



CON
AMESP

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.

SANTA RITA DO SAPUCAÍ

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.....	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 georreferenciada 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.....	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	21
3.3.1. Luminárias:	21
3.3.2. Lâmpadas:.....	21
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	22
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	23
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	23



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR.....	23
4.1. Introdução	23
4.2. Capacidade estimada	24
4.2.1. Relatório fotográfico amostral.....	25
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR.....	27
5. Orçamentos – CAPEX.....	27
5.1. Iluminação pública	27
5.2. Iluminação dos prédios públicos.....	28
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	29
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 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 Santa Rita do Sapucaí/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 Santa Rita do Sapucaí, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	147 unidades consumidoras	5.257 pontos de IP
Consumo médio mensal	64.126 kWh	270.022 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8335	B4A – R\$ 0,4585
Custo médio mensal com energia	R\$ 53.448,23	R\$ 123.791,59

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Santa Rita do Sapucaí, 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 Santa Rita do Sapucaí

Tipo de lâmpada/ luminária	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	90,80	188	169	17,05	6.033,91
	125	13,75	139,95	1.846	1.661	258,13	91.361,18
	250	25,00	276,20	101	91	27,88	9.869,29
	400	36,00	437,20	120	108	52,45	18.564,01
Vapor de Sódio	70	14,00	85,20	551	496	46,88	16.592,38
	100	17,00	118,20	1.367	1.230	161,42	57.131,58
	150	22,00	173,20	235	212	40,67	14.396,09
	250	30,00	281,20	304	274	85,45	30.243,58
	400	38,00	439,20	56	50	24,59	8.702,85
Multi vapor metálico	70	14,00	85,20	2	2	0,17	60,23
	150	22,00	173,20	7	6	1,21	428,82
LED	40	0,00	41,20	57	51	2,34	828,77
	50	0,00	51,20	31	28	1,58	560,46
	70	0,00	71,20	17	15	1,21	427,69
	80	0,00	81,20	184	166	14,92	5.280,33
	100	0,00	101,20	21	19	2,12	751,30
	145	0,00	146,20	170	153	24,83	8.789,60
Total				5.257	4.731	762,90	270.021,84

*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, foram visitadas, analisadas e cadastradas 20 vias distintas, totalizando 200 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 7.

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.

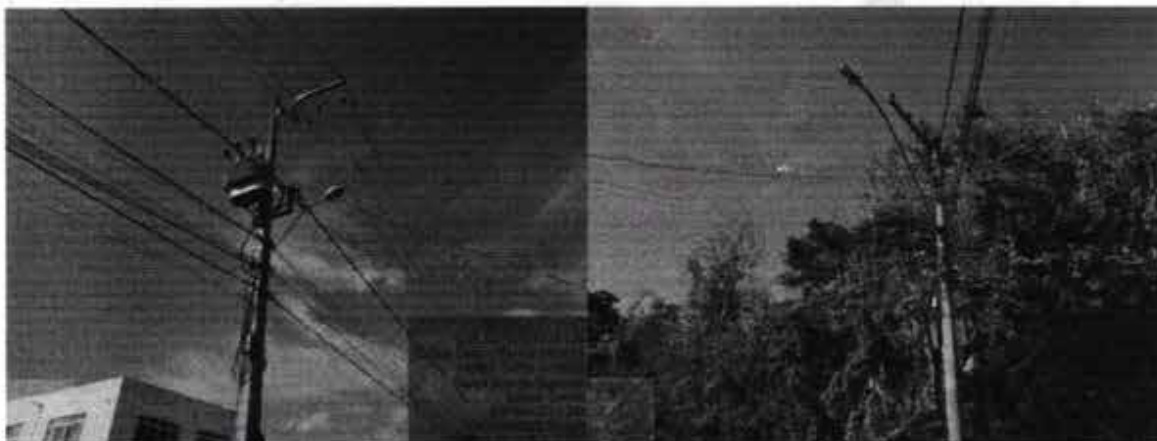


Figura 1 - Poste de concreto duplo T com luminária aberta, localizado na Rua Delfim Renno Moreira

Figura 2 – Poste de concreto circular com luminárias LED, localizado na Av. Antônio de Cassio

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 Santa Rita do Sapucaí.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instalados na cidade são do tipo vapor de mercúrio e vapor de sódio, com destaque para as lâmpadas nas potências de 125 W (1.846 pontos) e 100 W (1.367 pontos), respectivamente.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de iluminação é composto por aproximadamente 2.523 pontos com luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, alojamento para equipamento incorporado e tomada integrada para relé fotocontrolador, representando um total de 48% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam cerca de 43% (2.261 pontos) do total.

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 do Santuário de Santa Rita de Cássia.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Durante a etapa de compilação de dados foi identificado também a existência de luminárias LED (aproximadamente 9% do total) em vias de acesso (rodovia), vias centrais e no entorno do Santuário de Santa Rita de Cássia.

O refrator fabricado em policarbonato é o tipo mais frequente encontrado nas luminárias da cidade. Também estão presentes luminárias fechadas em vidro plano e policurvo.

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

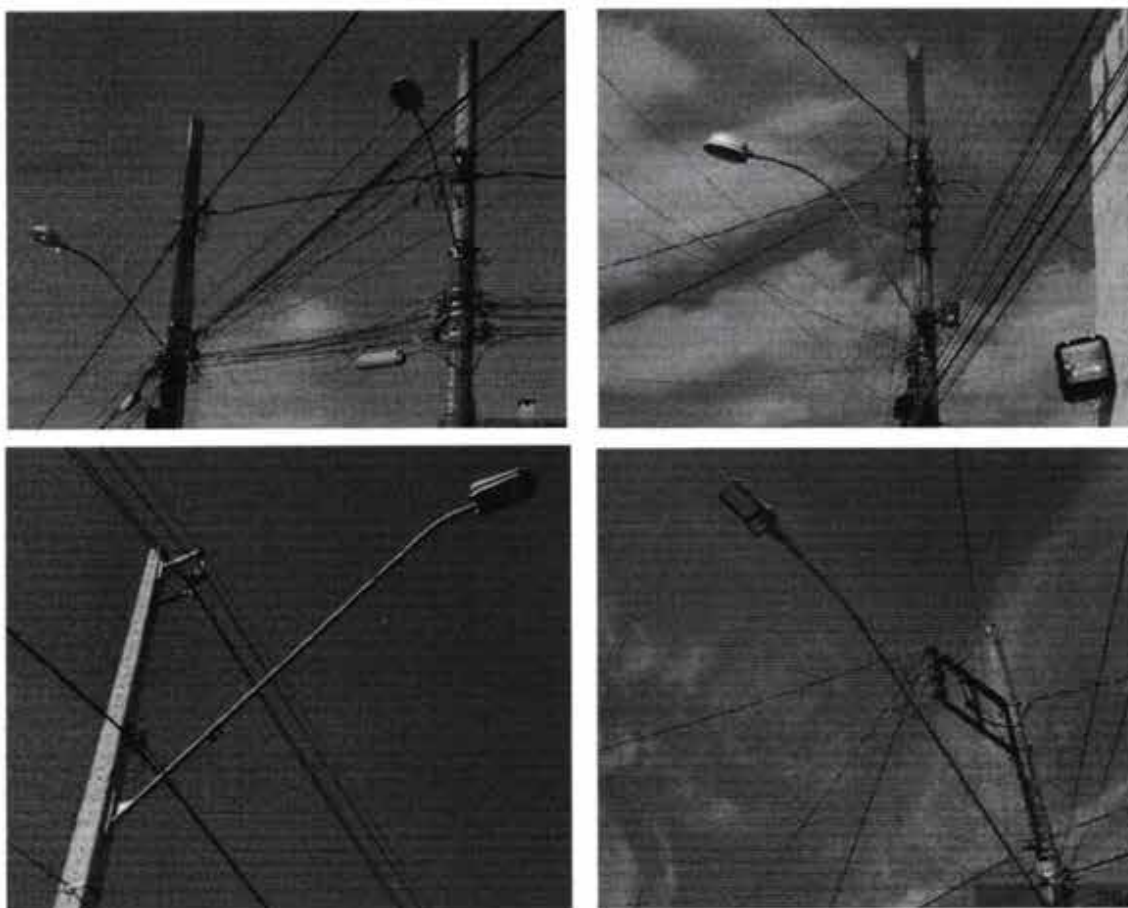


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

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 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



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

2.2.2.4. Balastros

Aproximadamente 48% do parque (2.523 pontos) possuem balastros integrados. Os do tipo externo representam 2.261 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 destacam-se os braços tipo médio, com medidas no padrão da CEMIG, distribuidora local.

Já nas vias mais afastadas da região central, foi identificada uma presença significativa de braços tipo leve I e curto.

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 circular. Também foram identificados postes de concreto DT.

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.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de compilação 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 7,00 m para vias de rolamento e 1,70 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.

(31) 3653-5193

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



O espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre eles variando de 30 a 45 metros.

Os dados amostrais 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 Santa Rita do Sapucaí.

Foram encontrados 17 tipos distintos de potências para as lâmpadas e luminárias instaladas e conclui-se que o parque de iluminação pública do município não está devidamente padronizado.

Quanto maior 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 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.

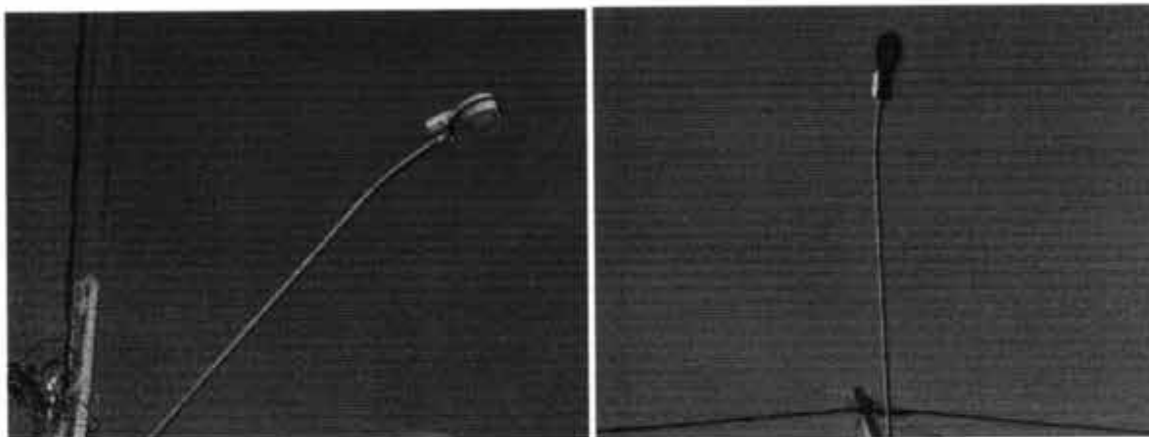


Figura 4 – Luminárias com refrator de policarbonato danificado ou faltando.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 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

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 medições de campo.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 (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	24,57 lux	0,69	5,00 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	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima [medida]	Uniformidade e mínima (U)
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral I	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 I	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 I	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 I	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 I	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 I	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 I	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 I	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	0,33	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral I	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 I	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 I	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 I	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 I	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 I	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 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	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 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.



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.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 7 – Mapa cadastral do município de Santa Rita do Sapucaí 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 Santa Rita do Sapucaí, 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 17 unidades consumidoras de diferentes secretarias, como a Secretaria de Educação, de Saúde, de 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 da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo médio (kWh)
1A	3003298751	AHT990004149	Administração	Prefeitura Municipal (Sede)	Av. Antônio Paulino, 114 - Centro	Trifásico	916
2A	3003298731	APD118031388	Administração	Rodoviária	Pça Horácio Rosa 115 - Centro	Bifásico	639
3A	3003839762	BMZ922000880	Educação	Esc. Mun. Valeria Juneneira	Est. Do Pouso Do Campo 83 - Pouso Do Campo	Trifásico	4.172
4A	3003298745	AEA001006077	Educação	Esc. Mun. José Ribeiro De Carvalho	Rua Das Hortênsias, 90 - Recanto Das Margaridas	Bifásico	2.736
5A	3003298709	AEA019014606	Educação	Escola Mun. Cel. Joaquim Inácio	Rua Sancho Vilela, 188 - Novo Horizonte	Bifásico	1.507
6A	3002291004	BAC186401058	Educação	Creche Santa Rita	Rua Cincinato Marques, 103 - Centro	Trifásico	695
7A	3004086290	AEX943010680	Educação	Cmei Fernandes	Rua Osvaldo Campos Do Amaral, 790 - Fernandes	Bifásico	687
8A	3012550428	APD142024462	Educação	Escola Mun. José Ribeiro De Carvalho	Rua Das Hortênsias, 80 - Recanto Das Margaridas	Bifásico	474
9A	3003298766	APD118031385	Educação	Creche Margaridas	Av. Embaixador Olavo B. Pinto, S/N - Baracat	Bifásico	447
10A	3007061476	AC164002837	Educação	Esc. Mun. Vicente Ribeiro Do Vale	Rua Loreto Garcia 12 - Eletrônica	Trifásico	62
11A	3007493253	AHB061003763	Esporte/lazer	Ginásio N. Cidade Jacques	Rua Das Dalias, 99 - Baracat	Trifásico	1.393
12A	3006740953	AHD043001319	Esporte/lazer	Ginásio Polies Alcidão	Rua Adelino C Pinto 50 - Centro	Trifásico	845
13A	3011571116	ARD118001547	Esporte/lazer	Estádio Erasmo Cabral	Rua Adelino C Pinto 373602 - Centro	Trifásico	320

(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	Modalidade tarifária	Consumo médio (kWh)
14A	3007245621	BKC707009806	Saúde	Pronto Socorro Mun. Srs	Rua Com. Custodio Ribeiro, 414 - Centro	Trifásico	3.098
15A	3010799128	ARI214003989	Saúde	Psf 3 E 4 Doutor Mário Brandão	Rua Crescencio Ribeiro 15- Maristela	Trifásico	2.017
16A	3004642606	AHD043009156	Saúde	Posto De Saúde	Rua Das Hortências, 124 - Recanto Das Margaridas	Trifásico	1.739
17A	3003705064	AHB996008205	Saúde	Psf 5	Rua Deodato Seda 453- Fernandes	Trifásico	1.355
18B	3003298723	ARN217008459	Administração	Paco Municipal	Rua Coronel Joaquim Neto 333	Trifásico	3.101
19B	3003298726	ARI180004594	Administração	Antigo Almoxarifado	Av Padre Bertolo 94	Trifásico	3.021
20B	3003512213	BKC707000011	Administração	Vaca Mecânica	Rua Jose Pinto Vilela 999	Trifásico	1.717
21B	3003672138	0	Administração	Semáforos Geral	Pca Santa Rita 99999	Bifásico	1.545
22B	3000491656	APB087034686	Administração	Polícia Militar	Rua Coronel Joaquim Neto 285	Bifásico	1.247
23B	3000491588	APH187012894	Administração	Município De Santa Rita Do Sapucaí	Rua Com Custodio Ribeiro 393	Bifásico	1.134
24B	3001211408	ARC123022211	Administração	Casa Da Criança Irma Domitília	Av Francisco A Ribeiro 468	Bifásico	1.062
25B	3003338763	BMW905000799	Administração	Lavanderia Comunitária	Rua Joaquim M Ribeiro 246	Bifásico	948
26B	3003298756	AJQ960000893	Administração	Equipamento Tv Cruzeiro	Est Do Cruzeiro 1751	Monofásico	716
27B	3000491646	AHU035002701	Administração	Secretaria Desenvolvimento Social	Rua Juca Castelo 91	Bifásico	664
28B	3000671928	ARK191019146	Administração	Secretaria De Educação	Av. Barão Do Rio Branco 297	Bifásico	639
29B	3011085431	APD118063505	Administração	Sala De Monitoramento	Av Francisco A Ribeiro 543 Sl 19	Bifásico	619
30B	3000858103	APB087032335	Administração	Creas E Cras	Rua Coronel Francisco M Costa 183	Bifásico	512
31B	3003298747	AHW958001782	Administração	Tg 04 040	Rua Osvaldo C Amaral 620	Trifásico	491
32B	3011083474	ARI180004585	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco A Ribeiro 543 Sa1	Trifásico	452
33B	3007106830	NI	Administração	Semaforo Rua Santa Rita	Pca Santa Rita 780	Monofásico	432
34B	3000314035	ARN209000882	Administração	Sede Guarda Municipal	Rua Doutor Jose Pinto Vilela 461	Trifásico	416
35B	3003298729	BKC707007227	Administração	Vestiarjo Estadio Erasmo Cabral	Av Sinha Moreira 99999	Trifásico	378
36B	3003298718	ARK183005001	Administração	Sec. De E Cultura Lazer E Turismo	Rua Cel Antonio Moreira Da Costa	Trifásico	369
37B	3012340996	AMI149061009	Administração	Totem Comunicação Visual Prefeitura	Pça Santa Rita 1000	Monofásico	342
38B	3013207323	AMH161201748	Administração	Camera Monitoramento Transito	Av Francisco A Ribeiro 99998	Monofásico	333
39B	3003732800	BKC707007507	Administração	Arquivo Central	Alm Jose C Duarte 57	Trifásico	329
40B	3007171979	ARK183014063	Administração	Almoxarifado Central 1	Av Frederico P Cunha 931	Trifásico	313
41B	3000491624	APB087035651	Administração	Secretaria De Obras	Av Delfim Moreira 339	Bifásico	288
42B	3007608924	AHN860008861	Administração	Incubadora De Empresas Bloco 20	Av Francisco A Ribeiro 543	Trifásico	239
43B	3011082360	APD118063512	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 12	Bifásico	185
44B	3003298749	AMH195110238	Administração	Clube De Maes	Rua Monsenhor Calazans 178	Monofásico	170
45B	3000491689	AET883009558	Administração	Almoxarifado Saude	Rua Cel Antonio Moreira Da Costa 318	Bifásico	167
46B	3003777749	APJ222598282 e AEP925010514	Administração	Albergue	Est. De Ferro 99999	Bifásico	151

