola Municipal Alfeu Duarte

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para o consumo de prédios públicos de no mínimo 9.120 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais.

Identificou-se também que, se houver aumento de carga nas unidades E.M. Prof. Wilma P e E.M. Alfeu Duarte para um padrão de 200 A, cada local torna-se capaz de produzir cerca de 12.000 kWh/mês. Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 9.700 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando a autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Jacutinga, foi dimensionada uma redução de aproximadamente 58% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado de forma resumida na Tabela 8 a seguir.

Importante destacar que, para definição das potências das luminárias LED propostas, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias convencionais atualmente instaladas², que por sua vez já estão depreciadas³.

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	1
	125	42	720
	250	61	46

² Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

³ Considerou-se cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente a antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.



Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Sódio	70	42	259
	100	42	1860
	150	61	875
	250	83	16
	400	150	1
LED	60	52	36
	100	61	298
	140	110	1
	150	110	117
	200	150	14
	250	150	2
Vapor Metálico	150	61	19
TOTAL			4.265

De forma, para estimativa do orçamento⁴ para a troca da iluminação pública do município, considerando-se um custo por ponto de R\$ 1,332,43, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 5.682.799,73.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme demonstrado anteriormente estima-se que o município de Jacutinga possua aproximadamente 9.163 pontos de iluminação em seus prédios públicos e áreas adjacentes. Como estimativa de orçamento⁴ para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerou um custo por ponto de R\$ 602,51, obteve-se em um custo total de R\$ 5.520.799,13.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Jacutinga possui, possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 1.068 kWp.

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



Como estimativa de orçamento⁴ para a construção das usinas para atendimento a esses prédios e áreas públicas, considerou um custo por kWp de R\$ 6.000,00, obteve-se um custo estimado total de CAPEX equivalente a R\$ 6.410.800,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Jacutinga possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo remanescente da iluminação pública de aproximadamente 751 kWp. Como estimativa de orçamento⁴ para a construção das usinas para iluminação pública, considerou um custo por kWp de R\$ 6.600,00, obteve-se um custo estimado total de CAPEX igual a R\$ 4.958.507,40.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação de sistemas solares conectados à rede para o município de Jacutinga.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 5.682.799,73	R\$ 5.520.799,13	R\$ 6.410.800,00	R\$ 4.958.507,40
Total	R\$ 22.572.906,26			



ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS
DA MICRORREGIÃO DO
MÉDIO SAPUCAÍ

DIAGNÓSTICO DE ENGENHARIA
DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA, DA ILUMINAÇÃO
(INTERNA E EXTERNA) E DAS REDES ELÉTRICAS
DE PRÉDIOS PÚBLICOS, COM DEFINIÇÃO DE
CAPEX NECESSÁRIO À MELHORIA DA
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO E
INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

MONTE SIÃO

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Sumário

1. Introdução.....	4
2. Iluminação pública	4
2.1. Introdução	4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município	4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente	5
2.2.1. Metodologia	5
2.2.2. Tipologias encontradas	6
2.2.2.1. Lâmpadas	6
2.2.2.2. Luminárias	6
2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos.....	8
2.2.2.4. Balastros.....	8
2.2.2.5. Braços e suportes	8
2.2.2.6. Postes	9
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública.....	9
2.3.1. Introdução	9
2.3.2. Refratores de policarbonato danificados.....	9
2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator .	10
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferência de pontos de iluminação	10
2.3.5. Braços e suportes.....	10
2.4. Medições luminotécnicas.....	11
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	11
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	11
2.4.3. Resultados	11
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	16
3.1. Introdução	16
3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados	16
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	19
3.3.1. Luminárias	19
3.3.2. Lâmpadas.....	19
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	20
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	21
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	21



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



4. Sistema fotovoltaico conectado à rede – SFCR	22
4.1. Introdução	22
4.1.1. Capacidade estimada.....	22
4.1.2. Relatório fotográfico amostral.....	23
4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR	24
5. Orçamentos – CAPEX.....	25
5.1. Iluminação pública	25
5.2. Iluminação dos prédios públicos.....	26
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	26
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	27
5.5. Resumo do CAPEX.....	27



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Monte Sião/MG, pertencente à Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Monte Sião, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	80 unidades consumidoras	3.727 pontos de IP
Consumo médio mensal	66.524 kWh	215.628 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8416	B4A – R\$ 0,4582
Despesa média mensal	R\$ 55.987,84	R\$ 98.793,36

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Monte Sião, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública do município, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública do município de Monte Sião

Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (un)	Quantidade relés (un)	Potência total (kW)	Consumo* (kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	89,60	48	43	4,35	1.540,42
	125	13,75	138,75	45	41	6,29	2.226,90
	250	25,00	275,00	28	25	7,73	2.735,77
	400	40,00	440,00	16	14	6,99	2.474,96
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	658	592	55,99	19.815,15
	100	17,00	117,00	838	754	98,95	35.019,27
	150	22,00	172,00	1.683	1.515	191,29	103.096,39
	250	38,00	288,00	377	339	105,97	37.502,31
	400	38,00	438,00	34	31	14,93	5.283,35
Total				3.727	3.354	592,49	209.694,92

*Considerando 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

Somado às demais contas de energia na modalidade tarifária B4A (praças, avenidas, etc.), o município de Monte Sião possui consumo médio mensal de 215.628 kWh com iluminação pública.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Dessa maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 34 vias distintas, totalizando 200 pontos em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 8.

Em todos os postes pesquisados existia apenas uma luminária, à exceção de alguns pontos localizados nas esquinas, em praças ou trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.



Figura 1 – Poste de concreto circular com lâmpada Vapor de Sódio, localizado na Praça Prefeito Mario Zucato.



Figura 2 – Poste de concreto DT com luminária LED, localizado na Avenida das Fontes.

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé foto controladores/comandos, balastro, postes e braços/suportes) identificadas no município Monte Sião.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instaladas na cidade são do tipo vapor de sódio, com destaque para a lâmpada na potência de 150 W, seguida pela lâmpada a vapor de sódio de 100 W.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 3.205 pontos de luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé foto controlador, representando um total de 86% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam 4% (137 pontos) do total.



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Durante a etapa de levantamento de dados foi identificado também a existência de luminárias LED (aproximadamente 10% do total) em vias de acesso (rodovia), vias centrais e no entorno da Praça Mario Zucatto do município.

O tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o fabricado em policarbonato. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano e policurvo.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

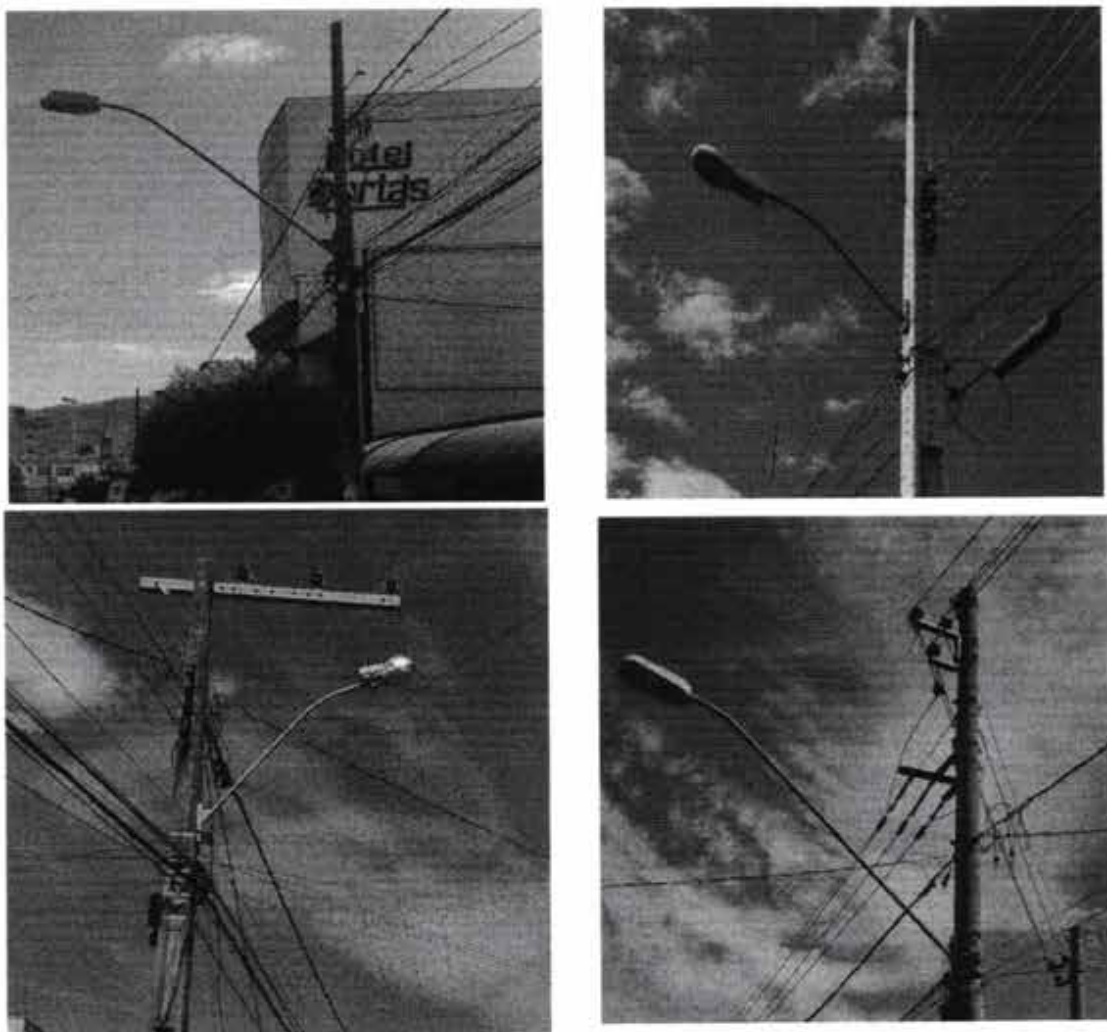


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.



2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

A maioria dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada externa ou existente na própria luminária.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Aproximadamente 86% do parque (522 pontos) possuem balastros integrados. Os do tipo externo representam 137 pontos.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e vias principais se destacam os braços tipo médio, com medidas no padrão da CEMIG, distribuidora local.

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 16% de braços tipo leve e 10% de braços tipo leve II. Os braços do tipo médio representaram 74% dos encontrados durante o levantamento. Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados como padrão pela distribuidora de energia.



Figura 4 – Braços tipo Leve II fora de padrão.



2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo DT. Também foram identificados postes do tipo concreto circular e madeira.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 33 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 9,00 m para vias de rolamento e 2,30 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Foi identificado também rede de baixa tensão do tipo isolada.

O espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre eles variando entre 35 m a 43 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está desatualizado e não reflete a realidade do parque de iluminação pública de Monte Sião.

Foram encontrados 9 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, e conclui-se que o parque de iluminação pública do município não está devidamente padronizado.

Quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Refratores de policarbonato danificados

Conforme alguns exemplos detalhados na Figura 5 abaixo, identificou-se luminárias com o refrator em policarbonato amarelado, quebrado ou mesmo faltando. Esse fato revela



deficiência no processo de manutenção preventiva, o que acarreta a necessidade de substituição não só do refrator, mas de todo o conjunto.



Figura 5 – Luminárias com refrator danificado (amarelado)

2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

As luminárias pesquisadas não estão devidamente etiquetadas, com a identificação de potência e tipo de equipamentos instalados, dificultando o processo de reconhecimento dos produtos instalados no ponto.

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferência de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.5. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.



2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia UM-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10^a – com Certificado de Calibração – nº série 20016354 – elemento fotossensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotossensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 6 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.



Figura 6 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação,

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. Entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (medida)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,68	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,30 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Características do logradouro							Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR 5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braco	Posseção	Espaço. Entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Class e	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Medida)	Uniformidade e mínima (U)
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidência	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Tróia	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	2,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 7 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de
Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

Figura 7 – Registro fotográfico de algumas vias visitadas durante o período noturno.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

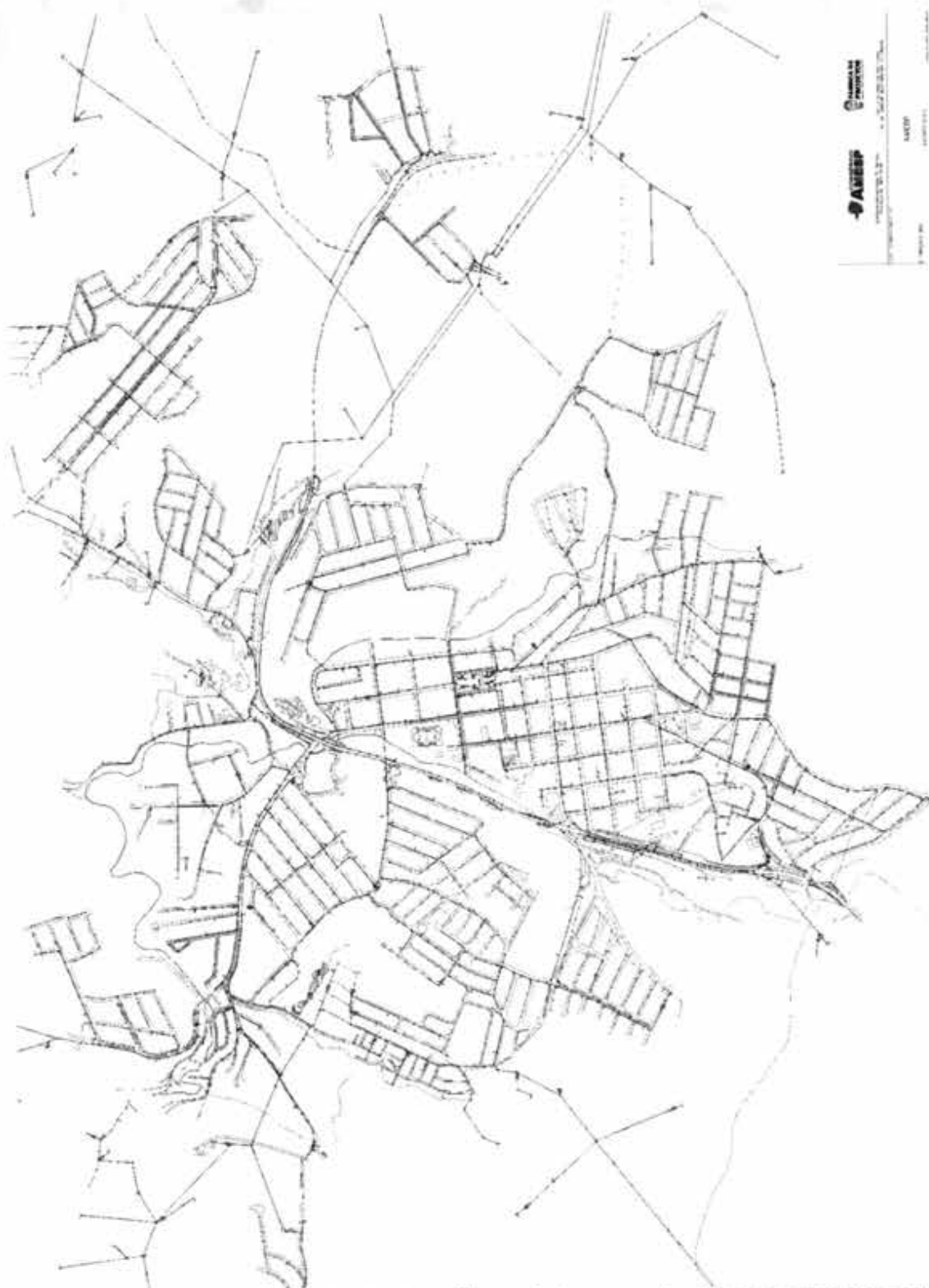


Figura 8 – Mapa cadastral do município de Monte Sião com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