(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 médio (kWh)
47B	3006330276	AHD050000986	Administração	Biblioteca Municipal	Rua Coronel Joaquim Neto 306	Trifásico	145
48B	3011083477	APD100021227	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco A Ribeiro 543 Sa3	Bifásico	142
49B	3011085366	APD118015365	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 14	Bifásico	137
50B	3010491068	AHB053000645	Administração	Cartorio eleitoral	Av Sinha Moreira 270	Trifásico	130
51B	3011085317	APD118063501	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 11	Bifásico	121
52B	3007221840	AHB053004546	Administração	Arquivo Central	Pça Delfim Moreira 43	Trifásico	120
53B	3013528234	AMJ172011300	Administração	Internet Pça Antonio Vilela	Rua Daniel C Magalhães 13	Monofásico	115
54B	3000671842	AEA050006010	Administração	Conselho Tutelar	Rua João Renno 159	Bifásico	98
55B	3003298757	AUX984000100	Administração	Holofotes Cruzeiro	Est Do Cruzeiro 1752	Monofásico	97
56B	3006364332	AHN951007881	Administração	Almoxarifado Central 2	Av Frederico P Cunha 925	Trifásico	92
57B	3003298724	AME112009308	Administração	Museu Municipal	Pça Delfim Moreira 42	Monofásico	89
58B	3011085399	APD118063502	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 18	Bifásico	74
59B	3004553197	ABO963011275	Administração	Pref Mun Sta Rita Sapucaí	Est União II 5220	Monofásico	62
60B	3011085433	APD118018145	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 20	Bifásico	60
61B	3011013979	APD118025463	Administração	Apartamento Mais Medicos	Rua Maria Andrade Moreira 96 Ap 102	Bifásico	57
62B	301183476	APD100021225	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco A Ribeiro 543 Sa2	Bifásico	55
63B	3011191182	APD118007500	Administração	Fundo Cemitério Municipal	Rua Aloisio Ribeirp 10	Bifásico	56
64B	3000314072	AEX992019518	Administração	Vigilancia Sanitaria II	Rua Juca Castelo 310	Bifásico	43
65B	3007187820	ARD118001551	Administração	Deposito Secretaria De Obras	Pca João Pessoa 44	Trifásico	35
66B	3011085393	APD118063566	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 17	Bifásico	36
67B	3011084768	APD118018177	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sa 7	Bifásico	31
68B	3011085312	APD118063504	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sa 10	Bifásico	30
69B	3011084782	APD100021231	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sa 8	Bifásico	27
70B	3011085362	APD118010074	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 13	Bifásico	27
71B	3013222639	AMH161219242	Administração	Camera Monitoramento	Av Frederico P Cunha 999	Monofásico	24
72B	3013224973	AMJ164019702	Administração	Camera De Monitoramento De Transito	Rua Pedro Seda 9999	Monofásico	24
73B	3013224282	AMH161219255	Administração	Camera Monitoramento Transito	Rua Moacir Marques	Monofásico	23
74B	3013215293	AMH161219257	Administração	Camera Monitoramento Transito	Praça Padre Anchieta	Monofásico	22
75B	3013207191	AMH161201744	Administração	Camera Monitoramento Transito	Pca Santa Rita 9999	Monofásico	22
76B	3011085368	APD118063503	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 15	Bifásico	22
77B	3013222608	AMH161219244	Administração	Camera Monitoramento	Av Delfim Moreira 999	Monofásico	22
78B	3013215298	AMH161201756	Administração	Camera Monitoramento Transito	Av Joao De Camargo 188	Monofásico	21
79B	3013207272	AMH161201745	Administração	Camera Monitoramento	Pca Santa Rita 9998	Monofásico	21

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo médio (kWh)
				Transito			
80B	3013294510	AMJ164019573	Administração	Camera De Monitoramento De Transito	Pça Santo Antonio 9999	Monofásico	21
81B	3013215370	AMH161201755	Administração	Camera Monitoramento Transito	Alm Jose C Duarte 99993	Monofásico	20
82B	3013214989	AMH161219241	Administração	Camera Monitoramento Transito	Av Joao De Camargo 99991	Monofásico	20
83B	3013294443	AMJ164165524	Administração	Câmera De Monitoramento De Transito	Rua Das Rosas 9999 Bl	Monofásico	20
84B	3013224564	AMJ164019707	Administração	Câmera De Monitoramento	Av Sebastião R Cunha 999	Monofásico	20
85B	3007217145	AEA050025616	Administração	Velório Municipal	Rua Do Crepúsculo 23	Bifásico	20
86B	3013294305	AMJ164019561	Administração	Câmera De Monitoramento De Transito	Pça Santa Rita 9999	Monofásico	18
87B	3013223665	AMH161219256	Administração	Câmera Monitoramento	Av Embaixador Bilac Pinto 999	Monofásico	17
88B	3013224207	AMH161201757	Administração	Câmera Monitoramento	Rua Sancho Vilela 999	Monofásico	17
89B	3013294246	AMJ164165522	Administração	Câmera De Monitoramento De Transito	Av Embaixador Bilac Pinto 90	Monofásico	17
90B	3011084762	APD1000212228	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco A Ribeiro 543 Sa6	Bifásico	17
91B	3013207378	AMH161219254	Administração	Câmera Monitoramento Transito	Av Antonio De Cassia 99999	Monofásico	15
92B	3013222666	AMH161219246	Administração	Câmera Monitoramento	Av Delfim Moreira 999	Monofásico	13
93B	3002846895	APD159081454	Administração	Casi Assistência Social	Av Antônio De Cassia 386	Bifásico	13
94B	3003298732	ABY955006639	Administração	Administração Rodoviária	Alm. Jose C Duarte 99999	Monofásico	13
95B	3002665896	AEP925023800	Administração	Centro Operário Santarritense	Rua Coronel Joaquim Inácio 82	Bifásico	11
96B	3011084839	APD100021232	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 9	Bifásico	11
97B	3011083491	APD100021226	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco A Ribeiro 543 Sa5	Bifásico	9
98B	3011085390	APD118063509	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 16	Bifásico	2
99B	3012020066	BAB141000692	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 129	Bifásico	-
100B	3013528285	AMJ172011419	Administração	Internet Rua Astolfo Lemos Carneiro	Rua Astolfo Lemos Carneiro 15	Monofásico	-
101B	3014401905	AMM206072847	Administração	Refletor Totem	Av Embaixador Bilac Pinto 988	Monofásico	-
102B	3013207718	AMH161201746	Administração	Câmera Monitoramento Transito	Av Francisco A Ribeiro 99997	Monofásico	-
103B	3012976991	BAG156001128	Educação	Cmei Maria Terezinha Barude	Rua Joaquim M Ribeiro 376	Trifásico	880
104B	3003214730	AEA076007338	Educação	Creche Hespanha Del Castilho	Av João De Camargo 377	Bifásico	381
105B	3003298761	AJJ107005789	Educação	Em Francisco Falcão	Est. Do Balaio 5240	Monofásico	350
106B	3003298760	AJV971001605	Educação	Em Mariquinha Capistrano	Est. Cachoeirinha 5230	Monofásico	324
107B	3003298710	APD118031391	Educação	Em Francisco Silvério Filho	Est. Bom Retiro 650	Bifásico	218
108B	3010241070	ABP925043405	Educação	Creche Anchieta	Rua Joaquim M Ribeiro 246 A	Monofásico	168

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo médio (kWh)
109B	3003298762	AJN936004215	Educação	Escola Mun. Maria Jose Raposo	Est. Do Pouso Do Campo 33	Monofásico	96
110B	3004199041	ABA993054591	Educação	Em João De Camargo	Bairro Das Posses Matadouro Municipal 999	Monofásico	8
111B	3005345912	ABE989024328	Educação	Em Feliciano Marques Telles	Est. Da Capitua 99999	Monofásico	1
112B	3011370219	AMD126039289	Educação	Em São Jose Psf Rural	Fagundes 9999	Monofásico	0
113B	3003298764	ABR948009094	Educação	Em Francisco Balbino Pereira	Est Porto Sapucaí 5300	Monofásico	-
114B	3004164902	AME112026385	Educação	Em Izanira R De Carvalho	Rua Monte Belo 1235	Monofásico	-
115B	3004216527	ABG002033781	Educação	Em Vicente Ribeiro Do Vale	Est. Do Pouso Do Campo 99999	Monofásico	-
116B	3006592274	AJU027002696	Educação	Em Rodolfinha Zordan	Est. São Jose 99999	Monofásico	-
117B	3011614442	BAC129008630	Esporte/lazer	Centro De Eventos	Rua Moacir Marques 214	Trifásico	3.434
118B	3006256034	APD118031392	Esporte/lazer	Praça São Vicente	Rua Martiniano Ribeiro 166 A	Bifásico	760
119B	3013133515	APD167115991	Esporte/lazer	Quadra Do Bairro Rua Nova	Rua Do Rosario 9999	Bifásico	412
120B	3003705063	BMW921001000	Esporte/lazer	Fonte Da Praça De Santa Rita	Pca Santa Rita 950	Trifásico	391
121B	3011836913	ARK183005052	Esporte/lazer	Quadra De Skate	Av Vitor S Pinto 100	Trifásico	329
122B	3003298734	AHP891009743	Esporte/lazer	Coreto	Pca Santa Rita 99999	Trifásico	301
123B	3007427574	ARC123040990	Esporte/lazer	Cinema	Pça Santa Rita 58	Trifásico	112
124B	3003615510	AEP925004375	Esporte/lazer	Praça Francisco Falcão	Praça Francisco Falcão 99999	Bifásico	110
125B	3003615509	AEA076001919	Esporte/lazer	Praça Do Massaro	Av Delfim Moreira 465	Bifásico	91
126B	3010103412	AEA068020377	Esporte/lazer	Gruta	Rua Prof. Maria Aparecida Marques 60	Bifásico	88
127B	3011167555	APD100048828	Esporte/lazer	Quadra De Esporte Anchieta	Rua Projetada 51	Bifásico	78
128B	3003298755	AFE005012009	Esporte/lazer	Praça Da Criança	Pça Antonio De Cassia 1740	Bifásico	55
129B	3014119384	APH195010380	Esporte/lazer	Praça Santana	Av Maria J Carvalho Renno 1	Bifásico	47
130B	3005598577	AHT990000373	Esporte/lazer	Praça Benedito Marques	Pca Benedito Marques 99999	Trifásico	31
131B	3003298744	ABN951072632	Esporte/lazer	Praça Vista Alegre	Av Vista Alegre 99999	Monofásico	9
132B	3003871502	AEX992007639	Esporte/lazer	Praça Benedito Inácio	Rua Capitão Vicente R Vale 99999	Bifásico	-
133B	3011083470	BKC707000240	Saúde	Incubadora Municipal De Empresa	Rua Francisco Andrade 543	Trifásico	2.003
134B	3003298714	ARB087019257	Saúde	Centro De Saúde	Rua Capitão João Antonio Dias 122	Trifásico	1.262
135B	3003298727	AHU043000017	Saúde	Unidade Materno Infantil	Av Delfim Moreira 265	Trifásico	973
136B	3000671957	AHN944000713	Saúde	Farmácia Central Nova	Rua Cel. Antonio Moreira Da Costa 120	Trifásico	580
137B	3010521510	APD100032077	Saúde	Psf 07 Santana	Av Perf. Antonio Capistrano Alkimin 225	Bifásico	552
138B	3001571813	AEAD27008800	Saúde	CAPS R Cap Vicente R Vale	Rua Capitão Vicente R Vale 246	Bifásico	545
139B	3004889455	AHN977001610	Saúde	Sede Samu	Rua Amazonas 180 Lj1	Trifásico	476
140B	3012601711	APC149054725	Saúde	Farmácia De Minas Sancho Vilela	Rua Sancho Vilela 224	Bifásico	324
141B	3011083490	ARI180004315	Saúde	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco A Ribeiro 543 Sa4	Trifásico	251

(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	Modalidade tarifária	Consumo médio (kWh)
142B	3002665697	AFD985004166	Saúde	Pics	Rua Coronel Francisco Palma 162	Bifásico	249
143B	3011423276	APD118059735	Saúde	Farmácia De Minas	Av Embaixador Bilac Pinto 10	Bifásico	219
144B	3000491597	AHQ897002129	Saúde	Posto De Saúde Familiar Oito	Rua Coronel Joaquim Neto 268	Trifásico	217
145B	3000491596	APB087035192	Saúde	Posto De Saúde Familiar Oito	Rua Coronel Joaquim Neto 264	Bifásico	193
146B	3000858136	AEA993020987	Saúde	Cape	Rua Coronel João Euzebio 107	Bifásico	124
147B	3002846979	APC131002903	Saúde	Psf 06	Rua Loreto Garcia 283	Bifásico	30
Total							64.126

*O código com a letra A indica as instalações que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada anteriormente. O código com a letra B indica as instalações que não foram visitadas em campo.

Considerando a tarifa média de R\$ 0,8335 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 53.448,23 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

Foram identificadas aproximadamente 1.321 luminárias, agrupadas em 12 tipos, nas 17 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	777 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	166 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x4 lâmpadas (120 cm)	1 unidades
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	25 unidades
LUM 5	Luminária tipo arandela	117 unidades
LUM 6	Refletor	66 unidades
LUM 7	Projeto LED	23 unidades
LUM 8	Luminária highbay	87 unidades
LUM 9	Luminária de embutir circular	38 unidades
LUM 10	Luminária de iluminação pública convencional	6 unidades
LUM 11	Luminária de sobrepor retangular x1 lâmpada (120 cm)	11 unidades
LUM 12	Luminária de iluminação pública ornamental (Globo)	4 unidades
Total		1.321 unidades

3.3.2. Lâmpadas:

Foram identificadas também 1.490 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

(31) 3653-5193

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



Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	984 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	50 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	345 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	2 unidades
LAMP 5	Lâmpada mista	22 unidades
LAMP 6	Não identificada	2 unidades
LAMP 7	Vapor metálico de 200 W	16 unidades
LAMP 8	Vapor metálico de 400 W	63 unidades
LAMP 9	Vapor de sódio de 100 W	6 unidades
Total		1.490 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 Santa Rita do Sapucaí.



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Cmei Margaridas



LUM 7 - Projetor LED
Local: Creche Santa Rita



LUM 8 - Luminária highbay
Local: E.M. Jose Ribeiro de Carvalho



LUM 2 – Luminária de sobrepor retangular x2
lâmpadas (120 cm)
Local: E.M. Valeria Junqueira



LUM 6 - Refletor
Local: Estadio Erasmo Cabral



LUM 9 - Luminária de embutir circular
Local: E.M. Vicente Ribeiro do Valle

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 estimar a quantidade total de luminárias no município, foi utilizado um fator igual a 0,244 – que representa o valor médio obtido pela razão entre a quantidade total de luminárias de todos os municípios da AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Santa Rita do Sapucaí foi obtido multiplicando-se esse fator pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral obteve um total de 11.322 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídos por luminárias LED.

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, luminárias tipo arandela e luminárias de sobrepor retangulares convencionais com 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 463 kWp. Foi considerada a soma do consumo



energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 64.126 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 8.520 kWh.

Para a demanda da iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 900 kWp. O consumo energético remanescente (108.009 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado, conforme anteprojeto, redução de 60%.

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 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	3003298745	AEA001006077	E.M. José Ribeiro de Carvalho	Rua Das Hortênsias, 90 - Recanto Das Margaridas	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
5A	3003298709	AEA019014606	E.M. Cel. Joaquim Inácio	Rua Sancho Vilela, 188 - Novo Horizonte	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
6A	3002291004	BAC186401058	Creche Santa Rita	Rua Cincinato Marques, 103 - Centro	Trifásico	Cerâmico	12.000	105	75
9A	3003298766	APD118031385	CEMEI Margaridas	Av. Olavo B. Pinto, S/N - Baracat	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
17A	3003705064	AHB996008205	PSF 5	Rua Deodato Seda 453 - Fernandes	Trifásico	Cerâmico	4.000	34	30
TOTAL							22.220	191	145

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).



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir, as figuras de 9 a 18 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 Santa Rita do Sapucaí.



Figura 9 – Telhado cerâmico da Escola Municipal José Ribeiro de Carvalho



Figura 10 – Disjuntor da Escola Municipal José Ribeiro de Carvalho



Figura 11 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Cel. Joaquim Inácio



Figura 12 – Disjuntor da Escola Municipal Cel. Joaquim Inácio



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENCENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 13 – Telhado cerâmico da Creche Santa Rita



Figura 14 – Disjuntor do prédio da Creche Santa Rita

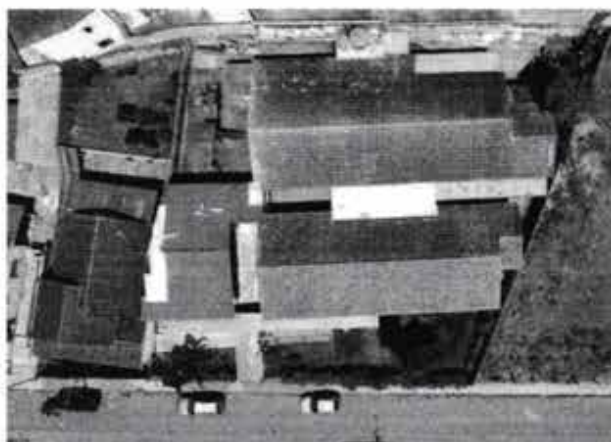


Figura 15 – Telhado cerâmico da CMEI Margaridas



Figura 16 – Padrão de entrada da CMEI Margaridas



Figura 17 – Telhado cerâmico da PFS 5

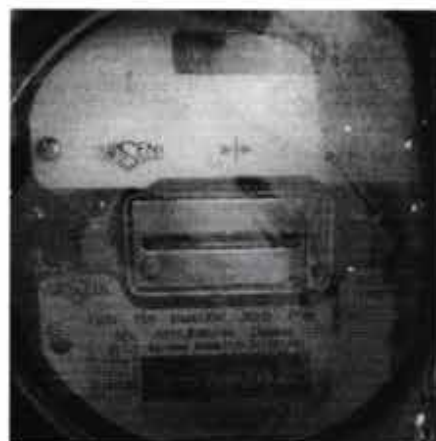


Figura 18 – Medidor eletrônico da PFS 5



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 22.220 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 nas unidades CEMEI Margaridas, E.M. José Ribeiro de Carvalho e Posto de Saúde Irmã Maria 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 11.700 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

Para a melhoria da eficiência energética do município de Santa Rita do Sapucaí, foi proposto 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 sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas², que

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



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	188
	125	52	1.846
	250	61	101
	400	110	120
Vapor de Sódio	70	42	551
	100	52	1.367
	150	52	235
	250	83	304
	400	150	56
Multi vapor metálico	70	42	2
	150	52	7
LED	40	42	57
	50	42	31
	70	52	17
	80	52	184
	100	61	21
	145	110	170
Total			5.257

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 a R\$ 7.004.566,99.

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 Santa Rita do Sapucaí

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.

⁴ Ver anexo H – Planilha de Quantidades de Referência.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



possui aproximadamente 11.322 pontos de iluminação. 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\$ 6.821.618,22.

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 Santa Rita do Sapucaí possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 463 kWp. A estimativa de orçamento⁴ considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos é de R\$ 6.000,00 por kWp R\$ 2.780.300,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Santa Rita do Sapucaí possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo remanescente da iluminação pública de aproximadamente 900 kWp. A estimativa de orçamento⁴ considerada para a construção das usinas em solo para atendimento da iluminação pública é de R\$ 6.600,00 por kWp e o CAPEX total igual a R\$ 5.940.484,00.

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 Santa Rita do Sapucaí.

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\$ 7.004.566,99	R\$ 6.821.618,22	R\$ 2.780.300,00	R\$ 5.940.484,00
Total	R\$ 22.546.969,21			

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.

SÃO BENTO

ABADE

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



**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	7
2.2.2.5. Braços e suportes.....	7
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	9
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação	9
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.....	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	17
3.3.1. Luminárias	17
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

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 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	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 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 São Bento Abade/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 junho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de São Bento Abade, 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	589 pontos de IP
Consumo médio mensal	7.116 kWh	12.672 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,7958	B4A – R\$ 0,4191
Custo médio mensal com energia	R\$ 5.663,24	R\$ 5.310,98

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de São Bento Abade, 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 do município de São Bento Abade

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	125	13,75	138,75	2	2	0,28	99,00
LED	30	0,00	30,00	100	80	3,10	1.096,98
	60	0,00	60,00	438	350	26,70	9.460,51
	80	0,00	80,00	3	2	0,24	86,06
	120	0,00	120,00	6	5	0,73	257,15
Vapor de Sódio	100	17,00	117,00	40	32	4,72	1.671,82
Total				589	471	35,77	12.671,52

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 9 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.

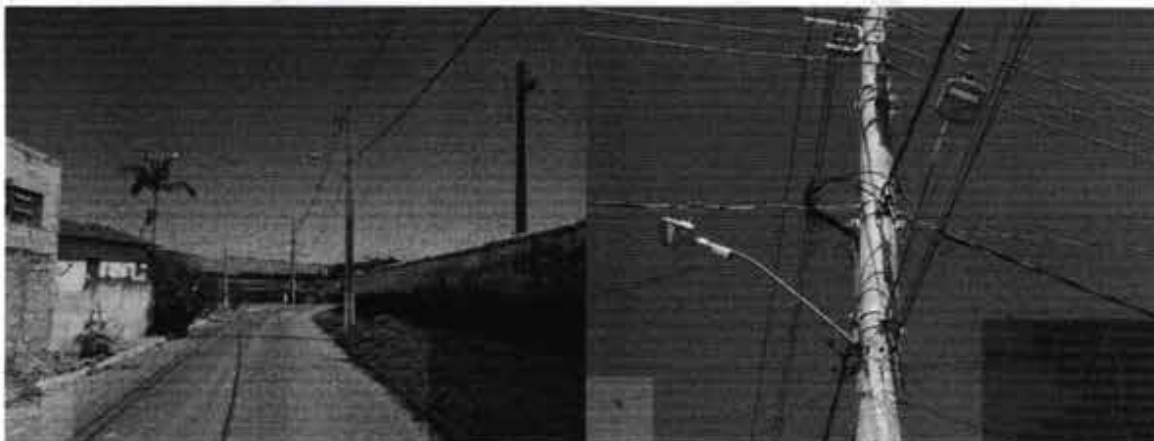


Figura 1 - Poste de concreto DT com lâmpada vapor de sódio, localizado na Rua Milton T. de Souza.

Figura 2 – Poste de concreto circular com luminárias LED, localizado na Rua Gadbem dos Santos.

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) identificadas no município São Bento Abade.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instaladas na cidade são do tipo LED, com destaque para a lâmpada na potência de 60W, seguida pela lâmpada de LED de 30 W.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 16 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.

Não foram identificadas luminárias abertas durante o levantamento.

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



Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas a existência de 573 luminárias LED (aproximadamente 97% do total) em vias de acesso e vias centrais e periféricas.

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

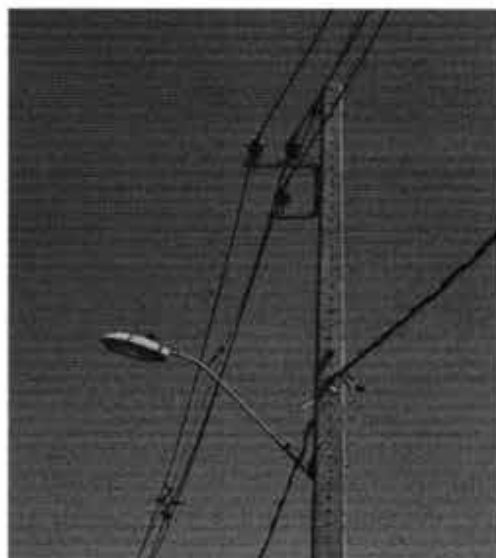


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação do município.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

Todo o parque é comandado 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

Cerca de 3% do parque (16 pontos) possuem balastros 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 vias principais se destacam os braços tipo médio e tipo curto, com medidas no padrão da CEMIG, distribuidora local.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 e circular. 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 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 30 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 8m para vias de rolamento e 1,8m 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 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 São Bento Abade.

Tendo em vista que foram encontrados 4 tipos de potências diferentes para as luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município está

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 satisfatório índice de iluminância média (E_{med}). Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificou-se ainda níveis de iluminância dentro dos valores mínimos recomendados por norma, o que provoca uma sensação de segurança e sensação de visualização adequada na via durante o período noturno.

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, sugere que as luminárias LED existentes nas vias do município estão dimensionadas corretamente.

Pode-se concluir que existiu no município uma metodologia adequada para a elaboração de projetos luminotécnicos, bem como para a especificação do tipo e da potência das luminárias e lâmpadas utilizadas.

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.

(31) 3653-5193

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



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.

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 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	0,56	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	PAA	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	8,00 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

ENCENHARIA 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	Illuminância média medida	Uniformidade e medida	Illuminância 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	1,20 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



**FABRICA 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 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

(31) 3653-5193

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



**FABRICA 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 São Bento Abade com destaque para as vias visitadas durante a etapa de levantamento de campo



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 São Bento Abade, 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 consumidoras de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, de Saúde, de 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 São Bento Abade

Cód *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
1A	3003296661	ARC172006138	Administração	PM São Bento Abade Almoarifado	Rua Odilon G dos Santos, 17 AM - Centro.	Trifásico	689
2A	3003296668	AMC099208230	Administração	Terminal Rodoviário B	Av Miguel Nassar, 210 CO - Centro.	Monofásico	66
3A	3003979680	AHY054001543	Educação	Escola Mun. Paulo Afonso Vilela	Rua Joao V de Rezende, 708 EL - Centro.	Trifásico	1.755
4A	3011446359	APD126005932	Educação	PM São B Abade Centro Educ. Infantil.	Rua Mantiqueira, 2 CT - Serrinha.	Bifásico	86
4A	3050914268	AET701000104	Educação	PM São Bento Abade Centro Ed infant.	Rua Espinhaço, 39 EL - Serrinha.	Bifásico	335
5A	3006554137	BAC129007165	Esporte/ lazer	PM São Bento Abade Ginásio Poliesportivo	Rua Odilon G dos Santos, 32 GP - Centro.	Trifásico	58
6A	3011543590	CAA137000825	Saúde	Unidade Básica de Saúde Centro	Av Miguel Nassar, 140 CX - Centro.	Trifásico	908
7A	3003296660	ARB088700833	Saúde	PM São Bento Abade Posto de Saúde	Rua Odilon G dos Santos, 35 PT - Centro.	Trifásico	356
8A	3010813859	APD100053465	Saúde	Pref. Mun. São Bento Abade Farmácia.	Rua Odilon G dos Santos, 45 CO - Centro.	Bifásico	158
9B	3006073440	AEA019033461	Administração	PM São Bento Abade Cemitério	Rua Deputado Renato Azeredo, 1 CM - Centro.	Bifásico	550
10B	3010086013	BMW921000395	Administração	PM S B Abade Imóvel Odilon G Sant 1	Rua Odilon G dos Santos, 1 - Centro.	Trifásico	560
11B	3004735725	AHU969005434	Saúde	PM São Bento Abade Posto de Saúde	Av Miguel Nassar, 112 OS - Centro.	Trifásico	349
12B	3014119469	APG184051152	Administração	Município de São Bento	Rua Caparaó, 204 CX -	Bifásico	105

(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)
				Abade	Serrinha,		
13B	3010743041	AMD100053835	Saúde	Pref. Mun. São Bento Abade - UBS.	Rua Amaurice de Oliveira, 9999 CS - Figueira.	Monofásico	175
14B	3004425193	AFD951035644	Administração	Destacamento Policia Militar	Av Miguel Nassar, 328 CS - Centro.	Bifásico	207
15B	3007638634	AMB079030467	Administração	PSF - Centro	Rua São Vicente de Paula, 137 CT - Centro.	Monofásico	152
16B	3003296662	AHN878002302	Esporte/ lazer	PM São Bento Abade Centro Cultural	Rua Joao V de Rezende, 625 CS - Centro.	Trifásico	423
17B	3014571690	AD126028611	Administração	Prefeitura Mun. de São Bento Abade	Sítio Tira Couro, 99999 SI - Área Rural.	Bifásico	42
18B	3011448731	APD118036875	Administração	PM São Bento Abade-Cras	Rua Delcídio F da Silva, 317 CX A - Centro.	Bifásico	51
19B	3014297483	AJK191006603	Administração	Prefeitura Mun. de São Bento Abade	Rua Francisco R da Luz, 167 FR - Centro.	Monofásico	36
20B	3012013954	APD118015007	Administração	Município de São Bento Abade	Rua Odilon G dos Santos, 60 LJ 2 - Centro.	Bifásico	3
21B	3014906542	APG192023955	Administração	Município de São Bento Abade	Rua Nicolau Antônio, 240 CT - Jardim das Oliveiras.	Bifásico	3
22B	3014425815	AMM206025238	Esporte/ lazer	Campo de Futebol Figueira	Rua Amaurice de Oliveira, 216 CX - Figueira.	Monofásico	6
23B	3014763296	APJ214066698	Administração	Prefeitura de São Bento Abade	Fazenda Tira Couro 1, 9999 SI - Área Rural.	Bifásico	1
24B	3013407051	ARC172005985	Esporte/ lazer	Estádio Pedro Rodrigues de Azevedo	Rua Delcídio F da Silva, 241 CO - Centro.	Trifásico	41
25B	3007301300	ABG069031102	Administração	PM São Bento Abade Sanitário do Est	Rua Augusto M da Costa, 345 CF - Centro.	Monofásico	-
26B	3007296849	AEA050018034	Administração	PM São Bento Abade Vestiário do Est	Rua Antônio A Fonseca, 133 CF - Centro.	Bifásico	-
27B	3006406520	Não tem	Esporte/ lazer	PM São Bento Abade Parque de Exp.	Rua Odilon G dos Santos, 710 PM - Centro.	Trifásico	-
28B	3004712121	ABR963052213	Administração	PM São Bento Abade IP Vestiário Est	Rua Delcídio F da Silva, 2 CX - Centro.	Monofásico	0
29B	3003644314	AML203034474	Administração	Terminal Rodoviário A	Av Miguel Nassar, 210 CO - Centro.	Monofásico	1
Total							7.116

*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 levantadas visitadas.

Considerando a tarifa média de R\$ 0,7958 referente ao mês de agosto de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ R\$ 5.663,24 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 457 luminárias, agrupadas em 8 tipos, nas 8 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.



Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantamento
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	218 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpada (120 cm)	130 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpada (60 cm)	5 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	17 unidades
LUM 5	Refletor	26 unidades
LUM 6	Projeto LED	26 unidades
LUM 7	Luminária de sobrepor retangular	20 unidades
LUM 8	Luminária de Iluminação pública convencional	15 unidades
Total		457 Unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 566 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	255 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	260 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	10 unidades
LAMP 4	Lâmpada Vapor Metálico 100 W (IP)	15 unidades
LAMP 5	Lâmpada Vapor Metálico 200 W (Refletor)	6 unidades
LAMP 6	Lâmpada Vapor Metálico 400 W (Refletor)	20 unidades
TOTAL		566 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 São Bento Abade.