(31) 3653-5193
Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de Monte Sião, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados

A avaliação da quantidade de unidades serem levantadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram visitadas 12 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a lista de unidades consumidoras do município visitadas no levantamento de campo, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Monte Sião

Cód.*	Número de Medição	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de padrão	Consumo (KWh)
1A	AHT016001121	3003299697	Administração	Pref. Mun. (Sede) Monte Sião	Rua Mauricio Zucato, 111 Sede – Centro	Trifásico	1.321
2A	ARC123026398	3010256950	Educação	Escola Municipal Dona Iná	Rua Jose Guireli, 51 – Dona Antonieta	Trifásico	1.618
3A	AGA795005011	3003996574	Educação	Esc. Mun. Elvira De Castro Bernardes	Est Alto Santa Cruz, 99999 CX NR 02 – Centro	Trifásico	852
4A	ARD118010319	3011237066	Educação	Esc. Mun Plingo De Gente	Av das Fontes, 817 SA – Parque das Fontes	Trifásico	786
5A	ABF016094769	3006592494	Educação	Escola Mun. Trem Da Alegria	Rua Minas Gerais, 375 CX – Centro	Monofásico	108
6A	ARC099010544	3005727152	Educação	Esc Mun. Padre Reginaldo	Av das Fontes, 771 CO – Vila Sao Simao	Trifásico	2.367
7A	X	X	Educação	Esc. Mun. Dom Otávio	RUA JAIR COMUNE	X	-
8A	BAG164100010	3012993411	Esporte/lazer	Praça Do Maglioli	Rua Jose Guireli, 25 CX B – Dona Antonieta	Trifásico	7.526
9A	BAG164103294	3013188078	Esporte/lazer	Praça Pref. Mário Zucato	PCA Prefeito Mario Zucato, 9999 CX – Centro	Trifásico	4.966
10A	BAG164100711	3013301861	Esporte/lazer	Pavilhão De Eventos	Av Brasil, 81 FR – Centro	Trifásico	2.062
11A	BMD965001438	3004237393	Esporte/lazer	Ginásio Poliesportivo	Rua Elpidio Gloria, 141 FD – Dona Antonieta	Trifásico	1.874
12A	AHN878004449	3003657677	Saúde	Pronto Socorro Raimundo H Silva	Est Alto Santa Cruz, 705 CX – Centro	Trifásico	1.679
13B	BAG156000930	3007495426	Administração	Pm Monte Siao	Rua Juscelino K Oliveira, 1390 CO – Centro	Trifásico	3.320



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód.*	Número de Medição	Nº da Instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de padrão	Consumo (KWh)
14B	AHP925000362	3007433847	Administração	Pm Monte Siao Revit Santuario	PCA Prefeito Mario Zucato, 191 CT – Centro	Trifásico	3.180
15B	AHY047001753	3006154503	Administração	Pm Monte Siao Destac Pol Militar	Rua Minas Gerais, 20 CX – Centro	Trifásico	2.667
16B	AJU043000532	3003299709	Administração	Pm Monte Siao Repetidor De Tv	Est Morro Pelado, 1500 CX – Centro	Monofásico	2.233
17B	BKG974000723	3005599724	Administração	Pm Monte Siao Reavido	Est Guine, 99999 CH – Area Rural	Bifásico	2.034
18B	APD100062363	3010937521	Administração	Pm Monte Siao	Av Planeta Terra, 180 CX – Parco del Sol II	Bifásico	2.004
19B	AGF792001041	3006097471	Administração	Pm Monte Siao Condominio	PCA do Rosario, 23 CO – Centro	Trifásico	1.895
20B	ARM206006016	3006613883	Administração	Pm Monte Siao Patio Ser	Rua Geraldo L Freitas, 1 GA – Alves	Trifásico	1.351
21B	APH203002274	3006256037	Administração	Sub-Sede Prefeitura	Rua Mauricio Zucato, 111 CO – Centro	Bifásico	1.110
22B	AEU050003812	3011186807	Administração	Pm Monte Siao Ip Imagem Nsa Senhora	Estrada da Virtuosa Sentido Coqueiral, 1 CX – Area Rural	Bifásico	347
23B	AEU068014023	3007422019	Administração	Pm Monte Siao	Rua Jair Comune, 11 CO – Centro	Bifásico	263
24B	AHB061005119	3003503298	Administração	Promoção E Assistência Social	Rua Jose Guireli, 86 CO – Dona Antonieta	Trifásico	153
25B	AEA068010635	3010067795	Administração	Pm Monte Siao Cras	Rua Zeca de Castro, 11 CS – Jardim Flamboyant	Bifásico	130
26B	AMC099134439	3003299696	Administração	Pm Monte Siao Velorio Municipal	Rua da Saudade, 99999 CX – Centro	Monofásico	126
27B	AHP933004985	3011237062	Administração	Pm Monte Siao Rosario Talarico, 139	Rua Rosario Talarico, 139 CS – Jardim das Palmeiras	Trifásico	88
28B	APG192074661	3003299695	Administração	Pm Monte Siao Cemiterio Municipal	Rua Carlos Penachi, 450 CX – Centro	Bifásico	85
29B	ARB087000760	3010145240	Administração	Pm Monte Siao	Rua Tupi Guarani, 40 – Parque do Generoso	Trifásico	60
30B	APA076038591	3007730312	Administração	Pm Monte Siao Padaria Comunitaria	Rua Jose Guireli, 281 CO 1 – Dona Antonieta	Bifásico	13
31B	APH195045135	3014228085	Administração	Municipio De Monte Siao	Rua Ricardo Righetto, 371 CT – Mococa	Bifásico	-
32B	AEX992000492	3005903112	Administração	A Casa Abrigo Monte Siao	Rua Antonio Genghini, 41 CS – Jardim Massa	Bifásico	-
33B	AMD118180400	3011598054	Administração	Pm Monte Siao Torre Celular Mococa	Rua São Cristovao, 32 CX – Mococa	Monofásico	-
34B	APD118124292	3011704257	Administração	Pm Monte Siao Portico Magioli	Rua Bahia, 9999 CX – Magioli	Bifásico	-
35B	ARC172004647	3005820720	Água e esgoto	Pm Monte Siao Usina Trat De Lixo	Est Rio das Pedras, 1510 CX – Area Rural	Trifásico	359
36B	APD159097311	3012763747	Água e esgoto	Poço Artesiano Batinga II	Rua Joaquim Goncalves Neto, 255 CX – Mococa	Bifásico	-
37B	APH203002513	3003299688	Educação	Pm Monte Siao Em Dona Ina	Rua Jusclino K Oliveira, 926 CS – Centro	Bifásico	1.023
38B	APJ214066928	3005864641	Educação	Pm Monte Siao Em Lazaro C De Souza	Est Guine, 3001 CX – Area Rural	Bifásico	869
39B	APJ206049397	3003299677	Educação	Escola Jose Morais Cardoso	Rua Angelo Artuzo, 80 EL – Alves	Bifásico	741
40B	ARC123038859	3003299691	Educação	Pm Monte Siao Creche P E Peq Mundo	Rua Florencio A Carvalho, 176 CS – Centro	Trifásico	556
41B	AGA811006169	3007721049	Educação	Pm Monte Siao Creche Malvina Souza	Rua Achilles Souza Bueno, 405 CO – São Marcos Mococa	Trifásico	554
42B	AJN928001699	3006154505	Educação	Pm Monte Siao Em Do Sertaozinho	Est Sertaozinho Cardosos, 6000 CX – Area Rural	Monofásico	499
43B	AFE005006850	3005864640	Educação	Pm Monte Siao C F J M Inacio	Rua Assupto Volpini, 1 CO – Jardim Planetario	Bifásico	401

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód.*	Número de Medição	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de padrão	Consumo (KWh)
44B	ABN951097202	3004364811	Educação	Pm Monte Siao Em Humb A B Almeida	Est Almeidas, 38 CX – Povoado	Monofásico	386
45B	AEA027001173	3003299687	Educação	Pm Creche Tia Tania	Rua Abilio Zucato, 255 CX – Centro	Bifásico	381
46B	AJP958002931	3004464140	Educação	Pm Monte Siao Em Irineu Bernardi	Est Perobal, 98 CX – Povoado	Monofásico	219
47B	ABE989017108	3003299700	Educação	Pm Monte Siao Em V A I Ferreira	Est Limas, 23 CX – Povoado	Monofásico	1
48B	AGO823001922	3006020915	Educação	Pm Monte Siao Diretoria De Educacao	Rua do Mercado, 2 CX – Centro	Trifásico	-
49B	ARC1230414545	3011705550	Esporte/lazer	Pm Monte Siao Campo De Futebol	Rua Assupto Volpini, 309 CX – Jardim Planetario	Trifásico	1.631
50B	ARI172004109	3013780127	Esporte/lazer	Campo De Luz Jardim Madalena	Rua Lazaro Faria Dorta, 72 FR – Jardim Madalena	Trifásico	1.084
51B	ARB095017686	3011092567	Esporte/lazer	Praca Do Bairro Tijuco Preto	Rua Tijuco Preto, 185 CX – Tijuco Preto	Trifásico	932
52B	AGA704012300	3003299684	Esporte/lazer	Pm Monte Siao Vestiario Municipal	Rua Juscelino K Oliveira, 99999 CX – Centro	Trifásico	666
53B	ARB087001840	3010172635	Esporte/lazer	Pm Monte Siao Qd Esport Jardim Ipes	Rua Cecilia Meireles, 154 – Jardim Massa	Trifásico	591
54B	ARC156010193	3013020306	Esporte/lazer	Festival De Inverno Padrao 1	PCA Prefeito Mario Zucato, 155 CX 2 – Centro	Trifásico	359
55B	AHD043008723	3010067164	Esporte/lazer	Pm Monte Siao Qd Poliesp B Mococa	Rua São Benedito, 202 – São Marcos Mococa	Trifásico	258
56B	AHY047001770	3006735100	Esporte/lazer	Pm Monte Siao Estadio Municipal	Rua do Mercado, 512 CX – Centro	Trifásico	242
57B	AHU027000221	3003299698	Esporte/lazer	Pm Monte Siao Museu Municipal	Rua da Saudade, 119 CX – Centro	Trifásico	218
58B	APD159120226	3012972095	Esporte/lazer	Cat – Centro De Apoio Ao Turista	Rua Sete de Setembro, 283 CX – Centro	Bifásico	210
59B	AEA019027642	3006598601	Esporte/lazer	Pm Monte Siao Centro De Convencoes	Rua Padre Cornelio, 80 CX – Centro	Bifásico	182
60B	APH187030493	3007204546	Esporte/lazer	Pm Monte Siao Quadra Poliesportiva	Rua Tijuco Preto, 158 CX – Tijuco Preto	Bifásico	152
61B	APA076038592	3006768567	Esporte/lazer	Pm Monte Siao Centro Multiplo Uso	Rua Jose Guireli, 281 CX – Dona Antonieta	Bifásico	135
62B	AH203002210	3004785989	Esporte/lazer	Pm Monte Siao Ginasio Poliesportivo	Rua Elpidio Gloria, 141 CS – Dona Antonieta	Bifásico	87
63B	ARD118024070	3011969368	Esporte/lazer	Sede Karatê	Rua Elpidio Gloria, 131 CX – Dona Antonieta	Trifásico	68
64B	BAC129001378	3011783127	Esporte/lazer	Pm Monte Siao Centro De Exposicoes	Rua Jose Guireli, 999 CX – Dona Antonieta	Trifásico	68
65B	APA076008267	3011969635	Esporte/lazer	Pç. São Marco Mococa	Est São Marcos, 999 CX – São Marcos	Bifásico	41
66B	ARI180004291	3010170809	Esporte/lazer	Pm Monte Siao Qd Pol P Del Sol Iii	Rua Planeta Mercurio, 40 – Parco Del Sol I	Trifásico	27
67B	AFF974011581	3004947591	Esporte/lazer	Praca Novo Horizonte	Rua Porto Alegre, 1 CX – Centro	Bifásico	23
68B	APG192074625	3003299693	Esporte/lazer	Quadra Rua Das Acacias	Rua das Acacias, 99999 – Centro	Bifásico	-
69B	ARC156010241	3013020294	Esporte/lazer	Festival De Inverno Padrao 2	PCA Prefeito Mario Zucato, 161 CX 2 – Centro	Trifásico	-
70B	AHN878002527	3004487533	Saúde	Pm Monte Siao Apae	Est Alto Santa Cruze, 99999 CS NR 01 – Centro	Trifásico	2.685
71B	AEX992000490	3005372938	Saúde	Pm Monte Siao Posto De Saude	Av Estrada da Serra, 9 CO – Vila São Simão	Bifásico	960
72B	AEX992000347	3005016273	Saúde	Pm Monte Siao Posto De Saude	Rua Achilles Souza Bueno, 495 CC – São Marcos Mococa	Bifásico	897
73B	AGR831005936	3005659617	Saúde	Pm Monte Siao Psf Tijuco Preto	Rua Jose Comparim Junior, 35 CO – Tijuco Preto	Trifásico	869
74B	GPA190007475	3004760597	Saúde	Pm Monte Siao Pa E Hospital	Est Alto Santa Cruze, 99999 – Centro	Trifásico	474

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Cód.*	Número de Medição	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de padrão	Consumo (KWh)
75B	APD126064002	3011237060	Saúde	Pm Monteiro Siao Farmacia De Minas	Rua Ernesto Gotardelo, 51 CO – Centro	Bifásico	392
76B	ARB087023443	3010379361	Saúde	Pm Monte Siao Ubs B Batinga	Bairro Batinga, 9999 – Área Rural	Trifásico	362
77B	ABN878068833	3003299703	Saúde	Pm Monte Siao Posto De Saude	Est Almeidas, 38 CX – Povoado	Monofásico	333
78B	AHU027001687	3005317524	Saúde	Pm Monte Siao Psf Tijuco Preto	Rua Jose Comparim Junior, 21 CO – Tijuco Preto	Trifásico	199
79B	AHB996010822	3005659618	Saúde	Pm Monte Siao Psf Tijuco Preto	Rua Jose Comparim Junior, 29 CO – Tijuco Preto	Trifásico	107
80B	AME187090327	3011171250	Saúde	Pm Monte Siao Cs R Jair Comune, 751	Rua Jair Comune, 751 CS – Centro	Monofásico	65
Total							66.524

*O código com a letra A indica as unidades que foram levantadas em campo, enquanto o código com a letra B indica as unidades que não foram levantadas em campo.

Considerando a tarifa média de R\$ 0,8416 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 55.987,84 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 1.296 luminárias, agrupadas em 11 tipos, nas 12 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	571 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	241 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	45 unidades
LUM 4	Refletor	208 unidades
LUM 5	Luminária de sobrepor retangular x1 lâmpada (120 cm)	9 unidades
LUM 6	Luminária highbay	8 unidades
LUM 7	Arandela	72 unidades
LUM 8	Projeto LED	16 unidades
LUM 9	Luminária spot x1 lâmpadas	12 unidades
LUM 10	Luminária de iluminação pública	110 unidades
LUM 11	Luminária de iluminação pública ornamental (Globo)	4 unidades
Total		1.296 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas 1.566 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.



Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	677 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	491 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	90 unidades
LAMP 4	Vapor de sódio de 100 W	84 unidades
LAMP 5	Vapor metálico de 200 W	135 unidades
LAMP 6	Vapor metálico de 400 W	51 unidades
LAMP 7	Vapor metálico de 250 W	26 unidades
LAMP 8	Lâmpada Mista	12 unidades
Total		1.566 unidades

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Monte Sião.



LUM 2 – Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: Escola Municipal Padre Reinaldo



LUM 4 – Refletor
Local: Escola Municipal Padre Reinaldo



LUM 3 – Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)
Local: Centro Municipal de Educação Infantil Pingo de Gente



LUM 10 – Luminária de iluminação pública
Local: Praça prefeito Mario Zucato



LUM 1 – Luminária de iluminação pública
Local: E.M Padre Reginaldo



LUM 11 – Luminária de iluminação pública
ornamental (Globo)
Local: Praça prefeito Mario Zucato

Figura 9 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Monte Sião, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Monte Sião conclui em um total de 11.379 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, percebeu-se a predominância de porta-lâmpadas e luminárias de sobrepor retangulares convencionais com lâmpadas fluorescentes, além de alguns refletores

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



e luminárias de iluminação pública convencional com lâmpadas de vapor metálico.

Dessa forma, pode-se concluir que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistema fotovoltaico conectado à rede – SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados neste documento concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 506 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 66.524 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 5.800 kWh.

Para a demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 629 kWp. O consumo energético remanescente (75.470 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED e redução aproximada de 65% conforme anteprojeto.

4.1.1. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada dos espaços públicos visitados, de forma amostral, observando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).

¹ O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).



Tabela 7 – Relação das unidades identificados de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº do Medidor	Nº da Instalação CEMIG	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
4A	ARD118010319	3011237066	CEMEI Pingo de Gente	Av das Fontes, 817	Trifásico	Cerâmico	12.000	105	75
6A	ARC099010544	3005727152	E.M. Padre R	Av das Fontes, 771	Trifásico	Fibrocimento	12.000	105	75
5A	ABF016094769	3006592494	E.M. Trem da Alegria	Rua Minas Gerais 375	Monofásico	Cerâmico	0	0	0
2A	ARC123026398	3010256950	E.M. Dona Iná	Rua Jose Guireli, 51	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
3A	AGA795005011	3003996574	E.M Elvira de Castro	Est Alto Santa Cruz	Bifásico	Fibrocimento	1.560	13	10
12A	AHN878004449	3003657677	Pronto Socorro Raimundo	Est Alto Santa Cruz, 705	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
TOTAL							31.760	275	200

4.1.2. Relatório fotográfico amostral

A seguir, as figuras de 10 a 15 apresentam alguns exemplos de edificações, padrões de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e em áreas externas de responsabilidade da PM de Monte Sião.



Figura 10 – Telhado metálico da Escola Municipal Elvira De Castro Bernardes



Figura 11 – Disjuntor da Escola Municipal Elvira De Castro Bernardes



Figura 12 – Telhado metálico da Escola Municipal Padre Reginaldo



Figura 13 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Pingo de Gente

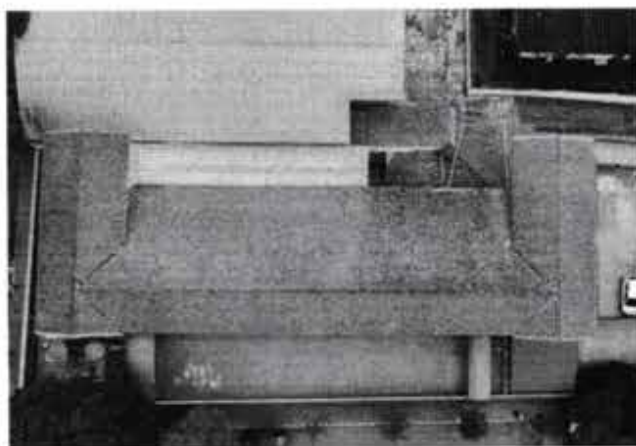


Figura 14 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Trem da Alegria



Figura 15 – Telhado cerâmico do Pronto Socorro Raimundo H. Silva

4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para o consumo de prédios públicos de no mínimo 31.760 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais e posto de saúde.

Identificou-se também que, se houver aumento de carga nas unidades E.M. Trem da Alegria, E.M. Dona Iná e E.M. Elvira de Castro para um padrão de 200 A, cada local torna-se capaz de produzir cerca de 12.000 kWh/mês. O Hospital pode ter a carga aumentada para 125 A e capacidade de produção de 6.000 kWh/mês



Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 8.100 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando a autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Para a melhoria da eficiência energética do município de Monte Sião, foi proposto uma redução de aproximadamente 65% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 8.

Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas², que por sua vez já estão depreciadas³.

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

² Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

³ Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente a antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.



Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	48
	125	42	45
	250	61	28
	400	110	16
Vapor de Sódio	70	42	658
	100	42	838
	150	61	1.683
	250	83	377
	400	150	34
TOTAL			3.727

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento⁴ na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R\$ 1.332,43 e um CAPEX total igual R\$ 4.965.954,19.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Monte Sião possui aproximadamente 11.379 pontos de iluminação em seus prédios públicos e áreas adjacentes. Para o orçamento⁴ da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R\$ 602,51 e assim o CAPEX total igual a R\$ 6.855.961,29

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Monte Sião possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 506 kWp. A estimativa de orçamento⁴ considerada para a construção das usinas para

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



atendimento aos prédios públicos é de R\$ 6.000,00 por kWp e o CAPEX total estimado para este município é igual a R\$ 3.036.200,00

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Monte Sião possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo remanescente da iluminação pública de aproximadamente 629 kWp. A estimativa de orçamento⁴ considerada para a construção das usinas em solo para atendimento da iluminação pública é de R\$ 6.500,00 por kWp e o CAPEX total igual a R\$ 4.150.839,00.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Monte Sião.

Tabela 9 – Orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 4.965.954,19	R\$ 6.855.961,29	R\$ 3.036.200,00	R\$ 4.150.839,00
Total	R\$ 19.008.954,48			



ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS
DA MICRORREGIÃO DO
MÉDIO SAPUCAÍ

DIAGNÓSTICO DE ENGENHARIA
DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA, DA ILUMINAÇÃO
(INTERNA E EXTERNA) E DAS REDES ELÉTRICAS
DE PRÉDIOS PÚBLICOS, COM DEFINIÇÃO DE
CAPEX NECESSÁRIO À MELHORIA DA
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO E
INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

NATÉRCIA

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Sumário

1. Introdução.....	4
2. Relatório levantamento da iluminação pública.....	4
2.1. Introdução	4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município	4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente	5
2.2.1. Metodologia	5
2.2.2. Tipologias encontradas	6
2.2.2.1. Lâmpadas	6
2.2.2.2. Luminárias	6
2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos	7
2.2.2.4. Balastros	8
2.2.2.5. Braços e suportes	8
2.2.2.6. Postes	8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública.....	8
2.3.1. Introdução	8
2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos	9
2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator .	10
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação.....	10
2.3.5. Braços e suportes (apenas quando houver braço fora de padrão)	10
2.4. Medições luminotécnicas.....	11
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	11
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância.....	11
2.4.3. Resultados	12
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	17
3.1. Introdução	17
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados	17
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	19
3.3.1. Luminárias	19
3.3.2. Lâmpadas.....	19
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	20
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	20



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



3.4.	Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	21
4.	Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR.....	21
4.1.	Introdução	21
4.2.	Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR	22
5.	Orçamentos – CAPEX.....	22
5.1.	Iluminação pública	22
5.2.	Iluminação dos prédios públicos.....	23
5.3.	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	23
5.4.	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	24
5.5.	Resumo do CAPEX.....	24



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Natércia/MG, membro da Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento faz parte do processo relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido a Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de Julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Natércia, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	41 unidades consumidoras	750 pontos de IP
Consumo médio mensal	10.624 kWh	29.299 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8199	B4A – R\$ 0,4584
Custo médio mensal com energia	R\$ 8.710,42	R\$ 13.431,46

2. Relatório levantamento da iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Natércia, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Natércia

Tipo de Lâmpada	Potência Unitária da Lâmpada (W)	Potência Unitária do Reator (W)	Potência Unitária Total (W)	Quantidade Lâmpadas (UN)	Quantidade Relés (UN)	Potência Total (kW)	Consumo (kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	89,60	302	135	27,39	9.699,62
	125	13,75	138,75	134	272	18,74	6.636,54
	250	25,00	275,00	1	121	0,28	97,79
	400	36,00	436,00	12	1	5,24	1.857,71
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	58	11	4,93	1.747,80
	100	17,00	117,00	93	52	10,98	3.889,52
LED	100	0,00	100,00	150	84	15,16	5.370,23
Total				750	676	82,72	29.299,21

*Considerando 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 18 vias distintas, totalizando 80 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 6.

Em todos os postes pesquisados existiam apenas uma luminária, à exceção de alguns pontos localizados nas esquinas, em praças ou trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.



Figura 1 - Poste de concreto DT com luminária aberta e lâmpada Vapor de Mercúrio, localizado na Rua Manoel José Eneas.



Figura 2 – Poste do tipo concreto circular com luminárias fechadas com lâmpada vapor de sódio, localizado na Praça Dr. Getúlio Vargas

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé fotocontroladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Natércia.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, o principal tipo de lâmpada instalada na cidade é do tipo vapor de mercúrio, com destaque para as lâmpadas na potência de 80W, seguida pela potência de 125 W, que representam juntas aproximadamente 58% do parque.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 449 pontos de luminárias do tipo aberta, representando um total de 60% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé fotocontrolador, representando um total de 20% (151 pontos) das luminárias existentes.

Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também a existência de 150 luminárias LED (aproximadamente 20% do total) em vias de acesso (rodovia) e vias centrais.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



O tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o de vidro policurvo. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano e policarbonato.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

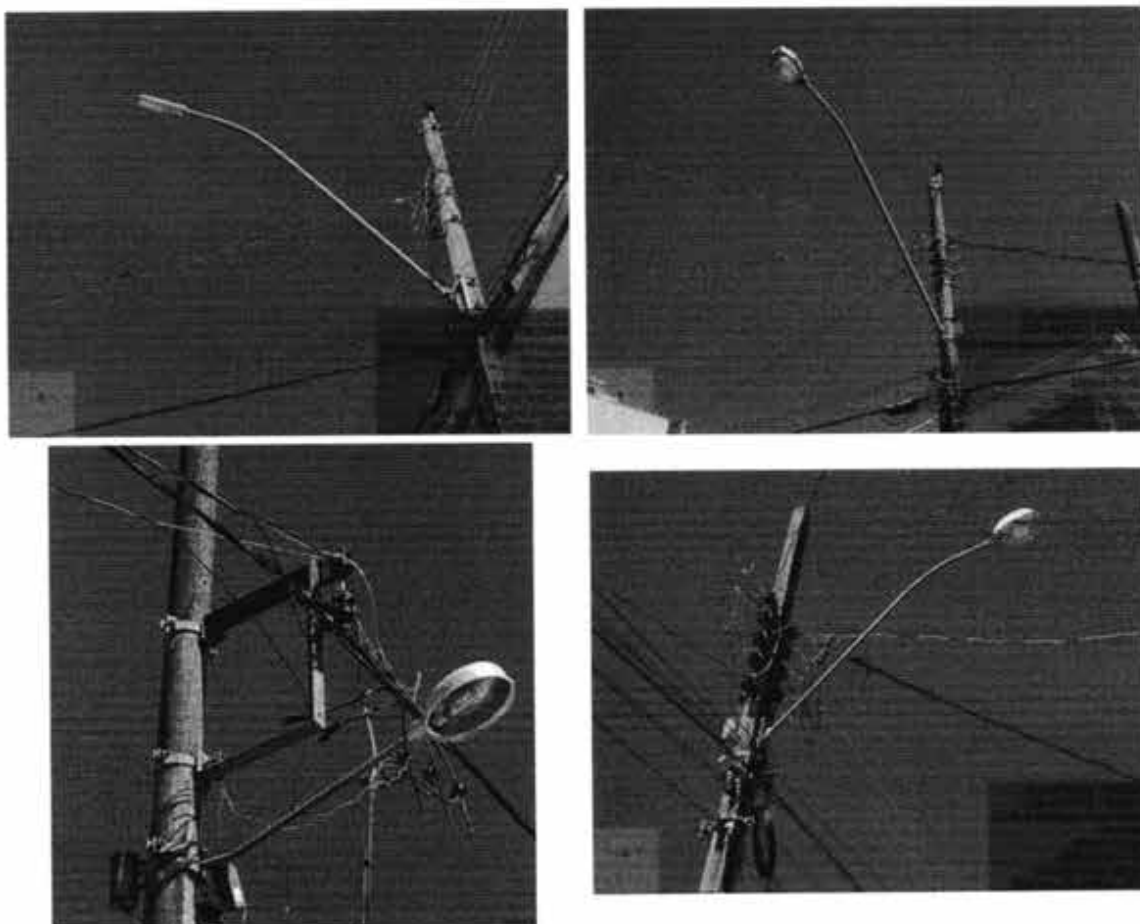


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação do município.

2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos

A maioria dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé fotocontrolador do tipo eletrônico instalado em tomada externa, ou existente na própria luminária.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 20% do parque (151 pontos) possuem balastros do tipo integrado. Os balastros do tipo externo formam a quantidade de 449 unidades.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e corredores principais se destacam os braços tipo médio e tipo curto, com as medidas no padrão da CEMIG, distribuidora local.

Verificou-se ainda durante a etapa de levantamento a existência de braços tipo Leve I, tipo Leve II e tipo PA4.

Ressalta-se que atualmente apenas os braços tipo curto, médio e pesado são utilizados como padrão da CEMIG.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo circular. Também foram identificados um número significativo postes do tipo concreto duplo T.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 7,0 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 34 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas e/ou com calçamento poliédrico, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 7,00 m para vias de rolamento e 1,50 m para passeios.



A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Identificou-se também durante a etapa de levantamento de campo, rede de baixa tensão do tipo isolada, bem como rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 34 m a 45 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública de Natércia.

Tendo em vista que foram encontrados 7 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Uma rápida inspeção visual nos principais corredores de trânsito da cidade foi suficiente para comprovar o baixo índice de iluminância média (E_{med}). Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificou-se ainda níveis de iluminância muito abaixo dos valores mínimos recomendados por norma, o que provoca uma sensação de insegurança e falta de visualização adequada na via durante o período noturno.

Os principais motivos para o não atendimento aos critérios de iluminância média (E_{med}) e fator de uniformidade (U) são a utilização de lâmpadas de descarga com fluxo luminoso inferior ao necessário para a via, falta de uma manutenção preventiva, espaçamento inadequado entre pontos de luminárias, depreciação da luminária em função de um conjunto ótico ineficaz e luminárias com refratores muito velhos e amarelados ou ainda luminárias sem refratores.



No que tange às luminárias LED instaladas no município e considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos, também considerando os critérios estabelecidos pela NBR 5101/18, pode-se afirmar que as luminárias LED existentes nas vias do município estão superdimensionadas, representando gastos desnecessários e ruas iluminadas de maneira inadequada.

Pode-se concluir que existiu no município uma metodologia inadequada para a elaboração de projetos luminotécnicos, bem como para a especificação do tipo e da potência das luminárias e lâmpadas utilizadas. Estas características dificultam uma definição de parâmetros para a manutenção preventiva, dificultando a criação de um parque de iluminação mais eficiente e com menor índice de manutenção corretiva.

2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

Atualmente em Natércia verifica-se que aproximadamente 30% das luminárias possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos auxiliares instalados e em luminárias fechadas com alojamento e luminárias LED, facilitando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.5. Braços e suportes (apenas quando houver braço fora de padrão)

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

Os braços fora de padrão e os braços sem sapata de fixação, deverão ser substituídos por braços padronizados pela concessionária e adequados ao tipo e largura da via.



2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo, o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotossensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotossensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 4 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.



Figura 4 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo



2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Características do logradouro							Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,68	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patricio Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,06	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20



FABRICA DE PROJETOS

ENCENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Características do logradouro								Medição (luxímetro)			Requisito mínimo NBR5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braco	Posteação	Espaço, entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,83 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	25,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se

(31) 3653-5193
Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 5 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa – Conceição dos Ouros

Figura 5 – Registro fotográfico de algumas vias visitadas durante o período noturno.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

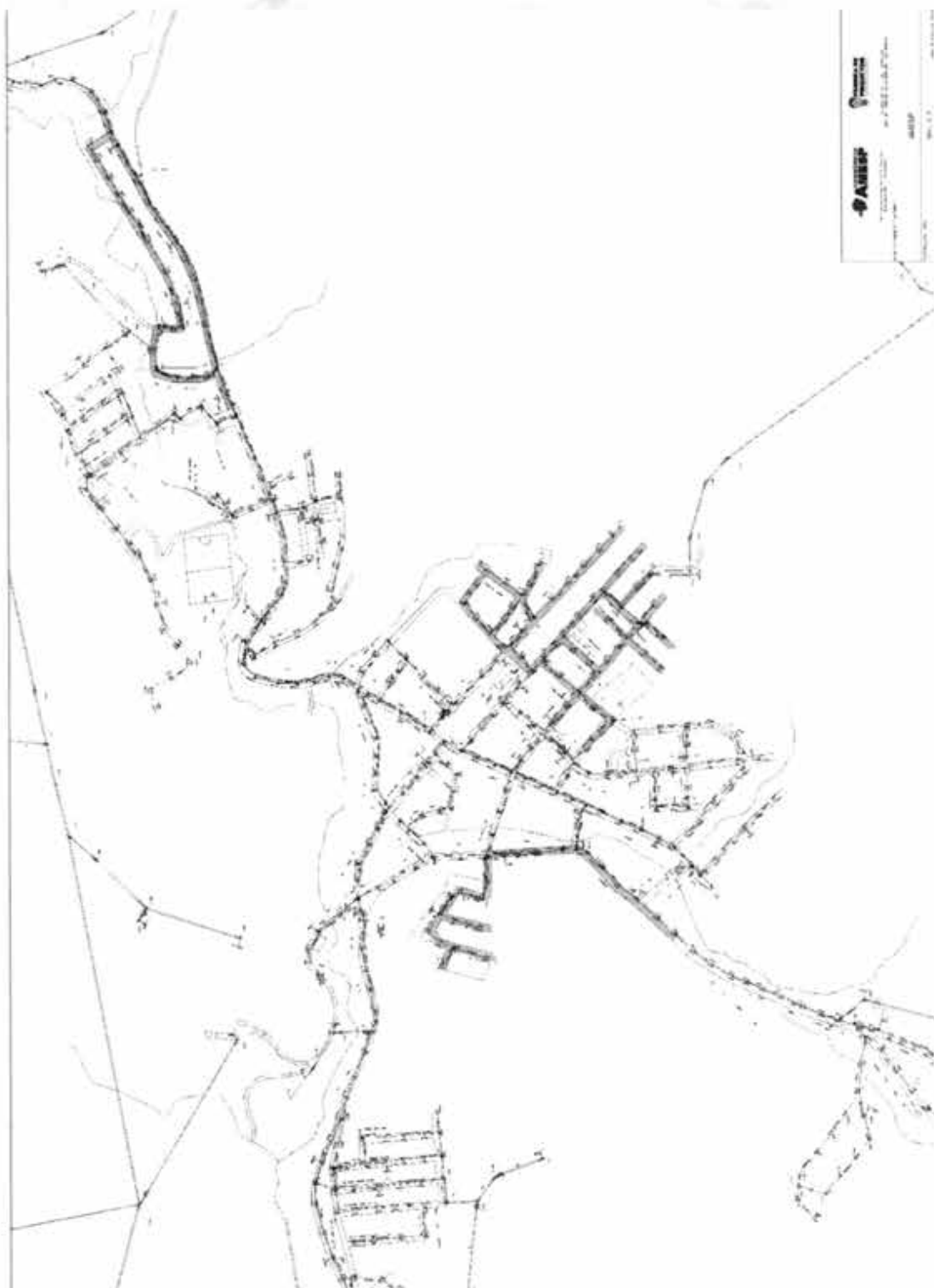


Figura 6 – Mapa cadastral do município de Natércia com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

(31) 3653-5193
Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de Natércia, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 8 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Natércia

Cód *	Medidor/Medidação	Nº da instalação CEMIG	Tipo De instalação	Nome Da instalação	Endereço Da Unidade Consumidora	Classe	Consumo (kWh)
1A	AAS700001559	3000313717	Administração	Município De Natércia	Rua Manoel Jose Eneas 123 - Centro	Monofásico	2
2A	AHD27005496	3005041501	Administração	Sede Administrativa	Pça Justino L Carneiro 100 Cx - Centro	Trifásico	1.254
3A	BAC194100463	3012928840	Educação	Creche Proinfancia Tipo 2	Rua Geraldo Honorato Souza 155 Cs - Chapada/Natércia	Trifásico	588
4A	ARB087000376	3010384888	Educação	Em Coronel Goulart	Pça Antônio V Silva 158 - Centro	Trifásico	618
5A	BAC111000444	3003298693	Esporte/ lazer	Pref Mun Natércia	Rua Joao Honorato De Vilas Boas Filho 1400 - Chapada	Trifásico	1.677
6A	AFD126033530	3011459101	Saúde	Farmácia De Minas	Rua Manoel Jose Eneas 197 Pt - Centro	Bifásico	185
7A	AHA985000855	3005068468	Saúde	Hospital	Rua Manoel Jose Eneas 104 Hp - Centro	Trifásico	502
8A	ARD118016577	3003657672	Saúde	Posto De Saúde	Rua Manoel Jose Eneas 236 Cx - Centro	Trifásico	1.266
9B	AHU68000619	3007538244	Esporte/ lazer	Campo Futebol	Rua Geraldo Honorato Souza 400 - Centro	Trifásico	869
10B	AJE047008962	3007126109	Esporte/ lazer	Campo Futebol	Est Vargem Comprida 530 - Vargem Comprida	Monofásico	42
11B	AEP925009836	300378699	Administração	Casa Juíza	Rua Geraldo Honorato Souza 25 Cs - Chapada/Natércia	Bifásico	81
12B	APJ222597153	300378699	Administração	Casa Juíza	Rua Geraldo Honorato Souza 25 Cs - Chapada/Natércia	Bifásico	48
13B	ABN886036463	3004735732	Educação	Centro Educacional Infantil	Pça João H V Boas 29 Cx B - Centro	Monofásico	42



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód *	Medidor/Medição	Nº da Instalação CEMIG	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço Da Unidade Consumidora	Classe	Consumo (kWh)
14B	ARC123030949	3005678326	Esporte/ lazer	Clube	Rua Prefeito Jose Nacacio 120 Gl - Centro	Trifásico	23
15B	APB087049194	3010493389	Administração	Conj Habitacional	Rua Jose Teodoro Dos Reis 35 - Santa Catarina	Bifásico	100
16B	AEA05000906	3000313577	Administração	Cras	Rua Cristiano Caetano 34 - Centro	Bifásico	63
17B	AMM206040071	3006443810	Educação	Creche	Rua Jose Souza Campos 457 El - Chapada/Natércia	Monofásico	44
18B	ARC123004074	3011617564	Esporte/ lazer	Estádio Municipal Jose Carlos Da Silva	Rua Geraldo Honorato Souza 520 - Chapada	Trifásico	145
19B	APH195007486	3014079093	Administração	Pca Maria Duarte Vilas Boas	Pca Maria Duarte Vilas Boas 30 - Chapada	Bifásico	330
20B	ABR963102974	3004735731	Administração	Polícia Militar	Pca Joao H V Boas 29 - Centro	Monofásico	-
21B	AJJ115007716	3011308154	Saúde	Posto Saúde Fagundes	Fagundes 419437 Pt - Área Rural/Natércia	Monofásico	2
22B	AEX992019787	3003298673	Administração	Pref Mun Natércia	Est Vargem Comprida 1 Cx Nr 02 - Vargem Comprida	Bifásico	1.151
23B	AH8988009038	3003298692	Administração	Pref Mun Natércia	Rua Jose Souza Campos 1350 - Chapada	Trifásico	183
24B	AH8988001620	3004466028	Administração	Pref Mun Natércia	Rua São Pedro 127 - Centro	Trifásico	139
25B	BMH035000634	3006837392	Administração	Pref Mun Natércia	Est Vargem Comprida 1 - Vargem Comprida	Trifásico	95
26B	AMB07941296	3003298694	Administração	Pref Mun Natércia	Est Fagundes 1 Cx - Fagundes/Natércia	Monofásico	29
27B	AMH138131455	3004489304	Administração	Pref Mun Natércia	Rua Manoel E Carvalho 75 Cx - Centro	Monofásico	11
28B	AML203033114	3004642605	Administração	Pref Mun Natércia	Est Bocaina 1 Cx - Bocaina/Natércia	Monofásico	2
29B	ABN951063719	3004199040	Administração	Pref Mun Natércia	Est Vargem Comprida 1 Cx Nr 01 - Vargem Comprida	Monofásico	-
30B	ABN886036631	3003298699	Administração	Pref Mun Natércia	Est Usina 1900 Cx - Usina	Monofásico	-
31B	AMM206072681	3003298695	Administração	Pref Mun Natércia	Est Pinhalzinho 1 - Pinhalzinho	Monofásico	1
32B	AMM206115877	3003298690	Administração	Pref Mun Natércia	Est Varginha 1 - Varginha	Monofásico	0
33B	AHT16001917	3006154500	Administração	Pref Munic De Natércia	Rua Quatro 100 Cx - João Lino Sobrinho	Trifásico	250
34B	AJK134005626	3005452382	Administração	Pref Municipal Natércia	Est São Bernardo 1305 Cx - São Bernardo/Natércia	Monofásico	117
35B	BMP863003593	3004315250	Administração	Prefeitura Munic Natércia	Rua Jose Goulart S Brum 1 Cx - Centro	Trifásico	348
36B	ABR963102981	3004710200	Administração	Prefeitura Municipal De Natércia	Pca João H V Boas 29 Cx A - Centro	Monofásico	30
37B	APG192038201	3007126095	Administração	Procuradoria Geral Justiça	Pca Antônio V Silva 114 - Centro	Bifásico	77
38B	AMJ98061988	3011497135	Administração	Psf Bairro Santa Catarina	Rua Antônio De Paula Assis 5 Cx - Santa Catarina/Natércia	Monofásico	146
39B	AJK134010150	3006841278	Administração	Tanque Atirado	Bairro Do Atirado 99999 - Área Rural	Monofásico	48
40B	APJ222597658	3014904146	Administração	Torre De Tv Digital	Torre De Tv Bairro Boi Malhado 9999 - Área Rural	Bifásico	-
41B	AMN209011964	3014475168	Saúde	Unidade Básica De Saúde	Unidade Básica De Saúde 999 - Área Rural	Monofásico	116
Total							10.624