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpada (120 cm)
Local: Cemei Dona Benta



LUM 4 - Arandela
Local: Unidade Básica de Saúde - UBS



LUM 5- Refletor
Local: Escola Municipal Paulo Afonso Vilela



LUM 6 - Projetor LED
Local: Ginásio Poliesportivo

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 São Bento Abade, 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.

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



A estimativa amostral do município de São Bento Abade conclui em um total de 1.027 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, constatou-se uma predominância de porta-lâmpadas e luminárias de sobrepor retangulares convencionais com lâmpadas 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 44 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 7.116 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 1.840 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 91 kWp. O consumo energético remanescente (10.898 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução estimada de 14%.

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).



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 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)
3A	3003979680	AHY054001543	Escola Mun. Paulo Afonso Vilela	Rua Joao V de Rezende, 708 EL - Centro.	Trifásico	Cerâmico	6.720	56	40
4A	3050914268	AET701000104	PM São Bento Abade Centro Ed Infant.	Rua Espinhaço, 39 EL - Serrinha.	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
TOTAL							8.280	69	50

4.2.1. Relatório fotográfico

A seguir as figuras de 8 a 13 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 São Bento Abade.



Figura 8 – Telhado cerâmico da E.M. Paulo Afonso V



Figura 9 – Disjuntor do prédio da E.M. Paulo Afonso V



Figura 10 – Medidor da E.M. Paulo Afonso V



Figura 11 – Telhado cerâmico da CEMEI Dona Benta



Figura 12 – Medidor da CEMEI Dona Benta



Figura 13 – Disjuntor do prédio da CEMEI Dona Benta

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 8.280 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais e da sede administrativa da prefeitura.

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.



**FÁBRICA 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 cerca de aproximadamente 1.100 m² em local apropriado, preferencialmente próximo 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 à 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 São Bento Abade, foi proposto uma redução de aproximadamente 14% 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, 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.

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 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.



Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de Lâmpada ou Luminária	DE Potência (W)	PARA (LED) Potência (W)	Quantidade (UN)
Vapor de Mercúrio	125	52	2
LED	30	42	100
	60	52	438
	80	52	3
	120	110	6
	100	52	40
TOTAL			589

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 R\$ 784.799,31.

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 São Bento Abade possui aproximadamente 1.027 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\$ 618.777,77.

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 São Bento Abade possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 44 kWp. A estimativa do 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. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R\$ 263.800,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de São Bento Abade possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 91 kWp. A estimativa de orçamento⁴ considerada para a construção das usinas de solo para à iluminação pública é de R\$ 6.600,00 por kWp. O custo estimado total de CAPEX igual a R\$ 599.385,60.

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 São Bento Abade.

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\$ 784.799,31	R\$ 618.777,77	R\$ 263.800,00	R\$ 599.385,60
Total	R\$ 2.266.762,68			



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.

SÃO JOÃO DA MATA

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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. Refratores de policarbonato danificados.....	10
2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator ..	11
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação.....	11
2.3.5. 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	20
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

(31) 3653-5193

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 instalação do SFCR	23
5. Orçamentos – CAPEX.....	24
5.1. Iluminação pública	24
5.2. Iluminação dos prédios públicos.....	26
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	26
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	26
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 estado das redes elétricas das edificações públicas, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, no município de São João da Mata/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 São João da Mata, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	39 unidades consumidoras	409 pontos de IP
Consumo médio mensal	8.517 kWh	23.570 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8469	B4a – R\$ 0,4584
Custo médio mensal com energia	R\$ 7.213,13	R\$ 10.805,20

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de São João da Mata, 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 São João da Mata

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	53	48	4,81	1.702,18
	125	13,75	138,75	166	149	23,21	8.221,03
	250	25,00	275,00	11	10	3,04	1.075,59
	400	36,00	436,00	39	35	17,05	6.037,31
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	15	14	1,28	452,00
	100	17,00	117,00	117	105	13,82	4.893,06
	350	36,00	386,00	3	3	1,16	411,28
	400	38,00	438,00	5	5	2,20	777,56
Subtotal 1 - consumo estimado				409	369	66,57	23.570,01

*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, foram visitadas, analisadas e cadastradas 9 vias distintas, totalizando 50 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 8.

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 Mercúrio 250W, localizado na Avenida José Avelino de Melo



Figura 2 – Poste de concreto DT com luminária LED, localizado na Rua José Patrício Paiva

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 São João da Mata.

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 as lâmpadas na potência de 125 W, que representa aproximadamente 41% do total de pontos do município.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 245 pontos de luminárias do tipo aberta, sem refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, sem alojamento para equipamento incorporado e sem tomada integrada para relé fotocontrolador, neste caso os equipamentos auxiliares (reator e relé) são fixados no poste.

O restante do parque é composto por luminárias fechadas, com ou sem refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



tomada integrada para relé fotocontrolador o qual representam um percentual de cerca de 35% (140 pontos) identificados também durante o levantamento.

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 um pequeno número de luminárias LED (aproximadamente 20 pontos) que correspondem a 5% do parque de iluminação em vias próximo a região.

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.

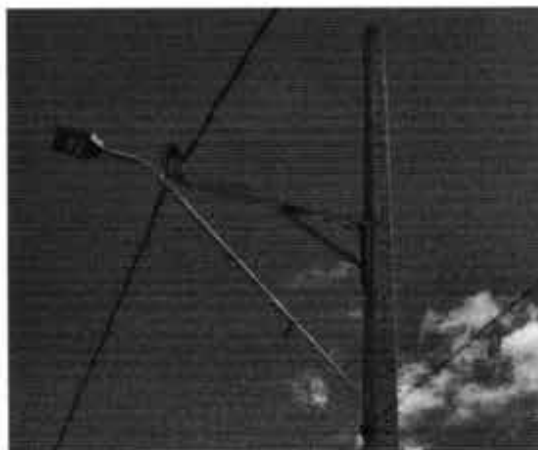




Figura 3 - Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

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 66% do parque (269 pontos) possuem balastros do tipo externo. O restante eram reatores integrados às luminárias.

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, representando cerca de 48% do total de pontos, com medidas de acordo com o padrão da CEMIG, distribuidora local.

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 23% de braços tipo leve I e PA4, 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.



Figura 4 – Postes com braços de iluminação pública, respectivamente Tipo Leve I e Tipo PA4

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.

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 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, todas as vias da área urbana (região central) no trecho percorrido pelo levantamento estão asfaltadas e/ou com calçamento poliédrico, as vias apresentam passeio e meio fio demarcados, simetria no que tange a largura das vias e passeio com largura média de 9,0 m para vias de rolamento e 1,9 m para passeios (considerando os pontos levantados).

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).



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 São João da Mata.

Tendo em vista que 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. 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 5 abaixo, existem luminárias fechadas que se encontravam com o refrator em policarbonato 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.

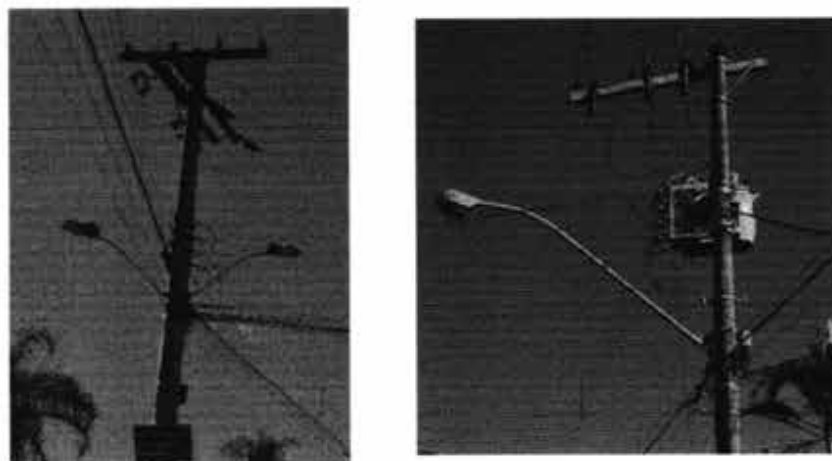


Figura 5 – Luminárias com refrator de policarbonato quebrado e refrator de vidro sujo.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

Atualmente em São João da Mata 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.

2.3.4. 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

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 6 apresenta o aparelho utilizado para realização das

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 I	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 I	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 I	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



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	Class. e	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância mínima (Enxada)	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	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



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	Class e	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade e mínima (U)
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral I	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 I	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 I	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 I	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 I	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.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA 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 – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 8 – Mapa cadastral do município de São João da Mata 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 São João da Mata, 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 consumidoras de diferentes secretarias, como a Secretaria de Educação, de Saúde, de 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 de São João da Mata

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo De Padrão	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
1A	3003300830	ARB087018633	Administração	Prefeitura Municipal	Rua Maria José De Paiva, 546 - Centro	Trifásico	245
2A	3003300840	AEA050027050	Administração	Terminal Rodoviário	Maria José De Paiva, 746 - Centro	Bifásico	187
3A	3003705085	APJ214115838	Administração	Cras - Casa Das Famílias	Rua José Patrício De Paiva, 142 - Centro	Bifásico	129
4A	3004047996	APC099013765	Educação	Escola Municipal Chapeuzinho Vermelho	Rua José Patrício De Paiva, 312 - Centro	Bifásico	513
5A	3010380260	APC099013821	Educação	Escola Municipal Rosa Alvim	Rua José Patrício De Paiva, 314 - Centro	Bifásico	169
6A	3003746973	BAC129002660	Esporte/Lazer	Ginásio Poliesportivo (Campo)	Rua Maria Onília Viera, 465 - Centro	Trifásico	778
7A	3003300832	APJ214104177	Saúde	Ubs - Euclides Alves	Rua Rodrigo De O. Bueno, 120 - Centro	Bifásico	412
8A	3002118535	AEA050002254	Saúde	Psf- Secretaria De Saúde	Praça São João Batista, 7 - Centro	Bifásico	343
9B	3003300841	AJQ861015035	Administração	Pedra Do Navio II	Est Pedra Do Navio 33 El	Monofásico	833
10B	30033000826	ARI180006021	Administração	Torre Tv I	Rua Pico Agudo 140	Trifásico	687
11B	3013295436	ARC164007675	Administração	Almoxarifado Prefeitura	Rua Maria Onília Vieira 500	Trifásico	483
12B	3005529540	AMH138083702	Administração	Polícia Militar Do Município	Rua João Eduardo Rodrigues 236	Monofásico	324



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód.*	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo De Padrão	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
13B	3006791924	AHD027010331	Administração	Sede II	Rua Maria José De Paiva 548	Trifásico	141
14B	3012721824	APD159073285	Administração	Cemitério Municipal Pmsjm	Rua Santa Cruz 255	Bifásico	118
15B	3003300835	AMB079184361	Administração	Residência	Rua Ponte Do Dourado 100 El	Monofásico	73
16B	3010948032	AMH87004743	Administração	Barracão	Rua Amadeu Fernandes Da Fonseca	Monofásico	65
17B	3014651966	API214029870	Administração	Secretaria Da Agricultura E Meio Ambiente	Av Afonso Vilhena Braga 114 B	Bifásico	52
18B	3003300838	APG192024380	Administração	Delegacia	Rua Maria Jose De Paiva 569	Bifásico	48
19B	3005398687	AHB988012137	Administração	Almoxarifado	Rua João Bueno Fagundes 980	Trifásico	11
20B	3003517772	API214115841	Administração	Município De São João Da Mata	Rua Maria Jose De Paiva 659	Bifásico	6
21B	3010149728	ABY955046495	Administração	Velório	Rua Santa Cruz 185	Monofásico	6
22B	3003300837	APC149020846	Administração	Centro Comunitário Pmsjm	Rua Santa Galo 302 El	Bifásico	2
23B	3004947599	ABR971013718	Administração	Torre De Tv II	Rua José Patrício De Paiva 416	Monofásico	-
24B	3007603961	ARC164022788	Administração	Matadouro	Rua José Felipe 147	Bifásico	-
25B	3003559282	AJJ115021873	Água E Esgoto	Estação De Tratamento De Água	Rua José Patrício De Paiva 810 Bg	Serviço Público Monofásico	1.802
26B	3012547538	ARI1800006019	Água E Esgoto	Poço Artesiano	Rua Tereza Borges 38	Serviço Público Trifásico	140
27B	3014811331	API2170466170	Água E Esgoto	Bomba D'água Prefeitura	Rua João V De Carvalho 266	Bifásico	0
28B	3003300831	ARB087018634	Educação	Ee M P Monteiro	Rua Maria Onília Vieira 272	Trifásico	308
29B	3012130435	APD159020366	Educação	Telecentro Municipal	Rua Maria Onília Vieira 2	Bifásico	75
30B	3004315266	AMI149058994	Educação	Escola Santa Galo	Est Santa Galo 110 El	Monofásico	6
31B	3003300833	AMF123017891	Educação	Em Barba De Bode	Rua Barba De Bode 100 El	Monofásico	-
32B	3002118418	APD167129996	Esporte/Lazer	Area De Eventos	Alm Das Palmeiras 37	Bifásico	86
33B	3007297727	BAB075002319	Esporte/Lazer	Padrão Eventos	Rua Maria José De Paiva 255	Trifásico	23
34B	3003300827	ARB137016110	Esporte/Lazer	Campo De Futebol	Rua Maria Jose De Paiva 624	Trifásico	2
35B	3012200566	APC149035803	Saúde	Posto De Saúde Bairro Pessegueiro	Posto Saude Bairro Pessegueiro 9999	Bifásico	262
36B	3004570858	AEA027002308	Saúde	Secretaria De Saude Fisioterapia	Rua Maria Onília Vieira 683 A	Bifásico	97
37B	3014156483	APH195036858	Saúde	Farmácia De Minas	Rua Tereza Borges 40	Bifásico	86
38B	3003300839	AMI1492644167	Saúde	Psf São Pedro	Rua São Pedro 280 El	Monofásico	4
39B	3005238914	AHB988003431	Saúde	Ubs	Rua Tereza Borges 40 Gp	Trifásico	-
Total							8.517

*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.

(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 290 luminárias, agrupadas em 10 tipos, nas 8 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Relação de luminárias levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	72 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	111 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	23 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	13 unidades
LUM 5	Refletor	58 unidades
LUM 6	Projetor LED	2 unidades
LUM 7	Luminária de iluminação pública ornamental (Globo)	2 unidades
LUM 8	Luminária de iluminação pública convencional	4 unidades
LUM 9	Luminária spot x1 lâmpadas (E27)	4 unidades
LUM 10	Luminária de sobrepor retangular x4 lâmpadas (120 cm)	1 unidades
Total		290 unidades

3.3.2. Lâmpadas:

Foram identificadas 424 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Relação de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantamento
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	41 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	42 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	216 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	55 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED tubular (120 cm)	12 unidades
LAMP 6	Vapor metálico de 200 W	18 unidades
LAMP 7	Vapor metálico de 400 W	40 unidades
Total		424 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 São João da Mata.



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



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



LUM 5 – Refletor
Local: Poliesportivo



LUM 4 – Luminária tipo arandela
Local: PSF



LUM 7 - Luminária de iluminação pública
ornamental (Globo)
Local: Rodoviária



LUM 9 - Luminária spot x1 lâmpadas (E27)
Local: Cras

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 São João da Mata, com foco em fazer a composição de participação na ata de



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 São João da Mata conclui em um total de 1.690 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 significativa de porta-lâmpadas e luminárias de sobrepor retangulares convencionais com lâmpadas fluorescentes. Identificou-se também a utilização de lâmpadas LED bulbo e lâmpadas de LED tubular instaladas nas luminárias retangulares, o que mostra que já existe atualização na tecnologia.

A utilização de luminárias LED integradas é uma opção melhor para iluminação do que a simples troca da lâmpada em uma luminária já depreciada.

Dessa forma, conclui-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 52 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 8.517 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 2.300

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.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 71 kWp. O consumo energético remanescente (8.485 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 64%.

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 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	APC099013765	3004047996	E.M. Chapeuzinho Vermelho	Rua José Patrício de Paiva 312	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
5A	APC099013821	3010380260	E.M. Rosa Alvim	Rua José Patrício de Paiva 314	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
TOTAL							3.120	26	20

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

As Figuras de 10 a 13 apresentam algumas edificações, padrão de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de São João da Mata.