*O código com a letra A indica as unidades que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada acima, O código com a letra B indica as unidades que não foram visitadas.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Considerando a tarifa média de R\$ 0,8199 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 8.710,42 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 462 luminárias, agrupadas em 9 tipos, nas 8 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	133 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	108 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	2 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	39 unidades
LUM 5	Refletor	14 unidades
LUM 6	Projeto LED	47 unidades
LUM 7	Luminária Plafon LED	30 unidades
LUM 8	Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (120 cm)	78 unidades
LUM 9	Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (60 cm)	11 unidades
Total		462 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 584 lâmpadas, conforme tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Fluorescente compacta	172 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	372 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	4 unidades
LAMP 4	Vapor metálico de 200 W	2 unidades
LAMP 5	Vapor metálico de 400 W	10 unidades
LAMP 6	Lâmpada Halógena	2 unidades
Total		584 unidades



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Natércia.



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Escola Municipal Coronel Goulart



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: Rede farmácia de Minas Unidade Natércia



LUM 5 – Refletor
Local: Escola Municipal Coronel Goulart



LUM 8 - Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: Cemel Carline Siqueira

Figura 7 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias no município, foi utilizado um fator igual a 0,244 – o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.



O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Natércia, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatadas pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Natércia conclui em um total de 1.568 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidoras em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo, nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, percebeu-se a predominância de porta-lâmpadas e luminárias de sobrepor e de embutir retangulares com lâmpadas fluorescentes.

Dessa forma, identificou-se que o município ainda utiliza tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 69 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 10.624 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 2.390 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas

¹ O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).



fotovoltaicos com potência total de 112 kWp. O consumo energético remanescente (13.478 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 54%.

4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

Para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo para identificar possíveis áreas e demais soluções de engenharia do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Natércia, foi proposta uma redução de aproximadamente 54% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 7. Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas², que por sua vez já estão depreciadas³.

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 7 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de Lâmpada ou Luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (UN)
Vapor de Mercúrio	80	42	302
	125	52	134
	250	61	1
	400	110	12

² Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

³ Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente a antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.



Tipo de Lâmpada ou Luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (UN)
Vapor de Sódio	70	42	58
	100	52	93
LED	100	61	150
TOTAL			750

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento⁴ na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R\$ 1.332,43, resultando no custo total de R\$ R\$ 999.320,00.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Natércia possui aproximadamente 1.568 pontos de iluminação. Para o orçamento⁴ da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou um custo por ponto de R\$ 602,51, sendo assim, o custo total estimado para o CAPEX é R\$ 944.735,68.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Natércia, possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 69 kWp. A estimativa do orçamento⁴ considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos é de R\$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R\$ 411.700,00.

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Natércia possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 112 kWp. A estimativa de orçamento⁴ considerada para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública é de R\$ 6.600,00 por kWp. O custo total de CAPEX igual a R\$ 741.264,70.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 8 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Natércia.

Tabela 8 – Orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 999.320,00	R\$ 944.735,68	R\$ 411.700,00	R\$ 741.264,70
Valor total estimado	R\$ 3.097.020,38			



ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS
DA MICRORREGIÃO DO
MÉDIO SAPUCAÍ

DIAGNÓSTICO DE ENGENHARIA
DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA, DA ILUMINAÇÃO
(INTERNA E EXTERNA) E DAS REDES ELÉTRICAS
DE PRÉDIOS PÚBLICOS, COM DEFINIÇÃO DE
CAPEX NECESSÁRIO À MELHORIA DA
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO E
INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

PARAISÓPOLIS

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Sumário

1. Introdução.....	4
2. Iluminação pública	4
2.1. Introdução	4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município	4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente	5
2.2.1. Metodologia	5
2.2.2. Tipologias encontradas	6
2.2.2.1. Lâmpadas	6
2.2.2.2. Luminárias.....	6
2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos	7
2.2.2.4. Balastros.....	8
2.2.2.5. Braços e suportes	8
2.2.2.6. Postes.....	8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública.....	9
2.3.1. Introdução	9
2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos	9
2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator ..	10
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação	10
2.3.5. Braços e suportes (apenas quando houver braço fora de padrão)	11
2.4. Medições luminotécnicas.....	11
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	11
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	11
2.4.3. Resultados	12
3. Relatório levantamento da iluminação interna e externa dos espaços públicos.....	17
3.1. Introdução	17
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados	17
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	19
3.3.1. Luminárias	19
3.3.2. Lâmpadas.....	20
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	20
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	21
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	21
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR.....	22



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



4.1. Introdução	22
4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR.....	22
5. Orçamentos – CAPEX.....	23
5.1. Iluminação pública	23
5.2. Iluminação dos prédios públicos	24
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	24
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	24
5.5. Resumo do CAPEX.....	25



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Paraisópolis/MG, membro da Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento faz parte do processo relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Paraisópolis, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	64 unidades consumidoras	2.897 pontos de IP
Consumo médio mensal	27.032 kWh	142.011 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8132	B4A – R\$ 0,4585
Custo médio mensal com energia	R\$ 21.983,50	R\$ 65.112,04

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Paraisópolis, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro de 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública do município de Paraisópolis

Tipo de	Potência	Potência	Potência	Quantidade	Quantidade	Potência	Consumo*
---------	----------	----------	----------	------------	------------	----------	----------

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



lâmpada	unitária da lâmpada (W)	unitária do balastro (W)	unitária total (W)	lâmpadas (un)	relés (un)	total (kW)	(kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	89,60	414	373	37,54	13.300,40
	125	13,75	138,75	1.069	962	149,48	52.957,91
	250	25,00	275,00	125	113	34,51	12.226,38
	400	36,00	436,00	4	4	1,75	619,40
Vapor de Sódio	50	12,00	62,00	40	36	2,52	893,93
	70	14,00	84,00	334	301	28,42	10.067,62
	100	17,00	117,00	377	339	44,52	15.771,41
	150	22,00	172,00	71	64	12,29	4.353,70
	250	30,00	280,00	27	24	7,59	2.688,73
	400	38,00	438,00	2	2	0,88	311,12
	100 IP 24H	17,00	117,00	1	1	0,12	46,01
LED	100	0,00	101,20	41	37	4,14	1.468,26
	150	0,00	151,20	35	32	5,29	1.873,39
	200	0,00	201,20	357	321	71,79	25.432,55
Total				2.897	2.609	400,84	142.010,81

*Considerado 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, 19 vias distintas, totalizando 125 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 6.

Em todos os postes levantados existiam apenas uma luminária, à exceção dos pontos localizados nas esquinas, praças e trevos. As fotos das figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.



Figura 1 - Poste de concreto circular com luminárias abertas com lâmpada vapor de sódio de 125 W, localizado na via Rua Doutor Joubert Guimarães.



Figura 2 – Poste de concreto circular com luminárias abertas com lâmpada vapor de sódio de 100 W, localizado na Rua Santos Dumont

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé foto controladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Paraisópolis.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, o principal tipo de lâmpada instalada na cidade é a de vapor de Mercúrio, com destaque para a lâmpada na potência de 125 W.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 552 pontos de luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé foto controlador, representando um total de 19% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta, representam a maioria na composição do parque de luminárias com aproximadamente 1.912 pontos, um percentual de 66% das luminárias existentes.

Além dessas luminárias, foram identificadas luminárias ornamentais em postes de aço ornamentais de 6 m como pode ser verificado na Praça Coronel José Vieira.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também a existência de luminárias LED (433 pontos, aproximadamente 15% do total) em vias de acesso (rodovia), vias centrais e no entorno da Praça Coronel José Vieira.

Embora a maioria do parque seja composto por luminárias abertas, para as luminárias fechadas, tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o fabricado em policarbonato. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano e poli curvo

As fotos apresentadas na figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no parque.

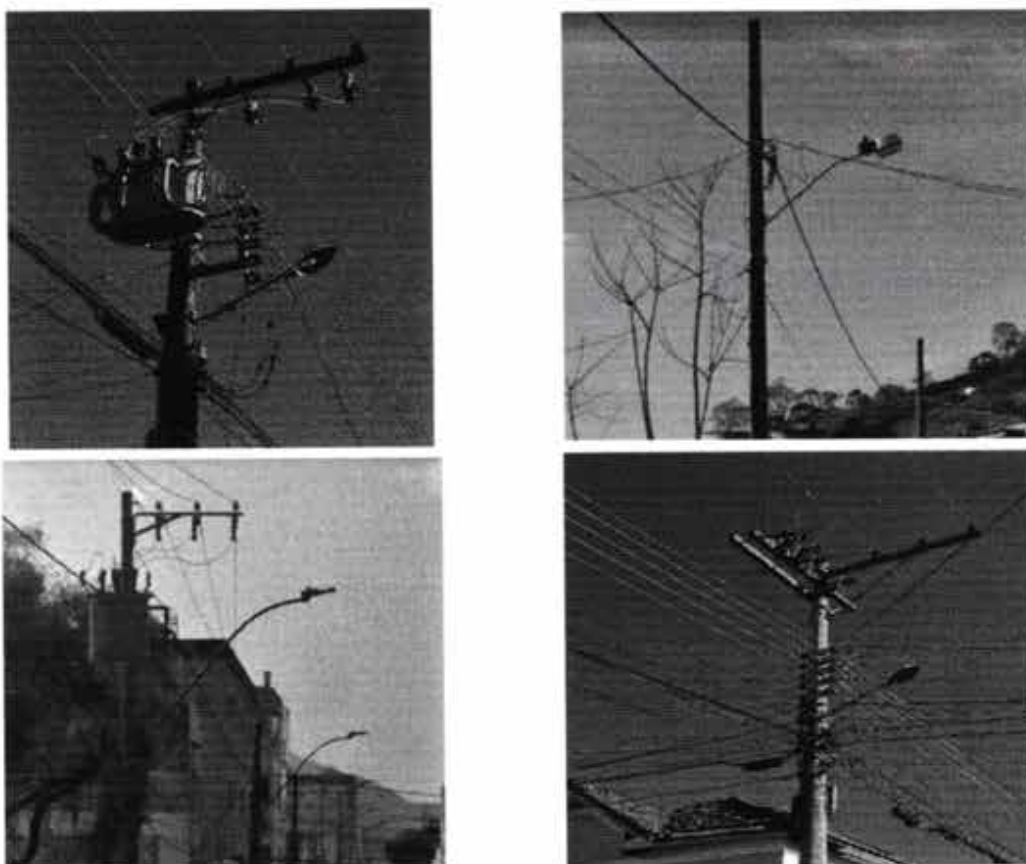


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação do município.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

Aproximadamente 53% dos pontos são comandados de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada, na própria luminária.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



O restante do parque, os pontos são comandados em grupo, com o acionamento através de relé instalado em base de 50A e alimentação por “cabo controle”.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 19% do parque (552 pontos) possuem balastros do tipo integrado. Os balastros do tipo externo formam a quantidade de 1.912 unidades.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e corredores principais se destacam os braços tipo médio, com as medidas no padrão da CEMIG, distribuidora local.

Verificou-se ainda durante a etapa de levantamento a existência de braços tipo curto, tipo leve I e tipo PA4.

Ressalta-se que atualmente apenas os braços tipo curto, médio e pesado são utilizados como padrão da CEMIG, os demais tipos são fora de padrão e recomenda-se a substituição dos mesmos.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo circular. Também foram identificados postes do tipo concreto duplo T.

Nas praças do município, podem ser encontrados postes de aço reto em alturas diversas.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 7 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 31 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias da área urbana (região central) estão asfaltadas e/ou com calçamento tipo bloquete ou poliédrico, apresentam passeio e meio fio demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 7 m para vias de rolamento e 1,3 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente do tipo convencional (NUA). Identificou-se também durante a etapa de levantamento de campo, rede de baixa tensão do tipo isolada, bem como rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 31 m e 37 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecida pelo município tendo o mês de julho de 2022 como referência está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública do município de Paraisópolis.

Tendo em vista que foram encontrados 13 tipos de potência diferentes para lâmpadas e luminárias instaladas, podemos concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a Prefeitura Municipal.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Uma rápida inspeção visual no período noturno nos principais corredores de trânsito da cidade foi suficiente para comprovar o baixo índice de iluminância média (Emed). Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificou-se ainda níveis de iluminância muito abaixo dos valores mínimos recomendados por norma, o que provoca uma sensação de insegurança e falta de visualização adequada na via durante o período noturno.

Os principais motivos para o não atendimento aos critérios de iluminância média (Emed) e fator de uniformidade (U) são a utilização de lâmpadas de descarga com fluxo luminoso



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



inferior ao necessário para a via, falta de uma manutenção preventiva, espaçamento inadequado entre pontos de luminárias, depreciação da luminária em função de um conjunto ótico ineficaz e luminárias com refratores muito velhos e amarelados ou ainda luminárias sem refratores.

No que tange às luminárias LED instaladas no município e considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos, também considerando os critérios estabelecidos pela NBR 5101/18, pode-se afirmar que as luminárias LED existentes nas vias do município estão superdimensionadas, representando gastos desnecessários e ruas iluminadas de maneira inadequada.

Pode-se concluir que existiu no município uma metodologia inadequada para a elaboração de projetos luminotécnicos, bem como para a especificação do tipo e da potência das luminárias e lâmpadas utilizadas. Estas características dificultam uma definição de parâmetros para a manutenção preventiva, dificultando a criação de um parque de iluminação mais eficiente e com menor índice de manutenção corretiva.

2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

Atualmente em Paraisópolis verifica-se que várias luminárias já não mais possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos auxiliares instalados em luminárias fechadas, dificultando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

Este problema se torna ainda mais sério quando se busca analisar as luminárias LED instaladas. Atualmente não existe em algumas luminárias LED instaladas no município nenhuma identificação visível ao nível da rua quanto a sua potência ou fluxo luminoso.

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação

Foi identificado plaquetas numeradas com identificação nos pontos que compõe o parque de iluminação do município.

A identificação dos pontos sugere que o município tem o parque georreferenciado e cadastrado.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG

2.3.5. Braços e suportes (apenas quando houver braço fora de padrão)

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotos sensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotos sensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 4 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.



Figura 4 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo



2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 abaixo apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5301		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	V5	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	V5	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	V5	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	V5	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braco	Posteação	Espaco entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
	Kubitschek de Oliveira						Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,70 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	19,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,32 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,60 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENCENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 5 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa – Conceição dos Ouros

Figura 5 – Registro fotográfico de algumas vias visitadas durante o período noturno.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENCENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 6 – Mapa cadastral do município de Paraisópolis com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

(31) 3653-5193
Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



3. Relatório levantamento da iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios públicos de Paraisópolis, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 6 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (agosto de 2021 a agosto de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Paraisópolis

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
1A	3004389726	AHW958006470	Administração	Rodoviária	Av. José Pereira D. Dias, S/N - Novo Horizonte	Trifásico	531
2A	3003298504	ARB087008487	Administração	Almoxarifado	Av. Rio Branco, 844 - Centro	Trifásico	344
3A	30003298501	AME112116592	Administração	Pref. Mun. Paraisópolis	Rua Marechal Deodoro, 363 - Centro	Monofásico	100
4A	3002290755	BMW939001783	Administração	Cras/ Centro Cultural	Rua Benedito Valadares, 64 - Centro	Trifásico	70
5A	3003705060	AHP925001315	Esporte/Lazer	Estádio Mun. São José	Av. Guarda M. Carneiro, 337 - Centro	Trifásico	1.795
6A	30061952251	BMH019000379	Esporte/Lazer	Ginásio Pollesp. Prof. H. Rocha	Av. Guarda M. Carneiro, 337 - Centro	Trifásico	695
7B	3003298517	AJY005003245	Administração	P.m. Paraisópolis Repetidor Tv B Gran	Rua Do Brejo Sn Cx - Centro	Monofásico	1.561
8B	3005771886	AEU035006166	Administração	Município De Paraisópolis	Rua Costas 533 El - Costas	Bifásico	1.259
9B	3003298500	APH187039791	Administração	Paraisópolis Sede Municipal	Pça Centenário 103 Cx Nr 01 - Centro	Bifásico	1.065
10B	3003919686	APD100074826	Administração	P.m. Paraisópolis Dist Costa	Pça São João Batista 1 Cx - Costas	Bifásico	612
11B	3012811045	APJ222597695	Administração	P.m. Paraisópolis Construção Ete	Ponte De Ferro 9999 Cx - Área Rural	Bifásico	498
12B	3003839761	APD100031903	Administração	Cemitério	Tra Fre Caetano 772 Cm - Centro	Bifásico	491
13B	300653976	AMH138156635	Administração	P.m. Paraisópolis Reciclagem De Lixo	Est Carneiros 920 Ec - Carneiros	Monofásico	485
14B	3003916900	AGA704006527	Administração	P.m. Paraisópolis Calçada	Tra Sebastião J Barros 165 Cx - Centro	Trifásico	419

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



FABRICA DE PROJETOS

ENCENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód. *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
15B	3005985890	AHU969001126	Administração	Prefeitura M Paraisópolis	Rua Vinte Cinco De Janeiro 5 Cx - Vila Frei Orestes	Trifásico	413
16B	3003298506	ARB087008286	Administração	Pref. Mun. Paraisópolis Xxx	Rua Silviano Brandão 112 Cx - Centro	Trifásico	314
17B	3003298510	AHW958009658	Administração	Paraisópolis Concha Acústica	Pça Coronel Jose Vieira 150 Cx - Centro	Trifásico	306
18B	3006195253	AET941001387	Administração	Paraisópolis Praça Museu	Tra Alves De Lima 10 Cx - Centro	Bifásico	268
19B	3003901546	APG192069373	Administração	Matadouro	Est. Ponte De Ferro 180 Cx - Ponte De Ferro	Bifásico	222
20B	3001210746	AME112026341	Administração	Meio Ambiente	Rua Sete De Setembro 702 Cs - Centro	Monofásico	209
21B	3005372936	API222557935	Administração	Paraisópolis Quadra Poliesportiva	Pça São Benedito 98 Cx - Centro	Bifásico	200
22B	3003298514	AME179048149	Administração	Mun. Paraisópolis	Pça Monsenhor Dutra 1 Cx Nr 2 - Centro	Monofásico	192
23B	3003298509	AHB988001675	Administração	Paraisópolis Chafariz	Pça Coronel José Vieira 120 Cx - Centro	Trifásico	144
24B	3005887922	APD118039491	Administração	Prefeitura M Paraisópolis	Tra Sebastião J Barros 64 Cx - Centro	Bifásico	135
25B	3006316039	APG192071826	Administração	Paraisópolis Museu	Rua Benedito Valadares 64 Cs - Centro	Bifásico	105
26B	3003298501	AME112116592	Administração	Município De Paraisópolis	Rua Marechal Deodoro 363 Cx - Centro	Monofásico	95
27B	3006771495	AHU74600203	Administração	Calçada	Rua São Jose 1 Cx - Centro	Trifásico	70
28B	3004473969	BMW939001790	Administração	Galpão	Av Rio Branco 684 Cx - Centro	Trifásico	49
29B	3013983636	AMJ180053707	Administração	Banheiro Público Costas	Rua Antônio Mota Da Silva 1 Cx - Costas	Monofásico	19
30B	3014170597	APH195025499	Administração	Guarita Do Distrito Industrial	Rod. Mg 295 Distrito Industrial 1 Cs - Área Rural	Bifásico	17
31B	3004642603	ABN886011436	Administração	Prefeitura M Paraisópolis	Est Pinhalzinho 550 Cx - Pinhalzinho	Monofásico	15
32B	3005851996	ABG002034099	Administração	Junta Militar	Pça Monsenhor Dutra - Centro	Monofásico	12
33B	3006115565	AML211007162	Administração	Ponto De Taxi	Pça Presidente Vargas 1 Co - Centro	Monofásico	10
34B	3006638727	AEU035006082	Administração	Paraisópolis Praça	Est Recoco 470 Cx - Recoco	Bifásico	5
35B	3004510495	ABN951063568	Administração	P.m. Paraisópolis IBGE	Pça Monsenhor Dutra 1 Cx - Centro	Monofásico	3
36B	3011953017	APD126137712	Administração	Oficina Do Cras	Av Rio Branco 684 Cx - Centro	Bifásico	1
37B	3004122754	AME112126747	Administração	Prefeitura de M Paraisópolis	Est. Jacintos 540 Cx - Jacintos	Monofásico	1
38B	3004582753	ABR963030418	Administração	Capela Cemite	Rua Marechal Deodoro - Centro	Monofásico	-
39B	3004047991	AJU993007401	Administração	P.m. Paraisópolis Lagoa	Est. Da Lagoa 1 Cx - Lagoa	Monofásico	-
40B	300401394	BAC129002908	Educação	Escola Mons Sebastião Vieira	Rua Cumbica 501 - Jardim Aeroporto	Trifásico	1.588
41B	3005771884	AHD001002365	Educação	Escola Bueno De Paiva	Pça Coronel José Vieira 38 L - Centro	Trifásico	1.250
42B	3005771885	ARK191027613 e AHQ879002126	Educação	Escola Tia Emilia	Tra José Dias Medeiros, 133 - Alto Da Gloria	Trifásico	1.069
43B	3013232637	ARC164010991	Educação	Creche	Rua Dr Álvaro Augusto De Almeida 40 Cx - Centro	Trifásico	1.032
44B	301301281	ARC172006512	Educação	Escola Mun. Conceição Adair	Rua Diamantina - Alto Dos Fernandes	Bifásico	998
45B	3004760593	AME112089020	Educação	Prefeitura M Paraisópolis Em Jacintos	Est. Jacintos 420 El - Jacintos	Monofásico	148
46B	3003298527	AMI131255696	Educação	Em Nossa Sra. Dos Ros	Est. Pinhalzinho 550 El - Pinhalzinho	Monofásico	-
47B	3006652268	APD100060498	Esporte/Lazer	Paraisópolis Parque	Rua Doutor Pedro Rosa 9999 Cx - Pernilongo	Bifásico	1.253

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Cod.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
48B	3003298519	ARD118032509	Esporte/Lazer	Área De Lazer M B C	Est Serra Usina 265 Cx - Serra Usina	Trifásico	225
49B	3006701735	AEU043016558	Esporte/Lazer	Paraisópolis Quadra Poliesportiva	Av Egidio Dias Carvalho 1 Qd - Alto Dos Fernandes	Bifásico	158
50B	3006464488	AHP925007738	Esporte/Lazer	Paraisópolis Quadra Poliesportiva	Rua Vinte Cinco De Janeiro 108 Qd - Vila Frei Orestes	Trifásico	110
51B	3014293372	API206003597	Esporte/Lazer	Quadra Boa Vista II	Rua Flamboyant 101 Cx - Pinheiros	Bifásico	71
52B	3006483973	AEU035003362	Esporte/Lazer	Paraisópolis Pista Skate	Rua Dr Álvaro Augusto De Almeida 95 Cd - Centro	Bifásico	23
53B	3007502465	AHB061006442	Esporte/Lazer	Paraisópolis Campo De Futebol	Rua Costas 370 Cf - Costas	Trifásico	22
54B	3006817408	AEA050009666	Esporte/Lazer	Paraisópolis Quadra Esportiva	Rua Doutor Geraldo E Carvalho 405 Qd - Doutor Geraldo	Bifásico	-
55B	3006295770	AHU985002922	Esporte/Lazer	Paraisópolis Quadra Poliesportiva	Rua Pouso Alegre 705cx - Centro	Trifásico	-
56B	3012757237	APD159062902	Esporte/Lazer	P.m. Paraisópolis Quadra Respar	Rua Antônio B L Ribeiro 289 Cx - Respar	Bifásico	-
57B	3011270060	BAC129008417	Saúde	Políclínica	Av Jose Pereira S Dias 265 Cx - Jardim Vale Do Sol	Trifásico	2.182
58B	3003688555	ARD118033174	Saúde	Poste De Saúde	Tra Sebastião J Barros - Centro	Trifásico	1.251
59B	3010358009	AHU985000759	Saúde	Esf III	Av Alfredo Machado Carvalho 355 - Residencial Paraíso	Trifásico	784
60B	3007647260	AHF073004645	Saúde	Esf I	Rua Pouso Alegre 181 Os - Centro	Trifásico	723
61B	311086919	ARC107020922	Saúde	Esf II	Rua Silvano Brandão 211 Cx - Centro	Trifásico	676
62B	3011518940	AFD1260844393	Saúde	Farmácia Municipal	Rua São Jose 14 Cx - Centro	Bifásico	455
63B	30003298502	AMI13119934	Saúde	Secretaria De Saúde	Rua Marechal Deodoro, 363 - Centro	Monofásico	252
64B	30003298530	APD100010842	Saúde	Posto De Saúde Distrito Dos Costa	Rua Luis Resende 533 Cx A - Costas	Bifásico	129
Total							27.032

* O código com a letra A indica as unidades que visitadas de acordo com a norma amostral citada acima. O código com a letra B indica as unidades que não foram visitadas.

Considerando a tarifa média de R\$ 0,8132 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 21.983,50 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 348 luminárias, agrupadas em 6 tipos, nas 06 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.



Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	103 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	40 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	10 unidades
LUM 4	Refletor	191 unidades
LUM 5	Projeto LED	2 unidades
LUM 6	Luminária arandela ornamental	2 unidades
Total		348 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 396 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	84 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	20 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	80 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	21 unidades
LAMP 5	Lâmpada mista	4 unidades
LAMP 6	Vapor metálico de 200 W	55 unidades
LAMP 7	Vapor metálico de 400 W	132 unidades
Total		396 unidades

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Paraisópolis.