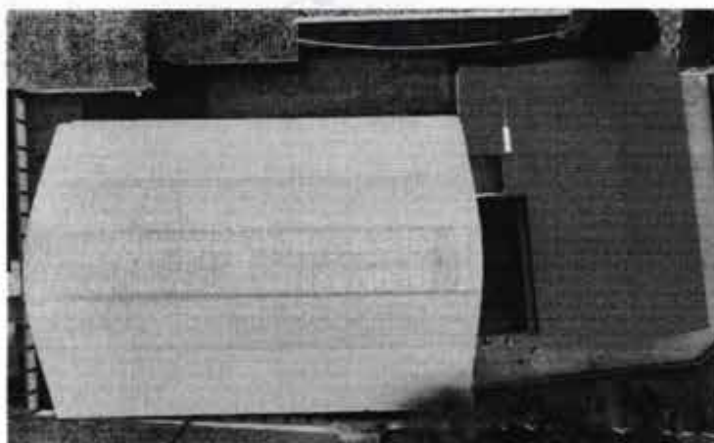


Figura 10 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Chapeuzinho Vermelho



Figura 11 – Disjuntor da Escola Municipal Chapeuzinho Vermelho

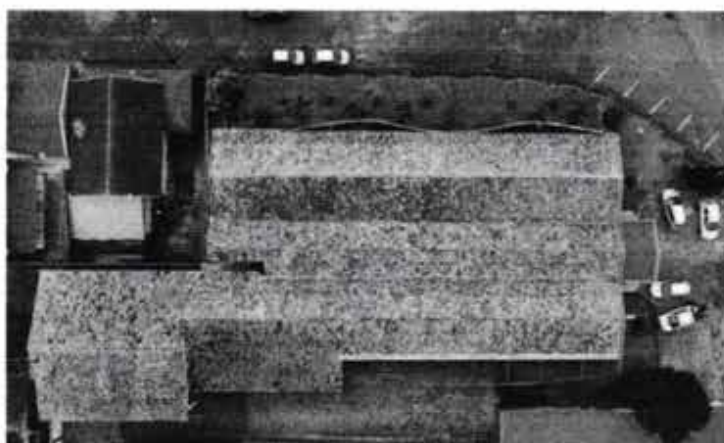


Figura 12 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Rosa Alvim



Figura 13 – Padrão de entrada da Escola Municipal Rosa Alvim

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 3.120 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 na unidade E.M. Rosa Alvim para um padrão de 200 A, o 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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 900 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 São João da Mata, foi proposto uma redução de aproximadamente 68% 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, foi considerado o fluxo luminoso das luminárias convencionais atualmente instaladas², que por sua vez já estão depreciadas³.

Adicionalmente, para definição das 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)
------------------------------	--------------------	--	-----------------

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENCENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Vapor de Mercúrio	80	42	53
	125	42	166
	250	61	11
	400	110	39
Vapor de Sódio	70	42	15
	100	42	117
	350	83	3
	400	150	5
TOTAL			409



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 a R\$ 544.962,51.

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

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de São João da Mata possui aproximadamente 1.691 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 um custo total de CAPEX igual a R\$ 1.018.241,90.

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 São João da Mata possui, possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 52 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, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 310.850,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de São João da Mata possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 71 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 total de CAPEX igual a R\$ 466.686,00.

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 São João da Mata

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\$ 544.962,51	R\$ \$ 1.018.241,90	R\$ 310.850,00	R\$ 466.686,00
Total	R\$ 2.340.740,41			



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.

SÃO SEBASTIÃO DA BELA VISTA

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. Critérios de projetos luminotécnicos	10
2.3.3. Refratores de policarbonato danificados.....	11
2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator ..	12
2.3.5. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação	12
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	20
3.3.1. Luminárias	20
3.3.2. Lâmpadas.....	20
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	21
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	21



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



3.4.	Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	22
4.	Sistema fotovoltaicos conectados à rede – SFCR	22
4.1.	Introdução	22
4.2.	Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR.....	23
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



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, na cidade de São Sebastião da Bela Vista/ 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 São Sebastião da Bela Vista, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
	43 unidades consumidoras	645 pontos de IP
Quantidade		
Consumo médio mensal	54.926 kWh	28.717 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,7777	B4A – R\$ 0,4465
Custo média mensal com energia	R\$ 42.717,40	R\$ 12.822,16

2. Iluminação Pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública do município, 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 São Sebastião da Bela Vista

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	124	112	11,11	3.937,75
	125	13,75	138,75	75	68	10,41	3.689,65
	400	36,00	436,00	1	1	0,44	155,95
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	124	112	10,42	3.693,20
	100	17,00	117,00	263	237	30,77	10.905,91
	400	38,00	438,00	20	18	8,76	3.104,84
LED	60	0,00	61,20	5	5	0,31	109,87
	100	0,00	101,20	33	30	3,34	1.183,81
Total				645	583	75,56	26.780,98

*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 São Sebastião da Bela Vista possui consumo médio mensal de 28.717 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 11 vias distintas, totalizando 80 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme 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 Mercúrio, localizado na Rua Dona Ana Cândido de Paiva.



Figura 2 – Poste de concreto DT com luminárias LED, localizado na Rua João Vicente Pinto (em frente à Praça Francisco Avelino).

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) identificados no município São Sebastião da Bela Vista.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instalados na cidade são de Vapor de Sódio, com destaque para as lâmpadas nas potências de 70W e 100W. Compondo aproximadamente 60% do parque de lâmpadas do município.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 407 pontos de luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro borosilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé foto controlador, representando um total de 63% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam 31% (200 pontos) do total.

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



Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também um número pequeno de luminárias LED (aproximadamente 6% do total) em vias e praças do município. As luminárias LED estão instaladas principalmente nas vias do entorno da praça Francisco Avelino.

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.

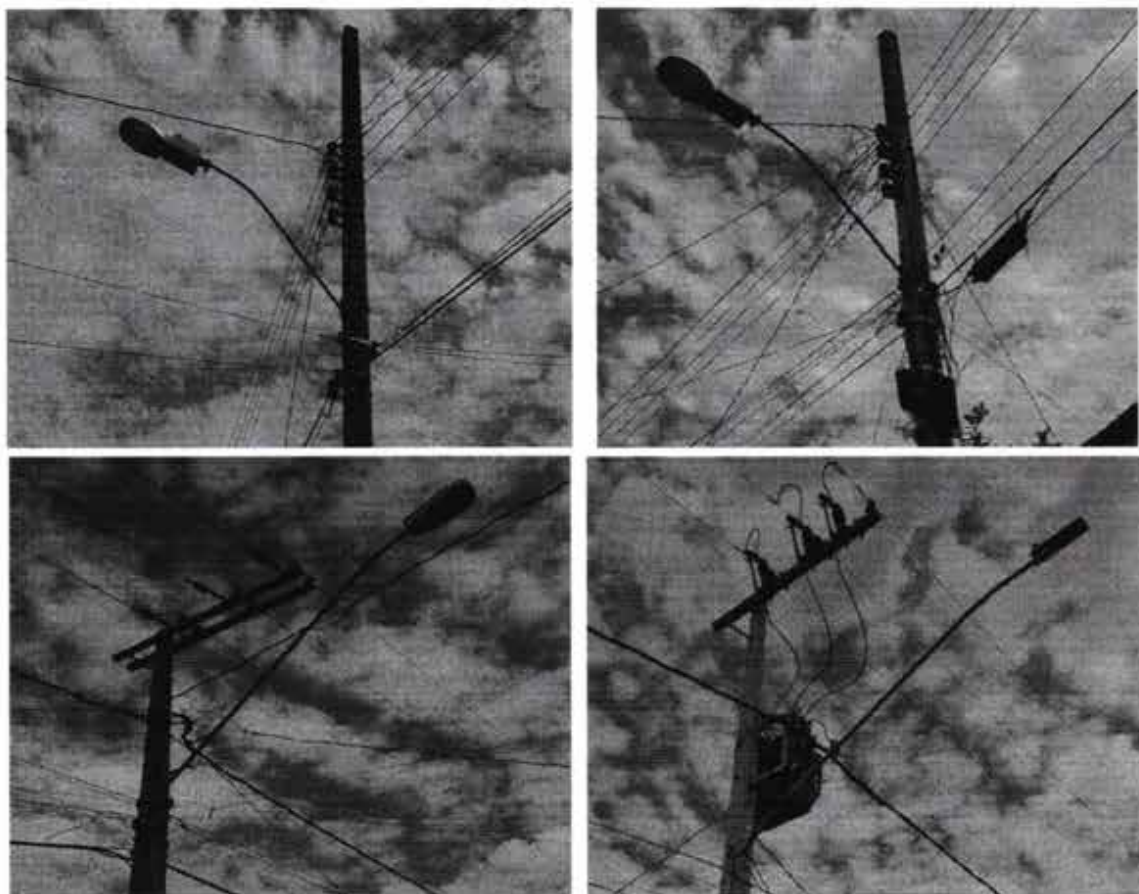


Figura 3 - Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENCENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

Cerca de 63% (407 pontos) pesquisados possuíam balastros do tipo integrado e 31% (200 pontos) equipados com balastros do tipo externo.

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 os braços tipo Médio, com medidas no padrão da concessionária Cemig.

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.

Foram identificados também durante a etapa de levantamento de dados a utilização de braços fora de padrão do tipo PA4.

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

(31) 3653-5193

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

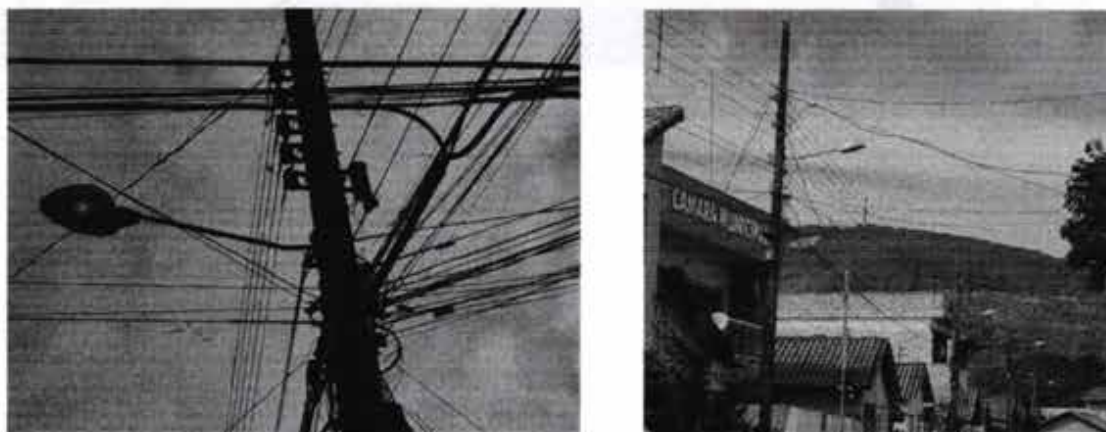


Figura 4 – Compilado de fotos exemplificando os braços de iluminação pública tipo PA4.

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 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 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 8,00 m para vias de rolamento e 1,60 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 média variando entre 30 m e 42 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 São Sebastião da Bela Vista.

Tendo em vista que 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. 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 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.

Podemos concluir que existia 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 e ainda, não há definição de parâmetros para a

(31) 3653-5193

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

manutenção preventiva, de modo a ter um parque de iluminação mais eficiente e com menor índice de manutenção corretiva.

Importante ressaltar que, o município, foi contemplado pela chamada pública da Eletrobrás para projetos de eficiência energética para iluminação pública. Quando da visita para levantamento de campo, fomos informados que o projeto de efficientização da iluminação pública já estava em andamento pela empresa licitada e contratada conforme o processo de chamamento público. Segundo informação da prefeitura, o município será contemplado integralmente (645 pontos) pelo processo em andamento.

De toda forma, este diagnóstico, trata da situação encontrada à época do levantamento, vide fotos.

2.3.3. Refratores de policarbonato danificados

Conforme se pode verificar em alguns exemplos detalhados na Figura 5 abaixo, mais de 15% das luminárias pesquisadas encontravam-se com o refrator em policarbonato 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.

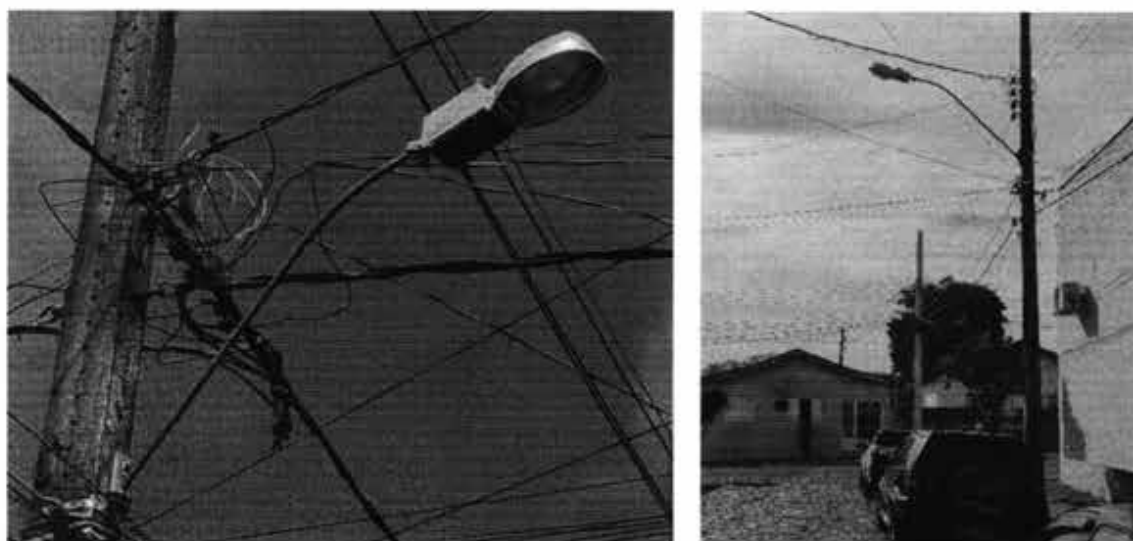


Figura 5 – Luminárias com refrator danificado e/ou quebrado.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

Atualmente, em São Sebastião da Bela Vista, verifica-se que nem todas as luminárias possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos instalados em luminárias, 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.

2.3.5. 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.