LUM 1 – Porta-Lâmpadas Base E-27
Local: Centro Cultural



LUM 5 – Projeto LED
Local: Almoxarifado



LUM 4 - Refletor
Local: Estádio



LUM 6 - Luminária arandela ornamental
Local: Prefeitura

Figura 7 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estimar a quantidade total de luminárias no município, foi utilizado um fator igual a 0,244 – valor esse obtido a partir da relação entre a quantidade de pontos de iluminação e o consumo energético das respectivas instalações levantadas.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Paraisópolis, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Paraisópolis conclui em um total de 6.099 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo, nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, percebeu-se a predominância de porta-lâmpadas com lâmpadas fluorescente e refletores com lâmpadas de vapor metálico. Identificou-se também a utilização de lâmpadas LED, o que mostra que já há uma atualização na tecnologia. Contudo, atenta-se que a utilização de luminárias LED integradas é mais adequada do que a simples



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



troca da lâmpada em luminárias depreciadas e construídas para uso com lâmpadas incandescentes, de descarga e/ou fluorescentes.

Dessa forma, identificou-se que o município ainda utiliza tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento conclui-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 191 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4 de 27.032 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 4.110 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 544 kWp. O consumo energético remanescente (65.325 kWh) foi considerado após modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 54%.

4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

Para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo para identificar possíveis áreas e demais soluções de engenharia do município para instalação dos SFCR.

¹ O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).



5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Paraisópolis, foi proposto uma redução de aproximadamente 54% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 7.

Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, foi considerado o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas², que por sua vez já estão depreciadas³.

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 7 – Equivalências para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	414
	125	52	1069
	250	61	125
	400	110	4
Vapor de Sódio	50	42	40
	70	42	334
	100	52	377
	150	52	71
	250	83	27
	400	150	2
	100 IP 24 H	42	1
LED	100	61	41
	150	110	35
	200	150	357
TOTAL			2.897

² Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

³ Considerou-se cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente à antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente o fluxo após prolongamento de sua utilização.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Através deste anteprojeto, para estimativa do orçamento⁴ na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R\$ 1.332,43, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 3.860.040,05.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Paraisópolis possui aproximadamente 6.099 pontos de iluminação. Para o orçamento⁴ da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R\$ 602,51, sendo assim, o custo total estimado para o CAPEX é R\$ 3.674.708,49.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Paraisópolis possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 191 kWp. A estimativa do orçamento² considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos é de R\$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R\$ 1.146.100,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Paraisópolis possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 544 kWp. A estimativa de orçamento⁴ considerada para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública é de R\$ 6.600,00 por kWp. O custo total de CAPEX igual a R\$ 3.592.878,30.

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 8 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Paraisópolis.

Tabela 8 – Orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 3.860.040,05	R\$ 3.674.708,49	R\$ 1.146.100,00.	R\$ 3.592.878,30
Valor total estimado	R\$ 12.273.726,84			



ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS
DA MICRORREGIÃO DO
MÉDIO SAPUCAÍ

DIAGNÓSTICO DE ENGENHARIA
DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA, DA ILUMINAÇÃO
(INTERNA E EXTERNA) E DAS REDES ELÉTRICAS
DE PRÉDIOS PÚBLICOS, COM DEFINIÇÃO DE
CAPEX NECESSÁRIO À MELHORIA DA
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ILUMINAÇÃO E
INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.

POÇO FUNDO

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Sumário

1. Introdução.....	4
2. Iluminação publica	4
2.1. Introdução	4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município	4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente	5
2.2.1. Metodologia	5
2.2.2. Tipologias encontradas	6
2.2.2.1. Lâmpadas	6
2.2.2.2. Luminárias	6
2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos	7
2.2.2.4. Balastros	8
2.2.2.5. Braços e suportes	8
2.2.2.6. Postes	8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública.....	8
2.3.1. Introdução	8
2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos	9
2.3.3. Refratores de policarbonato danificados.....	10
2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator ..	11
2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação.....	11
2.3.6. Braços e suportes.....	11
2.4. Medições luminotécnicas.....	11
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	11
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	11
2.4.3. Resultados	12
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	17
3.1. Introdução	17
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados	17
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	19
3.3.1. Luminárias	19
3.3.2. Lâmpadas.....	19
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	19



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



3.3.4.	Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	20
3.4.	Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	21
4.	Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR.....	21
4.1.	Introdução	21
4.2.	Capacidade estimada	22
4.2.1.	Relatório fotográfico amostral	22
4.3.	Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR.....	23
5.	Orçamentos – CAPEX.....	24
5.1.	Iluminação pública	24
5.2.	Iluminação dos prédios públicos	25
5.3.	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	25
5.4.	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	25
5.5.	Resumo do CAPEX.....	25



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético dos municípios, visando à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Poço Fundo/MG membro da Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Poço Fundo, encontraram-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	40 unidades consumidoras	1.698 pontos de IP
Consumo médio mensal	17.410 kWh	79.993 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8357	B4A – R\$ 0,4503
Custo médio mensal com energia	R\$ 14.549,41	R\$ 36.022,63

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Poço Fundo, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.



Tabela2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Poço Fundo

Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (un)	Quantidade relés (un)	Potência total (kW)	Consumo* (kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	91	64	58	5,81	2.056
	125	13,75	140	538	484	75,29	26.651
	250	25,00	276	28	25	7,73	2.738
Vapor de Sódio	70	14,00	85	256	230	21,81	7.716
	100	17,00	118	616	554	72,81	25.768
	150	22,00	173	191	172	33,08	11.711
	400	38,00	439	5	5	2,20	777
Total				1.698	1.528	218,54	77.420

*Considerando 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

Somado às demais contas de energia na modalidade tarifária B4A (praças, avenidas, etc.), o município de Poço Fundo possui consumo total médio mensal de 79.993 kWh com iluminação pública.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 15 vias distintas, totalizando 125 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 7.

Em todos os postes levantados existiam apenas uma luminária, à exceção dos pontos localizados nas esquinas, praças e trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.



Figura 1 - Poste de concreto circular com lâmpada vapor de sódio 150 W, localizado na Avenida Dr. Lélío de Almeida



Figura 2 – Postes de concreto circular com lâmpada vapor de mercúrio 125 W, localizado na Rua Professor Ramos

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé fotocontroladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Poço Fundo.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, o principal tipo de lâmpadas instaladas na cidade é de vapor de sódio com destaque para as lâmpadas na potência de 100 W.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 1.068 pontos das luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé fotocontrolador, representando um total de 63% das luminárias existentes.

O restante do parque é composto por luminárias abertas que correspondem a aproximadamente 37% (630 pontos).

Além dessas luminárias, foram identificadas também luminárias ornamentais tipo bola em policarbonato leitoso instaladas em postes de aço ornamentais de 4,5 m.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Durante a etapa de levantamento não foram identificadas luminárias LED em vias e praças do município.

O tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o fabricado em policarbonato. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano, policurvo e com refrator em policarbonato.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

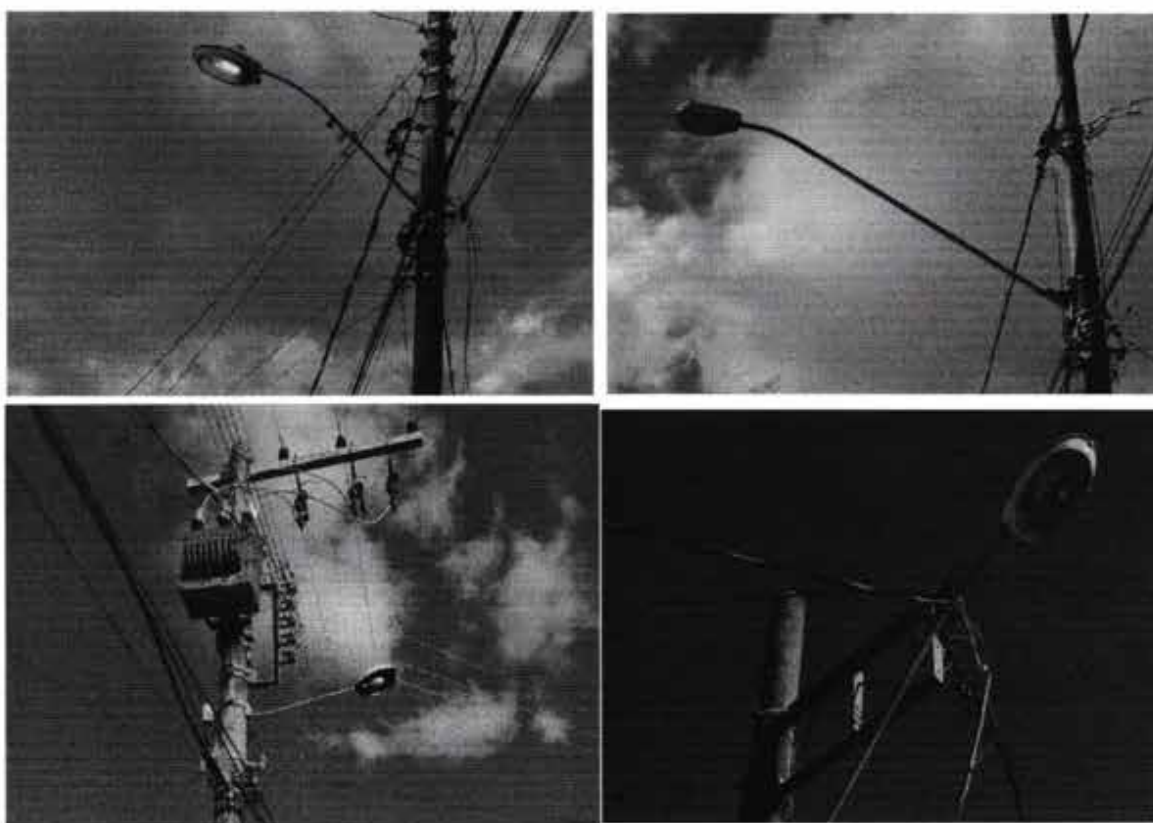


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos

A maioria dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé fotocontrolador do tipo eletrônico instalado em tomada externa, ou existente na própria luminária.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 75% do parque (1.274 pontos) possuem balastros do tipo integrado. Os balastros do tipo externo formam a quantidade de cerca de 424 unidades.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e demais vias visitadas, destacam-se os braços tipo médio, representando cerca de 44% do total de pontos, com medidas de acordo com o padrão da CEMIG, distribuidora local.

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 4% de braços tipo Leve I e 4% de braços tipo leve II, conforme apresentado na Figura 4 a seguir, os quais foram retirados do padrão da distribuidora de energia ainda na década de 1980. Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados com padrão.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo circular. Também foi identificado um número significativo postes do tipo madeira e concreto duplo T.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8,00 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 33 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado, todas as vias da área urbana (região central) no trecho percorrido pelo levantamento estão asfaltadas, as vias apresentam passeio e meio fio demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 9,00 m para vias de rolamento e 1,80 m para passeios.



A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). A rede de baixa tensão apresenta em proporcionalidade tanto a rede isolada quanto a rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 30 m a 45 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública de Poço Fundo.

Tendo em vista que foram encontrados 7 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Uma rápida inspeção visual nos principais corredores de trânsito da cidade é suficiente para comprovar o baixo índice de iluminância média (E_{med}). Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificaram-se níveis de iluminância abaixo dos valores mínimos recomendados por norma, o que provoca uma sensação de insegurança e falta de visualização adequada na via durante esse período.

Os principais motivos para o não atendimento aos critérios de iluminância média (E_{med}) e fator de uniformidade (U) são a utilização de lâmpadas de descarga com fluxo luminoso inferior ao necessário para a via, falta de uma manutenção preventiva, espaçamento inadequado entre pontos de luminárias, depreciação da luminária em função de um conjunto ótico ineficaz e luminárias com refratores muito velhos e amarelados ou ainda luminárias sem refratores.

No que tange às luminárias LED instaladas no município e considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos, também considerando os critérios estabelecidos pela NBR 5101/18, pode-se afirmar que as luminárias LED existentes nas vias do município estão superdimensionadas, representando gastos desnecessários e ruas iluminadas de maneira inadequada.

Pode-se concluir que existiu no município uma metodologia inadequada para a elaboração de projetos luminotécnicos, bem como para a especificação do tipo e da potência das luminárias e lâmpadas utilizadas. Estas características dificultam uma definição de parâmetros para a manutenção preventiva, dificultando a criação de um parque de iluminação mais eficiente e com menor índice de manutenção corretiva.

2.3.3. Refratores de policarbonato danificados

Conforme se pode verificar em alguns exemplos detalhados na Figura 4 abaixo, identificou-se luminárias com o refrator em policarbonato amarelado, quebrado ou mesmo faltando. Esse fato revela deficiência no processo de manutenção preventiva, o que acarreta a necessidade de substituição não só do refrator, mas de todo o conjunto.

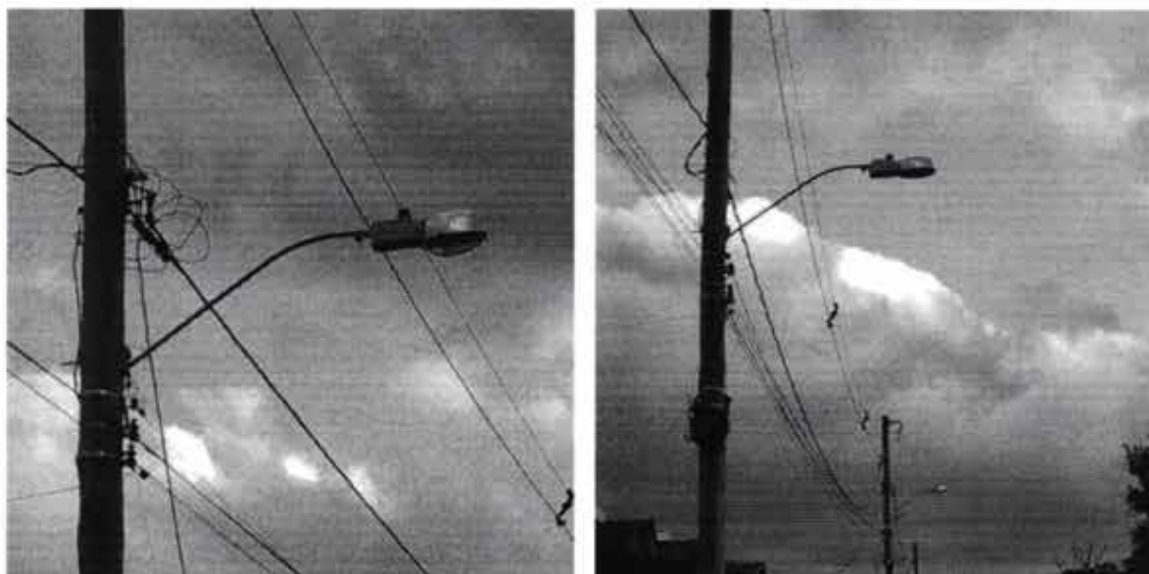


Figura 4 - Luminárias com refrator de policarbonato amarelado ou faltando.