2.3.6. 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 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

(31) 3653-5193

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



sensor 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 abaixo 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	Illuminância média medida	Uniformidade e medida	Illuminância 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	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	1,85 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



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 e medida	Iluminância média mínima (E _{med})	Uniformidade mínima (U)
	Gomes de Oliveira						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	0,83	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
Netércia	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

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

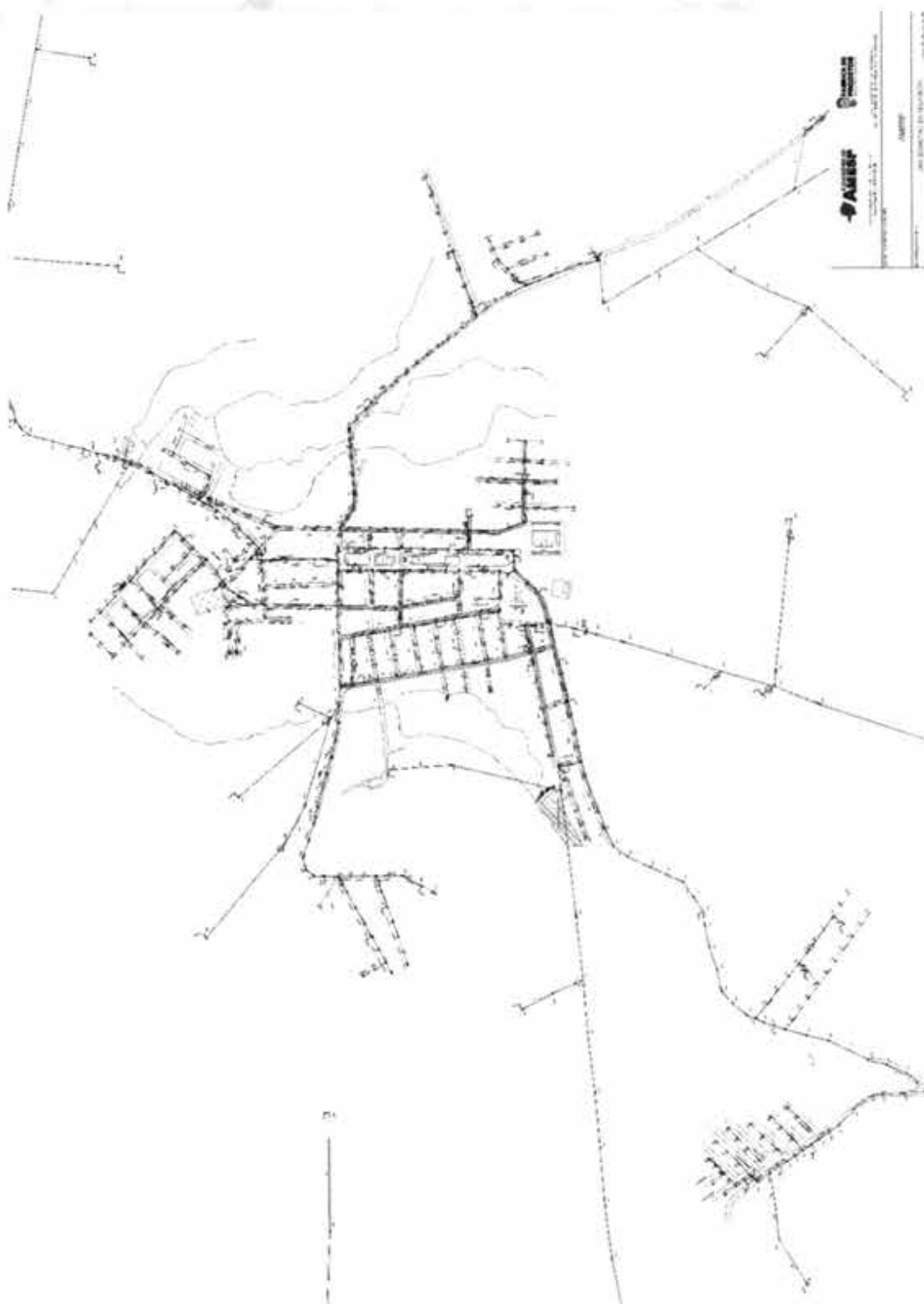


Figura 8 – Mapa cadastral do município de São Sebastião da Bela Vista com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

(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 São Sebastião da Bela Vista, 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 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 São Sebastião da Bela Vista

Cod. *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De instalação	Nome Da instalação	Endereço	Tipo de padrão	Consumo (kWh)
1A	3003299340	AH8988012793	Administração	P.m. São S. B Vista	Pça Erasmo Cabral 339 Cx - Centro	Trifásico	470
2A	3013210413	CAA137001279	Educação	Creche	Rua Wilson Openheimer 347 Cx - São Benedito /S.S Bela Vista	Trifásico	1.032
3A	3010234257	ARB087015906	Educação	Esc. Mun. Almerinda Silva Mosti	Rua Maria Ap M De Oliveira 139 Cx - Lot. José Brandão Oliveira/	Bifásico	533
4A	3003299346	BMW939000368	Esporte/ Lazer	Campo De Futebol	Pça Francisco Avelino 9999 Nr 02 - Centro	Trifásico	2.782
5A	3013196299	APD167138969	Esporte/ Lazer	Ginásio Poliesportivo	Rua Jose Carolino Barroso 129 Fr - Lt José Brandão Oliveira/ /S.S Bela Vista	Bifásico	117
6A	3011723659	APD126094474	Saúde	Farmácia De Minas	Rua Wilson Openheimer 45 Cx 2 - São Benedito /S.S Bela Vista	Bifásico	245
7A	X	X	Saúde	Cras	Rua Maria T. Pagliarini 123.	X	X
8B	3005771888	AEA001006002	Administração	P.m. São S B Vista	Est late Clube Rio Verde 9999 Cx - late Clube Rio Verde/S.S Bela Vista	Bifásico	1.211
9B	3013744673	APD183040050	Administração	Padrão Praça Erasmo Cabral	Pça Erasmo Cabral 376 Fr - Centro	Bifásico	693
10B	3013570503	BAG154101756	Administração	Padro Eventos Praça	Pça Francisco Avelino 334 Cx - Centro	Trifásico	302
11B	3005985892	AFD977001865	Administração	Câmara Mun./P. Civil/C. Tutelar.	Rua Jose Cleto Duarte 86 Sede - Centro	Bifásico	251
12B	3013128741	APD167131078	Esporte/ Lazer	Ilum. Pista Caminhada Represa.	Rua Virgúlia C Oliveira 372 Cx B - São Benedito /S.S Bela Vista	Bifásico	210
13B	3006443812	APC131099687	Administração	Cemitério	Rua Alcides B Oliveira 100 Cm - Centro	Bifásico	259

(31) 3653-5193

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



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)
14B	3014507495	ARN20900998	Administração	Arquivo Prefeitura	Rua Camilo J Lacerda 199 Cx - Centro	Trifásico	406
15B	3011432157	ARD118001880	Administração	P.m. São S B Vista	Rua Da Saudade 39 Cx A - Centro	Trifásico	99
16B	3003657674	AEU928011895	Administração	P.m. São S B Vista	Rua Mato Grosso 201 Cx - Bela Vista / S. S	Bifásico	84
17B	3012673389	APD159039367	Administração	Praça Dilson Ferreira	Rua Maria T Pagliarini 198 Cx - Centro	Bifásico	35
18B	3010021302	APJ206023605	Administração	P.m. São S B Vista	Rua Jose Magalhães 47 - Centro	Bifásico	9
19B	3004927759	ABA977008855	Administração	P.m. São S B Vista	EsSantanaal 9999 Cx Nr 02 - Santana/S.S Bela Vista	Monofásico	8
20B	3003299352	AME112009459	Administração	Igreja São João	Rua São João 960 Ig - São João/S.S Bela Vista	Monofásico	22
21B	3003358448	AEP925014432	Administração	P.m. São S B Vista	Rua Wilson Openheimer 291 Cx - São Benedito /S.S Bela Vista	Bifásico	11
22B	3005263518	ARB145009134	Administração	Mun. De São Sebastião Da Bela.	Rua Maria Pagliarini 566 Cs Nr 01 - Centro	Trifásico	-
23B	3007217143	ABG051079712	Administração	Centro Comunitário	Est. Iate Clube Rio Verde 3010 Cx - Iate Clube Rio Verde/S.S Bela Vista.	Monofásico	
24B	3005426382	BAB075001997	Água E Esgoto	Bomba D Água	Est. Goiabal Belra Do Riacho 9999 Cx - Área Rural/S.S Bela Vista.	Trifásico	28.817
25B	301256640	ARC14900833	Água E Esgoto	Poço Artesiano	Rua Wilson Openheimer 159250 Ct - São Benedito/S.S Bela Vista	Trifásico	6.320
26B	3005985893	AEA0500024033	Água E Esgoto	Poço Artesiano Aliança	Est. Aliança 99999 Cx - Aliança /S.S Bela Vista.	Bifásico	1.551
27B	3014082595	ARK191008373	Água E Esgoto	Poço Artesiano Sabará	Alm. Jose Gabriel Rezende Da Silva 320 Cx - Sabará/ /S.S Bela Vista	Trifásico	1.450
28B	3005771889	AJR948000370	Água E Esgoto	Poço Artesiano São João	Rua São João Sn Cx - São João/S.S Bela Vista	Monofásico	1.448
29B	3006707039	AET925005621	Água E Esgoto	Poço Artesiano	Est. Paraíso Dos Pescadores 5020 Bg - Paraíso Dos Pescadores/S.S Bela Vista.	Bifásico	1.481
30B	3014711930	APH195020884	Água E Esgoto	Poço Artesiano Vlotca II	Av José Honório Do Prado 1001 Cx Poço - Vitoca II/S.S Bela Vista	Bifásico	243
31B	3005426381	ODB166100231	Água E Esgoto	Tratamento De Água	Est. Goiabal Belra Da Estrada 9999 Cx - Área Rural/S.S Bela Vista.	Monofásico	469
32B	3006683655	AEA068002113	Água E Esgoto	Poço Artes Paredão	Rua Naria L P Junho 100 Bg - Rural/S.S Bela Vista	Bifásico	999
33B	3014154662	APH195039996	Água E Esgoto	Poço Artesiano Lot Vitoca 1	Rua Maria Aparecida Cunha 120 Cx - Loteamento Vitoca	Bifásico	304
34B	3012943412	APD159120121	Água E Esgoto	Poço Artesiano Bairro Santana	Santana Poço Artesiano 8888 Cx - Área Rural/S.S Bela Vista	Bifásico	257
35B	3014289301	ARK191029210	Água E Esgoto	Poço Artesiano Jardim Bela Vista	Rua Dois 81 Fr - São João/S.S Bela Vista	Trifásico	128
36B	3003299354	APD15905916	Educação	Em Am A Vilela	Est Furnas 1 EI - Furnas/S.S Bela Vista	Bifásico	888
37B	3012168699	APC131042508	Educação	Creche Municipal	Alm. Augusto B Mendes 367 Cx - Centro	Bifásico	615
38B	3003299349	APD118031390	Educação	Em Lazaro Pereira	Est Santana 9999 Cx Nr 01 - Santana/S.S Bela Vista	Bifásico	208
39B	3013287785	ARC16401329	Esporte/ Lazer	Centro Cultural Benedito Nadalini	Pça Francisco Avelino 92 Cx - Centro	Trifásico	1.464
40B	3013779371	APD183022484	Esporte/ Lazer	Parque De Exposições	Rua Wilson Openheimer 135 Cx - São Benedito /S.S Bela Vista	Bifásico	225
41B	3013128646	APD167115970	Esporte/ Lazer	Ilum. Quadra Areia E quiosque.	Rua Virgúlia C Oliveira 372 Cx A - São Benedito /S.S Bela Vista	Bifásico	5
42B	3012129139	APC131087173	Saúde	Academia De Saúde	Pça Erasmo Cabral 20 Cx -	Bifásico	122

(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)
43B	3014383846	APJ202005488	Saúde	Centro De Fisioterapia	Centro Rua Virgúlia C Oliveira 400 Cx - São Benedito /S.S Bela Vista	Bifásico	46
Total							54.925

* 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\$ 0,7777 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 42.717,40 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 764 unidades, agrupadas em 10, nas 07 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	401 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	8 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	4 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	47 unidades
LUM 5	Refletor	150 unidades
LUM 6	Projektor LED	19 unidades
LUM 7	Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (120 cm)	64 unidades
LUM 8	Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (60 cm)	15 unidades
LUM 9	Luminária Plafon LED	48 unidades
LUM 10	Luminária de sobrepor retangular x1 lâmpada (120 cm)	8 unidades
Total		764 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 788 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	456 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	38 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	144 unidades
LAMP 4	Lâmpada mista	14 unidades
LAMP 5	Vapor metálico de 200 W	2 unidades

(31) 3653-5193

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



Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 6	Vapor metálico de 400 W	134 unidades
TOTAL		788 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 São Sebastião da Bela Vista.

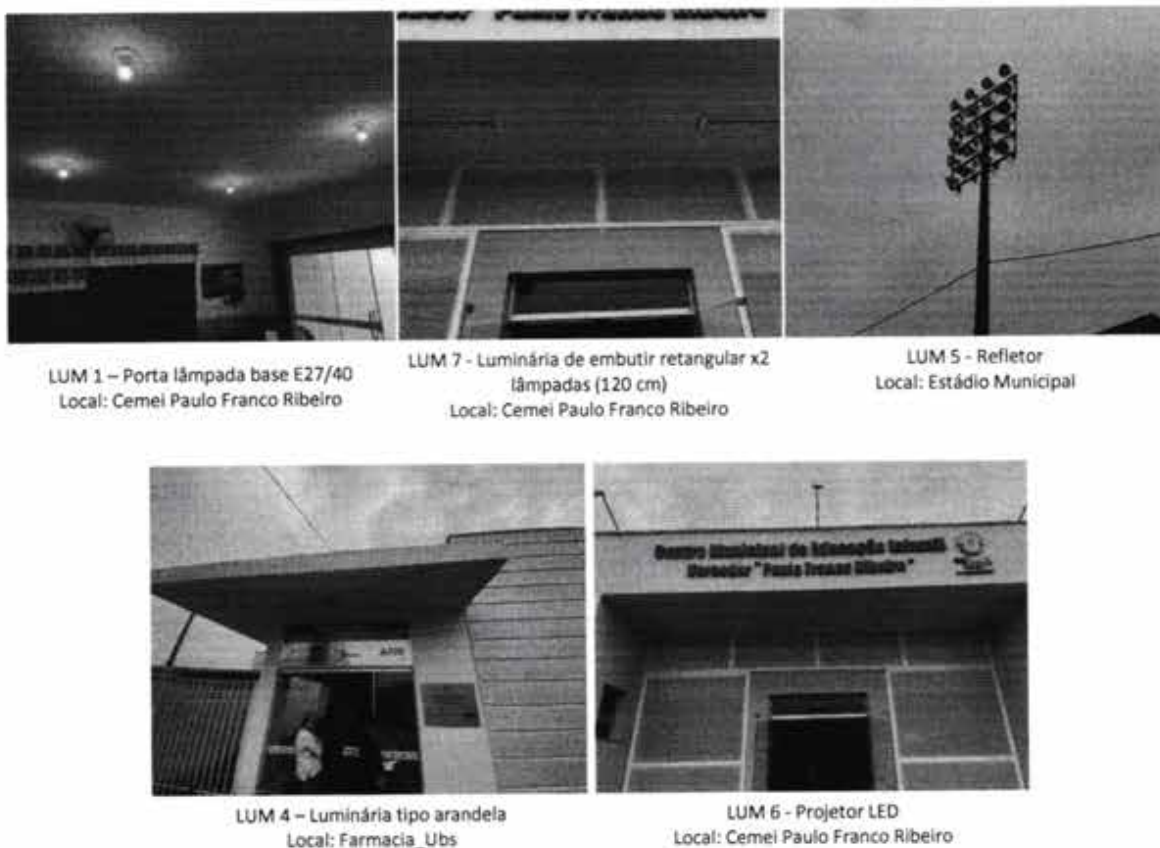


Figura 9 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

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.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de São Sebastião da Bela Vista, 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 São Sebastião da Bela Vista conclui em um total de 2.679 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.

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

4. Sistema 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 436 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 54.925kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 2.600 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).

(31) 3653-5193

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



fotovoltaicos com potência total de 108 kWp. O consumo energético remanescente (12.923,00 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com a instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução estimada de 55%.

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.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Sebastião da Bela Vista, foi proposto uma redução de aproximadamente 55% 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	124
	125	52	75
	400	118	1

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.



Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Sódio	70	42	124
	100	52	263
	400	170	20
LED	60	52	5
	100	67	33
TOTAL			645

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, resultando no custo total de R\$ 859.415,20.

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 São Sebastião da Bela Vista possui aproximadamente 2.679 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\$ 1.614.124,29.

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 São Sebastião da Bela Vista possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 436 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

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.

CAPEX estimado para este município é igual a R\$ 2.616.300,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Sebastião da Bela Vista possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 108 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\$ 710.745,75.

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 São Sebastião da Bela Vista.

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\$ 859.415,20	R\$ 1.614.124,29	R\$ 2.616.300,00	R\$ 710.745,75
Valor total estimado	R\$ 5.800.585,24			

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.

SENADOR AMARAL

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.....	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 georreferencia de pontos de iluminação	10
2.3.5. Braços e suportes (apenas quando houver braço fora de padrão)	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	17
3.3.1. Luminárias:	17
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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



3.4.	Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	19
4.	Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR.....	20
4.1.	Introdução	20
4.2.	Capacidade estimada	20
4.2.1.	Relatório fotográfico amostral	21
4.3.	Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR.....	23
5.	Orçamentos – CAPEX.....	23
5.1.	Iluminação pública	23
5.2.	Iluminação dos prédios públicos.....	24
5.3.	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	25
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 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 Senador Amaral/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 Senador Amaral, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	31 unidades consumidoras	693 pontos de IP
Consumo médio mensal	14.072 kWh	29.628 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8178	B4A – R\$ 0,4185
Custo médio mensal com energia	R\$ 11.508,12	R\$ 12.400,57

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Senador Amaral, 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 Senador Amaral

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 Metálico	100	17,00	117	12		1,40	496,21
	250	30,00	280	24		6,72	2.381,79
	400	38,00	438	10		4,38	1.552,42
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	41		3,44	1.219,25
	100	17,00	117,00	532		62,24	22.059,93
	150	22,00	172,00	8		1,38	489,12
	250	30,00	280,00	6		1,68	595,45
LED	15	0,00	15,00	38		0,57	202,03
	20	0,00	20,00	13		0,26	92,15
	50	0,00	50,00	6		0,30	106,33
	100	0,00	100,00	3		0,30	106,33
Subtotal 1 - consumo estimado				693	553	82,67	29.301,01

*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, foram visitadas, analisadas e cadastradas 14 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 Sódio, localizado na Av. José Augusto de Rezende.



Figura 2 – Poste de concreto circular com luminária aberta com lâmpada de vapor de sódio, localizado na Rua João Silvério.

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 Senador Amaral.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpada instalada na cidade são do tipo vapor de sódio, com destaque para a lâmpada na potência de 100W, representando aproximadamente 77% do parque.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 633 pontos de luminárias do tipo aberta, representando um total de 91% das luminárias existentes.

Na praça da Paróquia de São Sebastião, identificamos a 12 unidades de luminárias pétalas.

Durante a etapa de levantamento de dados, não foram identificadas luminárias LED embora o relatório apresentado (Tabela 2) informe a existência de aproximadamente 9% (60 pontos) do total do parque.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

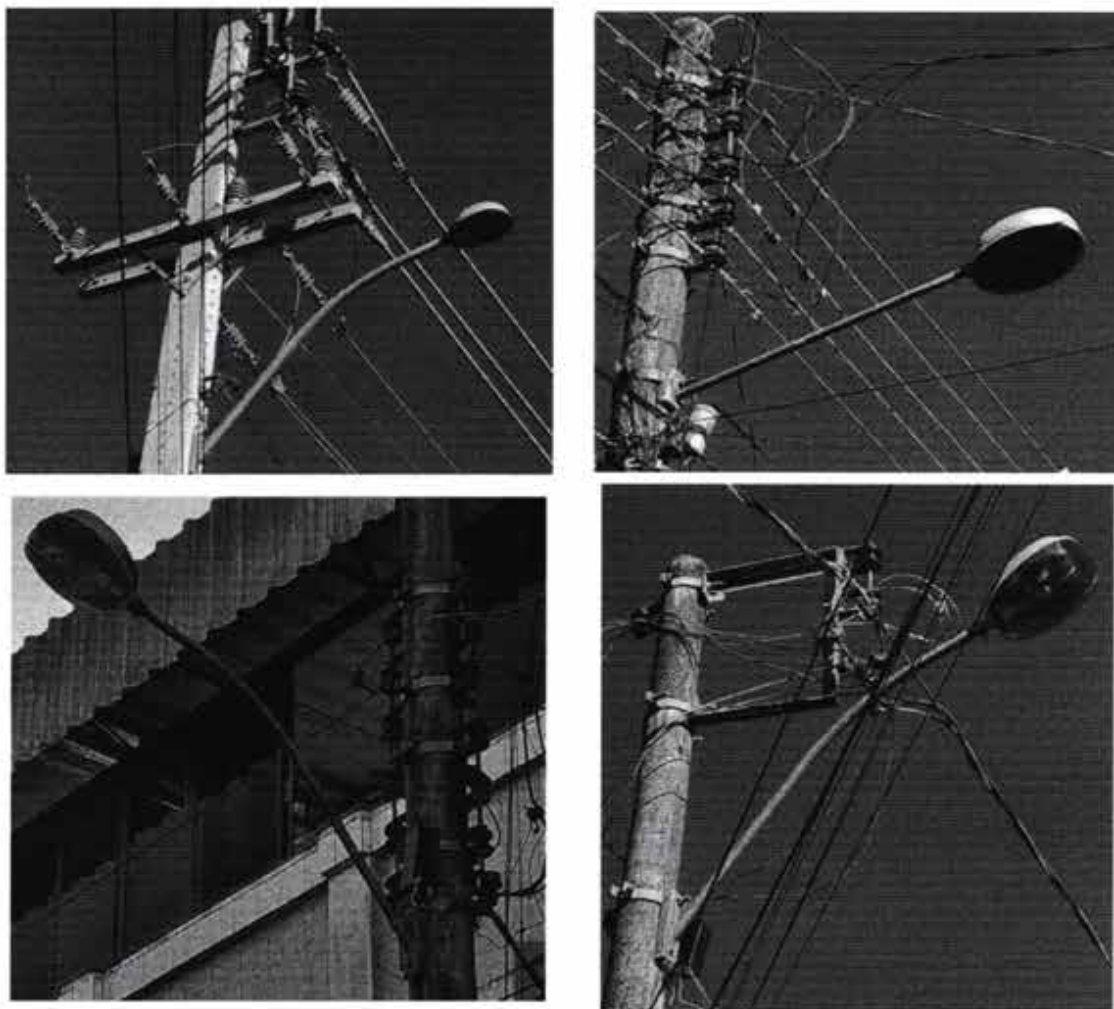


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação do município.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

Aproximadamente 43% dos pontos são comandados de forma individual, através do uso de relé fotocontrolador do tipo eletrônico instalado em tomada, na própria luminária.

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”.

(31) 3653-5193

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



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 95% do parque (658 pontos) possuem balastros do tipo externo. Os balastros do tipo interno formam a quantidade de 12 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 leve II.

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 Circular. Também foram identificados postes tipo concreto DT.

Na praça da Paroquia de São Sebastião, foi identificado a utilização de postes de concreto ornamental com conicidade reduzida.

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 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 durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas e/ou com calçamento tipo bloquete ou poliédrico, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 9,00 m para vias de rolamento e 1,30 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 32 m a 40 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 Senador Amaral.

Tendo em vista que foram encontrados 11 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 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 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 subdimensionadas, representando gastos desnecessários e ruas iluminadas de maneira inadequada.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 Senador Amaral verifica-se que as luminárias não possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos auxiliares instalados, dificultando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada 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 (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

(31) 3653-5193

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



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 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 Adamí	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 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	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



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	Classificação	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Enxada)	Uniformidade e mínima (U)
	Gomes de Oliveira						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	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
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 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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 – Concelção dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Concelção 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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENCENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

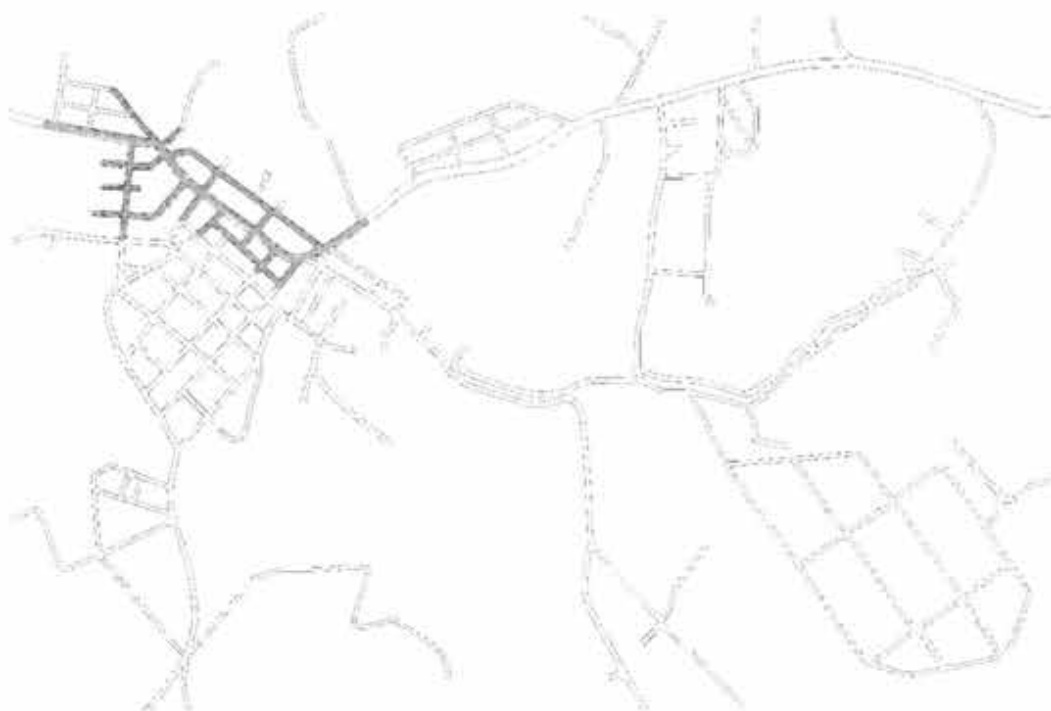


Figura 6 – Mapa cadastral do município de Senador Amaral com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

(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 Senador Amaral, 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 Senador Amaral

Cód.*	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo De Padrão	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
1A	425045	Esporte / lazer	Pref. Mun. (Cede)	Rua Vereador Jose Alves De Rezende 34/Centro	Trifásico	700
2A	432429	Educação	Cemei - Sementinha Do Amor	Rua Benedito Ferreira De Melo 665/Ponte Segura	Trifásico	687
3A	109979	Saúde	UBS - Ponte Segura / PSF	Rua Benedito José Antônio 1/Ponte Segura	Trifásico	520
4A	108109	Educação	Esc. Mun. Prof. Maria José Dos Santos	Rua Benedito Inácio Da Rosa 1/Ponte Segura	Bifásico	990
5A	425195	Saúde	Farmácia De Minas	Rua Fermino Elias 670/Centro	Bifásico	368
6A	402696	Educação	Cemei - Sagrada Família	Rua Fermino Elias 720/Centro	Trifásico	1.556
7B	W6051091931	Administração	Senador Amaral	Rural B Valinhos 15882/Valinhos	Bifásico	294
8B	100161	Saúde	Centro De Saúde	Rua Itagiba Eiras Do Brasil 112/Centro	Bifásico	118
9B	402696	Educação	Creche Pro infância	Rua Ferminio Elias 720/Centro	Trifásico	-
10B	406020	Esporte / lazer	Campo De Futebol	Av Vereador Jose Alves Rezendes/Centro	Trifásico	-
11B	425430	Esporte / lazer	Quadra De Esportes	Rua Sebastião Candido 23275/Três Saltos	Bifásico	-
12B	425858	Administração	Senador Amaral	Rural B Serro/Serro	Bifásico	-
13B	11237	Esporte / lazer	Quadra Poliesportiva	Rua João Silvério 1/Centro	Trifásico	-
14B	W7052264135	Administração	Senador Amaral	Rua João Silvério 100/Centro	Trifásico	-
15B	30000042002	Administração	Cemitério Municipal	Rua Itagiba Eiras Dos Brasil 245/Centro	Bifásico	-

(31) 3653-5193

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



Cod.*	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo De Padrão	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
16B	450363	Administração	Painel Eletrônico	Praça Zeca Borges 2/Centro	Bifásico	-
17B	403483	Administração	Senador Amaral (Ag:308)	Av Vereador Jose Alves Rezendes 34/Centro	Bifásico	1.598
18B	30000103457	Educação	Escola Mun. Três Saltos	Rua Ver. João Borges 60/Três Saltos	Monofásico	-
19B	W6080768142	Administração	Velório	Rua Benedito Inácio Da Rosa/Ponte Segura	Bifásico	-
20B	W6108720329	Educação	Centro De Apoio E Educação	Rua Geraldo Júlio 221/Centro	Bifásico	-
21B	D6122870880	Administração	Torre De Tv	Rua Diogo Jose Eiras 12/Centro	Bifásico	-
22B	M16284	Administração	Destocamento De Polícia	Rua João Silvério 63/Centro	Monofásico	-
23B	16748	Administração	Conselho Tutelar	Rua Itabgiba Eiras Do Brasil 81/Centro	Monofásico	-
24B	30000103457	Educação	Esc. Mun. Três Saltos	Rua Sebastião Candido 83/Três Saltos	Monofásico	1.359
25B	559652	Esporte / lazer	Campo De Futebol	Rua Maria Silvério De Castro 315/Ponte Segura	Trifásico	1.337
26B	2083154	Esporte / lazer	Campo De Futebol Valinhos	Rua José Pedro De Moraes 119/Valinhos	Bifásico	1.274
27B	449105	Esporte / lazer	Senador Amaral	Praça Zeca Borges 99/Centro	Monofásico	986
28B	402745	Administração	Senador Amaral	Rua 164/Conj Bab. Lagoa Grande	Bifásico	773
29B	4326667	Administração	Senador Amaral	Av Vereador Jose Alves Rezendes 34/Centro	Bifásico	607
30B	432665	Administração	Senador Amaral (Ag:308)	Av Vereador Jose Alves Rezendes 34/Centro	Bifásico	500
31B	432669	Administração	Senador Amaral (Ag:308)	Av Vereador Jose Alves Rezendes 34/Centro	Bifásico	405
Total						14.072

*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\$ 0,8178 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 11.508,12 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

Foram identificadas aproximadamente 517 luminárias, agrupadas em 7 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	342 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	16 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x4 lâmpadas (120 cm)	58 unidades



Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	28 unidades
LUM 5	Luminária tipo arandela	50 unidades
LUM 6	Refletor	10 unidades
LUM 7	Projeto LED	13 unidades
Total		517 unidades

3.3.2. Lâmpadas:

Foram identificadas também 722 lâmpadas, conforme tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	264 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	56 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente compacta	392 unidades
LAMP 4	Lâmpada mista	10 unidades
Total		722 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 Senador Amaral.



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: E.M. Prof. Maria Jose



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular
x2 lâmpada (120 cm)
Local: Cemei Sagrada Família



LUM 5 – Luminária de sobrepor retangular
x2 lâmpadas (60 cm)
Local: Unidade da Saúde da Família Ponte Segura



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



LUM 6 – Refletor

Local: Ginásio poliesportivo João Franco da Silveira



LUM 7 – Projetor LED

Local: Ginásio poliesportivo João Franco da Silveira

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 Senador Amaral, 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 Senador Amaral conclui em um total de 2.771 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, luminárias de sobrepor retangulares convencionais e luminárias do tipo arandela com lâmpadas fluorescentes.

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 de 101 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 14.072 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 1.900 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 111 kWp. O consumo energético remanescente (13.333 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com a instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução estimada de 55%.

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.).

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).



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

Cód.	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)
2A	432429	CÉIM Sementinha do Amor	Rua Benedito Ferreira De Melo 665- Ponte Segura	Trifásico	Cerâmico	1.560	13	10
6A	402696	CEMEI Sagrada Família	Rua Fermino Elias 720- Centro	Trifásico	Cerâmico	12.000	105	75
4A	108109	E.M. Prof. Maria José	Rua Benedito Inácio Da Rosa 1 -Ponte Segura	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
3A	109979	UBS Ponte Segura	Rua Benedito José Antônio 1- Ponte Segura	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
Total						18.220	157	121

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir, as figuras de 8 a 15 a seguir 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 Senador Amaral.



Figura 8 – Telhado cerâmico Cemei Sementinha do Amor



Figura 9 – Padrão de entrada Cemei Sagrada Família



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 10 – Medidor eletrônico
da Cemei Sagrada Família



Figura 11 – Telhado cerâmico da Ubs Ponte Segura



Figura 12 – Medidor da Ubs Ponte Segura



Figura 13 – Padrão de entrada da Ubs Ponte
Segura

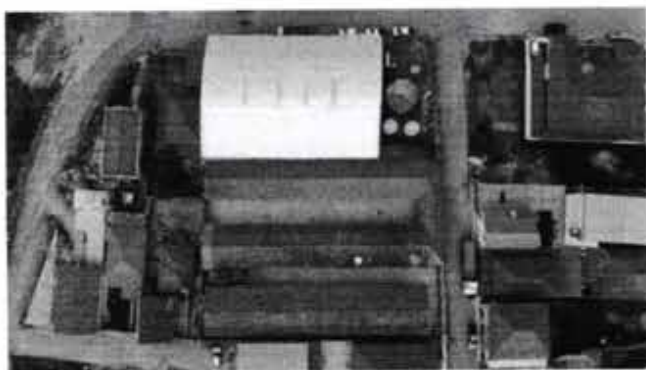


Figura 14 – Telhado cerâmico da E.M. Prof Maria Jose



Figura 15 - Medidor eletrônico da E.M. Prof
Maria Jose

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 18.220 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados das escolas municipais.

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 1.400 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 à 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 Senador Amaral, foi proposto uma redução de aproximadamente 55% 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.

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.



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	DE Potência (W)	PARA (LED) Potência (W)	Quantidade (UN)
Vapor de Mercúrio	100	42	12
	250	83	24
	400	110	10
Vapor de Sódio	70	42	41
	100	52	532
	150	52	8
	250	83	6
LED	15	42	38
	20	42	13
	50	42	6
	100	61	3
TOTAL			693

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, resultando no custo total de R\$ 923.371,68.

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 Senador Amaral possui aproximadamente 2.771 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\$ 1.669.555,21.