2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

Atualmente em Poço Fundo verifica-se que várias luminárias já não mais possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos auxiliares instalados em luminárias fechadas com alojamento, dificultando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.6. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotossensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotossensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 5 apresenta o aparelho utilizado para realização das



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



medições de campo.



Figura 5 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,65	15,00 lux	0,20

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Características do logradouro							Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminação média medida	Uniformidade medida	Iluminação média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Adami						Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
Passeio							1,00 m	P4	15,00 lux	0,75	3,00 lux	0,20	
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	5,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Passeio							1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20	
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



Características do logradouro							Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	V5	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	V5	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	V5	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	8,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natercia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



A Figura 6 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de
Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

Figura 6 – Registro fotográfico de algumas vias visitadas durante o período noturno.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 7 – Mapa cadastral do município de Poço Fundo com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

(31) 3653-5193
Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios públicos de Poço Fundo, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 5 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Poço Fundo

Cod. *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	3003300688	ARC123014339	Administração	Rodoviária Poço Fundo	Rua João Paulino Da Costa, 155 - Centro	Trifásico	1.139
2A	3006406534	APG218035876 e ADB822007349	Educação	Esc. Mun. Prof. Carlito Ferreira	Praça Tancredo Neves, 626 / 1 E 2 - Centro	Bifásico	354
3A	3003300698	AHT966002596	Saúde	Centro De Saúde Municipal - Tiquinho Dentista	Rua Arcanjo Mendes, 264 - Centro	Trifásico	1.169
4A	3013224471	ARC164011229	Saúde	Ubs São José	Rua Messias A. Ferreira, 128 - Vila Fernandes	Trifásico	761
5A	3011062422	ARC107023969	Saúde	Centro Odontológico Hercy Ferreira	Rua 2 De Abril, 287 - Nova Guimirim	Trifásico	376
6B	3003300695	AGK704004492	Administração	Sede Municipal	Pca Tancredo Neves, 1 Cx - Centro	Trifásico	1.553
7B	3003300684	ARC107009600	Administração	Almoxarifado	Pca Tancredo Neves, 60 Am - Centro	Trifásico	1.354
8B	3003300693	AJR872019757	Administração	Torre De Tv	Est Barro Branco, 390 Cx - Barro Branco	Monofásico	756
9B	3012172137	BAG164103127	Administração	Projeto Carnaval	Av. Jose Evilasio Assi, 49 Cx - Nova Guimirim	Trifásico	375
10B	3003028717	AMI149099787	Administração	Quartel Policia Militar	Rua Tiradentes, 432 Co - Centro	Monofásico	340
11B	3000151152	APH187035978	Administração	Secretaria De Assistência Social	Rua Garibaldi Aquino, 202 Cs - Nova Guimirim	Bifásico	155
12B	3003300687	AHD001006275	Administração	Cemitério	Rua Osorio Grilo, 235 Cm - Centro	Trifásico	144
13B	3010754245	ARB095026707	Administração	Matadouro Municipal	Av. Ver Antonio Batista De Carvalho, 200 Cx - Centro	Trifásico	91



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód. *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
14B	3010614720	APB087001115	Administração	Velório	Rua Capitão Antonio Gonçalves, 631 Cx - Centro	Bifásico	58
15B	3013159758	APD142024366	Administração	Cemitério Municipal	Rua Ximenes Cezar, 351 Fr - Paiolinho	Bifásico	38
16B	3006634110	AHD043000675	Administração	Fábrica De Bloco	Rua Prefeito Izaias Carvalho, 150 In - Centro	Trifásico	31
17B	3003300702	ABR948022386	Administração	Torre De Tv	Pca Tancredo Neves, 228 Cx - Centro	Monofásico	-
18B	3004735749	ARM206006750	Água e Saneamento	Poço Artesiano	Est Paiolinho, 5305 Bg - Paiolinho	Trifásico	1.582
19B	3010914757	APD100048137	Água e Saneamento	Captação Água Agrovila	Endereço rural S N Agrovila - B. Piedade 99999 - Área Rural	Bifásico	457
20B	3012845066	APJ214049209	Educação	Creche	Rua Joao Teodoro Ferreira, 426 Cx - Centro	Bifásico	547
21B	3003300699	AHF073003585	Educação	Creche	Rua Benjamin Constant, 540 Co - Centro	Trifásico	473
22B	3005678334	AEA993027900	Educação	Escola Prefeito Carlito	Pca Tancredo Neves, 3030 El - Centro	Bifásico	392
23B	3013967368	APH187037758	Educação	Escola Barra Grande	Rua Barra Grande, 301 Cx - Barra Grande	Bifásico	245
24B	3003300701	ABY955047019	Educação	Escola Barra Grande	Rua Barra Grande, 300 El - Barra Grande	Monofásico	210
25B	3003300694	AME112172188	Educação	Escola Professora Rita	Pca Castelo Branco, 420 El - Paiolinho	Monofásico	157
26B	3003300707	APD142034186	Educação	Escola Barreiro	Est Barreiro, 9000 El - Barreiro	Bifásico	118
27B	3003300704	ABN878026064	Educação	Escola Gonçalves	Rua Gonçalves, 405 El - Gonçalves	Monofásico	108
28B	3010707613	AEA043001679	Esporte/Lazer	Padrão De Eventos	Pca Tancredo Neves, 154 Cx - Centro	Bifásico	729
29B	3011256370	AHB061000093	Esporte/Lazer	Padrão De Eventos	Pca São Francisco, 115 Cx - Centro	Trifásico	331
30B	3014417100	ARK191023606	Esporte/Lazer	Quadra Coberta	Quadra Coberta, 9999 Cx - Área Rural	Trifásico	122
31B	3010137112	ARC164004153	Esporte/Lazer	Campo Futebol Paiolinho	Rua Jose Domingues, 9999 Co - Paiolinho	Trifásico	92
32B	3013166821	ARC164002959	Esporte/Lazer	Poliesportivo Bairro Nova Gimirim	Rua Jairo Elias De Araújo, 102 Fr - Nova Gimirim	Trifásico	47
33B	3012220316	AMI149041728	Esporte/Lazer	Padrão De Eventos	Pca São Francisco, 1 Cx - Centro	Monofásico	25
34B	3010707583	AEU050009044	Esporte/Lazer	Padrão De Eventos	Pca São Francisco, 344 Cx - Centro	Bifásico	13
35B	3010519574	AHBN944001716	Esporte/Lazer	Padrão De Eventos	Av. Doutor Lelio Alemida, 242 Cx - Centro	Trifásico	-
36B	3000679270	AHW958009623	Saúde	Sec. Mun. Saúde De Poço Fundo	Rua Odete Dos Anjos, 190 In - Centro	Trifásico	1.614
37B	3013402798	ARC164022787	Saúde	Unidade Básica De Saúde São Lucas	Pca Tancredo Neves, 22 Cx - Centro	Trifásico	715
38B	3003300700	APD167130025	Saúde	Posto De Saúde	Rua Governador Valadares, 342 Ps - Paiolinho	Bifásico	305
39B	3012599460	APC149053409	Saúde	Centro Odontológico	Rua Dois De abril, 287 Cx - Centro	Bifásico	241
40B	3011242232	APD118112208	Saúde	Farmácia Básica	Rua Arcanjo Mendes, 264 Cx - Centro	Bifásico	192
Total							17.410

*O código com a letra A indica as instalações que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada acima. O código com a letra B indica as instalações que não foram visitadas.

Considerando a tarifa média de R\$ 0,8357 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 14.549,41 com as contas de energia dos prédios públicos.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 282 luminárias, agrupadas em 8 tipos, nas 05 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	168 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	69 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	1 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	12 unidades
LUM 5	Refletor	5 unidades
LUM 6	Projektor LED	18 unidades
LUM 7	Luminária de iluminação pública convencional	7 unidades
LUM 8	Luminária de embutir retangular x1 lâmpadas (120 cm)	2 unidades
Total		282 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 333 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	35 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	2 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	140 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	145 unidades
LAMP 5	Vapor metálico de 100 W	4 unidades
LAMP 6	Vapor de mercúrio de 200 W	3 unidades
LAMP 7	Vapor de mercúrio de 80 W	4 unidades
Total		333 unidades

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Poço Fundo.



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



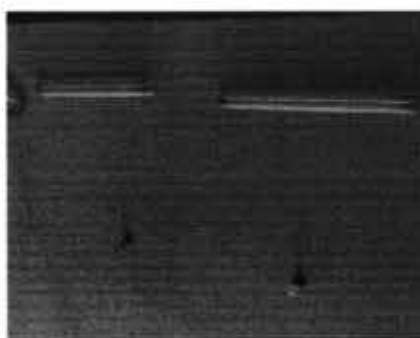
LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Posto de Saúde



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular
x2 lâmpadas (120 cm)
Local: UBS São José



LUM 6 - Projetor LED
Local: E.M. Prof. Carlito



LUM 1 e 2 – Porta lâmpada e luminária de
sobrepor retângulas x 2 lâmpadas (120 cm)
Local: E.M Prof. Carlito



LUM 4 - Luminária tipo arandela
Local: Centro Odontológico



LUM 7 - Luminária de iluminação pública
convencional
Local: E.M. Prof. Carlito

Figura 8 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Poço Fundo, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Poço Fundo conclui em um total de 3.600 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, constatou-se uma predominância de porta lâmpadas com lâmpadas LED bulbo e luminárias retangulares para duas lâmpadas fluorescentes tubulares.

Contudo, atenta-se que a utilização de luminárias LED integradas é mais adequada do que a simples troca da lâmpada em luminárias depreciadas e construídas para uso com lâmpadas incandescentes, de descarga e/ou fluorescentes.

Dessa forma, pode-se concluir que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 122 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 17.410 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 2.810 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 267 kWp. O consumo energético remanescente (31.997 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 60%.

¹ O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada dos espaços públicos visitados, de forma amostral, observando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).

Tabela 7 - Relação das unidades identificadas de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº do Medidor	Nº da Instalação CEMIG	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
3A	AHT966002596	3003300698	Posto de saúde Antônio Cândido	Rua Arcaño Mendes, 264	Trifásico	Cerâmico	6.000	50,4	36
2A	APG218035876 e ADB822007349	3006406534	E.M. Prof. Carlito	Praça Tancredo Neves, 626	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
TOTAL							7.560	63,4	46

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir, as figuras 9 a 12 e apresentam alguns exemplos de edificações, padrões de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Poço Fundo.



Figura 9 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Prof. Carlito



Figura 10 – Padrão de entrada da Escola Municipal Prof. Carlito

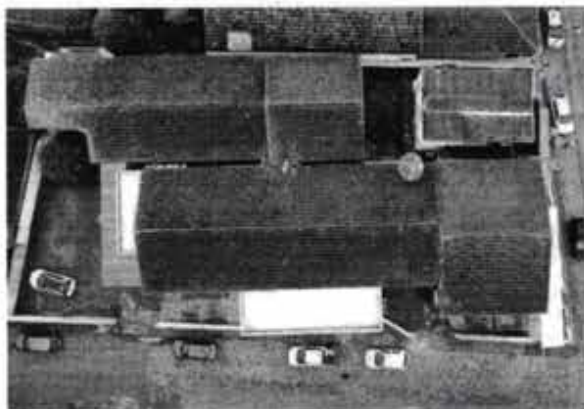


Figura 11 – Telhado cerâmico do Centro de Saúde Municipal Dr. Antônio C. de Oliveira



Figura 12 – Disjuntor do Centro de Saúde Municipal Dr. Antônio C. de Oliveira

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para o consumo de prédios públicos de no mínimo 7.560 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais e postos de saúde.

Identificou-se também que, se houver aumento de carga E.M. Prof. Carlito para um padrão de 200 A, cada local torna-se capaz de produzir cerca de 12.000 kWh/mês. Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 3.400 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando a autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Poço Fundo, foi proposta uma redução de aproximadamente 60% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 8.

Para definição das potências das luminárias LED em substituição da iluminação convencional, foi considerado o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas², que por sua vez já estão depreciadas³.

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foi elaborado um projeto luminotécnico por cenários padrão, atendendo aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	64
	125	52	538
	250	61	28
Vapor de Sódio	70	42	256
	100	52	616
	150	52	191
	400	150	5
TOTAL			1.698

Através deste anteprojeto, para estimativa do orçamento⁴ na troca da iluminação pública do município, considerou-se um custo por ponto de R\$ 1.332,43, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 2.262.460,48.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

² Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

³ Considerou-se cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente à antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.

⁴ Ver apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



5.2. Iluminação dos prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Poço Fundo possui aproximadamente 3.600 pontos de iluminação. Como estimativa de orçamento⁴ para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerando-se um custo por ponto de R\$ 602,51, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 2.169.036,00.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Poço Fundo possui, possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 122 kWp. Como estimativa de orçamento⁴ para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, considerando-se um custo por kWp de R\$6.000,00 obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 730.0000,00

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Poço Fundo possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 267 kWp. Como estimativa de orçamento⁴ para a construção das usinas para iluminação pública, considerando-se um custo por kWp de R\$ 6.600,00, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 1.759.846,00.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação de sistemas solares conectados à rede para o município de Poço Fundo.

(31) 3653-5193

Rua Hidra, 301 - Sala 501, Santa Lúcia - Belo Horizonte / MG



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 2.262.460,48	R\$ 2.169.036,00	R\$ 730.000,00	R\$ 1.759.846,00
Total	R\$ 6.921.342,48			