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



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 Senador Amaral, possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 101 kWp. A estimativa do orçamento⁴ considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos é R\$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R\$ 608.600,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Senador Amaral possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 85 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\$ 733.293,00.

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 Senador Amaral.

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\$ 923.371,68.	1.669.555,21.	R\$ 608.600,00.	R\$ 733.293,00.
Valor total estimado	R\$ 3.934.819,89			



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.

SENADOR JOSÉ BENTO

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.....	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.....	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	17
3.3.1. Luminárias:	17
3.3.2. Lâmpadas:.....	17
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	18
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	18



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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.....	19
4.2.1.	Relatório fotográfico amostral.....	20
4.3.	Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR.....	21
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 Senador José Bento/ 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 junho de 2022.

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

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	13 unidades consumidoras	322 pontos de IP
Consumo médio mensal	5.516 kWh	12.662 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,9147	B4A – R\$ 0,4599
Custo médio mensal com energia	R\$ 5.045,26	R\$ 5.822,73

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Senador José Bento, 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 Senador José Bento

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	13,75	93,75	112	101	10,50	3.721,55
	125	17,00	142,00	1	1	0,14	49,62
Vapor de Sódio	100	17,00	117,00	7	6	0,82	290,64
LED	100	0	118	118	106	13,92	152.945,01
	150	0	84	84	76	7,06	77.571,30
Total				322	290	32,44	234.578,12

*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, foram visitadas, analisadas e cadastradas 4 vias distintas, totalizando 50 pontos de luz m diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 7.

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 LED, localizado na Rua Engenheiro João Monteiro de Castro esquina com Rua Nossa Senhora das Graças



Figura 2 – Poste de concreto DT com luminária LED, localizado na Rua Adélio Madson esquina com Rua Nossa Senhora das Graças

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 Senador José Bento.

2.2.2.1. Lâmpadas

Em razão da substituição de todo o parque de iluminação pública já ter sido efetuada no município em abril 2021, não há registro de tipologias de lâmpadas de descarga e alta pressão.



Figura 3 – Placa instalada na Praça como um marco da conclusão da substituição das luminárias antigas por luminárias LED.

2.2.2.2. Luminárias

O parque encontra-se em sua totalidade, incluindo praças, equipado com luminárias LED, com refrator de vidro, com alojamento para equipamento (drive) incorporado e com tomada



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



integrada para relé foto controlador. Não foram identificadas luminárias abertas e fechadas durante o levantamento. Não foi feita aferição da qualidade da iluminação em horário noturno.

As figuras a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no parque.



Figura 4 – 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

As luminárias instaladas nos postes são comandadas de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada própria existente na luminária. Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas (praças) o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



2.2.2.4. Balastros

Não há registro de utilização de reatores visto que todo o parque de iluminação do município já se encontra com luminárias LED.

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 postes de Concreto DT e os braços tipo Médio, com medidas no padrão da concessionária CEMIG. Já nas vias menos importantes, foi identificada uma presença significativa de braços Curto, na medida padrão da concessionária CEMIG.

2.2.2.6. Postes

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

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 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 9,00 m para vias de rolamento e 1,70 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é predominantemente do tipo convencional (NUA) a rede de baixa tensão predominantemente do tipo rede convencional (NUA).

Os postes apresentam bom estado de conservação. O espaçamento entre postes não tem padrão definido com a média variando entre 30 m e 45 m.

O parque de iluminação pública do município de Senador José Bento é composto, à época do levantamento, 100% de luminárias LED.

(31) 3653-5193

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

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 do município de Senador José Bento. No extrato fornecido pela concessionária constam 202 luminárias LED (67% do total), dessa forma o município ainda não está sendo beneficiado pela efficientização já executada.

O parque de iluminação pública do município de Senador José Bento pode ser considerado padronizado, principalmente em relação à potência das luminárias instaladas, considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos, as potências das luminárias LED estão superdimensionadas considerando os critérios estabelecidos pela NBR 5101/18 em processo de revisão e consulta nacional.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Apesar de possuir um parque de iluminação padronizado, o município de Senador José Bento possui um sistema ineficaz. Através de uma inspeção visual nos principais corredores de trânsito da cidade foi possível verificar um alto índice de iluminância média (E_{med}). Observou-se níveis de iluminância muito acima dos valores mínimos recomendados pela norma NBR 5101/18. O excesso de iluminância provoca uma sensação de desconforto visual, além do desperdício de energia e gastos desnecessários com a fatura referente à iluminação pública.

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 36,00 m, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

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.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

Atualmente em Senador José Bento verifica-se que as luminárias já possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos instalados em 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

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se que atualmente apenas os braços Curto, Médio e Pesado são utilizados com padrão. Os braços do tipo médio representaram 43% do total encontrado durante o levantamento

Os braços estão dentro do padrão da concessionária e poderão ser aproveitados devido ao bom estado de conservação que os mesmos se encontram, conforme observado durante o levantamento de campo.

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

(31) 3653-5193

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



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 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 (Eneda)	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	3,60 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	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



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 e medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade e mínima (U)
	Gomes de Oliveira						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
	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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 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.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 7 – Mapa cadastral do município de Senador José Bento 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 Senador José Bento, 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 4 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 Senador José Bento

Cód.*	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	3003299729	AME112009057	Administração	Sede Municipal Senador Jose Bento	Pça Daniel Carvalho, 150 - Centro	Monofásico	595
2A	3003299736	AHT024001001	Educação	Escola Prof. Maria Fernanda Sjbento	Rua Tiradentes, 230 - Centro	Trifásico	779
3A	3011344356	ARC16006641	Educação	Cemel Olivia Cortes	R. Prof. Manoel Carrascosa, 387 - Centro	Bifásico	532
4A	3004836923	AGR831002310	Saúde	Ubs Senador José Bento	Rua Nossa Senhora Das Graças, 208	Trifásico	225
5B	3003299735	ARB08701802	Administração	Pátio Oficina Mec. Sen. Jose Bento	Rua Nossa Senhora Das Graças 320 - Centro	Trifásico	769
6B	3003299740	AEP842004505	Administração	Coreto Municipal Sem Jose Bento	Pça. Daniel De Carvalho 9999 - Centro	Bifásico	665
7B	3003358453	ABN902033419	Administração	Telefonia Rural Sen. Jose Bento	Est Serra Do Brejinho 59 - Área Rural/ Senador Jose Bento	Monofásico	141
8B	3003299739	AEP842004504	Administração	Telefonia Fixa Sen. Jose Bento	Pça. Daniel De Carvalho 9999 - Centro	Bifásico	248
9B	300317120	APH195005576	Administração	Cras Centro Sen. Jose Bento	Rua Primeiro De Março 116 - Centro	Bifásico	127
10B	3007573147	AHN878011566	Administração	Barracão Prefeitura Sen. Jose Bento	Rua Primeiro De Março 415 - Centro	Trifásico	56
11B	3005653119	APD167202721	Água E Esgoto	Poço Artesiano Água Parada Sjbento	Água Parada 99999 - Área Rural/ Senador Jose Bento	Bifásico	599
12B	3003299737	AGA8377000136	Água E Esgoto	Estação Tratam D'água Sen. Jose Bento	Pça. São Sebastiao 9999 - Centro	Trifásico	31
13B	3006575286	ARK183011146	Esporte/Lazer	Poliesportivo Sen. Jose Bento	Av Joaquim Pedro Moreira 71 - Centro	Trifásico	403



Cód. *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
14B	3011275356	APD100016538	Saúde	Farmácia De Minas Sen. Jose Bento	Rua Dr João Beraldo 71 - Centro	Bifásico	346
Total							5.516

*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\$ 0,9147 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 5.045,26 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

Foram identificadas aproximadamente 303 luminárias, agrupadas em 6 tipos, nas 04 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	192 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	64 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	21 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	20 unidades
LUM 5	Projektor LED	4 unidades
LUM 6	Porta lâmpada base E27/40 x2 lâmpadas	2 unidades
Total		303 unidades

3.3.2. Lâmpadas:

Foram identificadas também 386 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	156 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	26 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	26 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	60 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED tubular (120 cm)	102 unidades
LAMP 6	Lâmpada LED tubular (60 cm)	16 unidades
Total		386 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 Senador José Bento.



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 Senador José Bento, 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 Senador José Bento conclui em um total de 1.127 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 sobrepor, 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 38 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 5.116 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 960 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 64 kWp. O consumo energético remanescente (7.724 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com a instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução estimada de 39%.

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.).

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).



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)
3A	3011344356	ARC16006641	CEMEI Olívia Cortes	R. Prof. Manoel Carrascosa, 387	Trifásico	Cerâmico	1.560	13	10
2A	3003299736	AHT024001001	E.M. Prof. Maria Costa Ferreira	Rua Tiradentes, 230	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
4A	3004836923	AGR831002310	UBS Senador José Bento	Rua Nossa Senhora Das Graças, 208	Trifásico	Cerâmico	6.000	50,4	36
TOTAL							10.660	89,4	66

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir as figuras de 9 a 13 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 Senador José Bento.



Figura 9 – Telhado cerâmico da CEMEI Olívia Cortes



Figura 10 – Medidor eletrônico da CEMEI Olívia Cortes



Figura 11 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Prof. Maria da Costa Ferreira



Figura 12 – Padrão de entrada da Escola Municipal Prof. Maria da Costa Ferreira

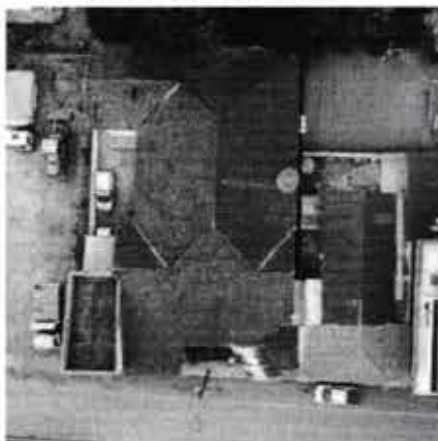


Figura 13 – Telhado de cerâmica da UBS Senador José Bento

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, especificadamente para o consumo de prédios de no mínimo de 10.660 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais e do 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.



**FÁBRICA 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 800 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 Senador José Bento, foi dimensionado uma redução de aproximadamente 39% 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 sugerida 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 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.



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	112
	125	52	1
Vapor de Sódio	100	52	7
LED	100	61	118
	150	110	84
Total			322

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, obteve-se um custo total de R\$429.041,39.

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 Senador José Bento possui aproximadamente 1.127 pontos de iluminação. Para o orçamento⁴ da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R\$ 602,51, obteve-se em um custo total de CAPEX equivalente a R\$ 679.028,77.

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 Senador José Bento possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 38 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\$ 227.800,00.

⁴ O detalhamento da Planilha de Quantidades de Referência será apresentado junto ao Caderno II – Estudos prévios de viabilidade.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Senador José Bento possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo remanescente da iluminação pública de aproximadamente 64 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\$ 424.810,10.

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 Senador José Bento.

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\$ 429.041,39	R\$ 679.028,77	R\$ 227.800,00	R\$ 424.810,10
Total	R\$ 1.760.680,26			

(31) 3653-5193

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

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.

TOCOS DO MOJI

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. 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	12
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. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	19



**FABRICA 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 amostral.....	21
4.3.	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.....	24

(31) 3653-5193

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



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 à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Tocos do Moji/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 junho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Tocos do Moji, encontrou-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	595 pontos de IP
Consumo médio mensal	9.385 kWh	25.017 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8502	B4A – R\$ 0,4584
Custo médio mensal com energia	R\$ 7.979,32	R\$ 11.468,54

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Tocos do Moji, 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 de Tocos do Moji

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	177	158	16,05	5.688,23
	125	13,85	138,85	46	43	6,44	2.282,09
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	66	59	5,61	1.990,07
	100	17,00	117,00	61	55	7,20	2.552,98
	150	22,00	172,00	22	20	3,81	1.349,68
	250	30,00	280,00	42	38	11,81	4.184,30
LED	100	0,00	100,00	151	136	15,26	5.409,79
	150	0,00	150,00	30	27	4,53	1.606,43
Total				595	536	70,71	25.063,58

*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 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 tipo duplo T com luminárias abertas com lâmpada vapor de mercúrio de 125 W, localizado na via Manoel Antônio de Almeida.



Figura 2 – Poste de do tipo concreto circular com luminárias aberta com lâmpada vapor de sódio de 100 W, localizado na via Vereador Ciro Ferreira de Alvarenga.

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 Tocos do Moji.

2.2.2.1. Lâmpadas

O parque de iluminação municipal está parcialmente efficientizado, aproximadamente 70% (417 pontos) já tem luminárias LED. Excetuando os pontos já efficientizados, o principal tipo de lâmpada instalada no município é a de Vapor de Sódio, com destaque para a lâmpada na potência de 70 W em um total aproximado de 66 pontos.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 66 pontos das luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro borosilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé foto controlador, representando um total de 11% das luminárias existentes.

(31) 3653-5193

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

As luminárias do tipo aberta representam 19% (113 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 foi identificado também que já houve eficientização parcial do município com aproximadamente 70% (416 pontos) são luminárias LED e que estão localizados, em vias de acesso (rodovia), vias centrais e no entorno da praça da Paróquia Nossa Senhora Aparecida 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 poli curvo.

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

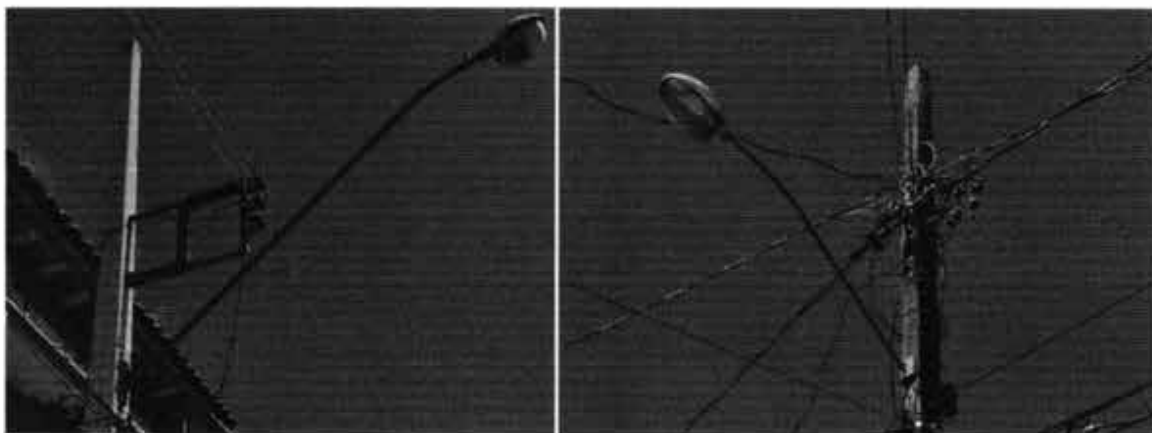


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

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

Todos os balastros existentes no parque de iluminação do município são do tipo externo. Embora as luminárias fechadas possuam alojamento para instalação do balastro, os mesmos estão instalados do lado de fora dos alojamentos, fixados no poste.

Esse arranjo justifica-se pela utilização de balastros maiores que o compartimento existente da luminária.

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 que aproximadamente 6% de braços são do Tipo Leve II. Esses braços foram retirados do padrão da distribuidora de energia CEMIG ainda na década de 1980. Atualmente apenas os braços curtos, médio e pesado são utilizados com padrão. Os braços do tipo médio representaram 70% dos encontrados durante o levantamento. Os braços que estão dentro do padrão da concessionária poderão ser aproveitados devido ao bom estado de conservação que os mesmos se encontram, conforme observado durante o levantamento de campo.

Os braços de iluminação das luminárias LED existentes no município são todos do tipo Médio.

2.2.2.6. Postes

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

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 distribuidora.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 8,00 m para vias de rolamento e 1,60 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 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 desatualizado e não reflete a realidade do parque de iluminação pública do município de Tocos do Moji. No extrato fornecido pela concessionária constam somente 180 luminárias LED, dessa forma o município ainda não está sendo beneficiado pela efficientização já executada.

Tendo em vista que 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. Critérios de projetos luminotécnicos

Ainda que com uma razoável padronização em seu parque de iluminação, em função de parte da efficientização já ter sido executado, o município de Tocos do Moji possui um sistema ineficaz. Uma rápida inspeção visual no período noturno 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

(31) 3653-5193

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



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.

Em relação às luminárias LED instaladas no município e considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos e 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, algumas das luminárias pesquisadas encontravam-se com o refrator em policarbonato 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.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

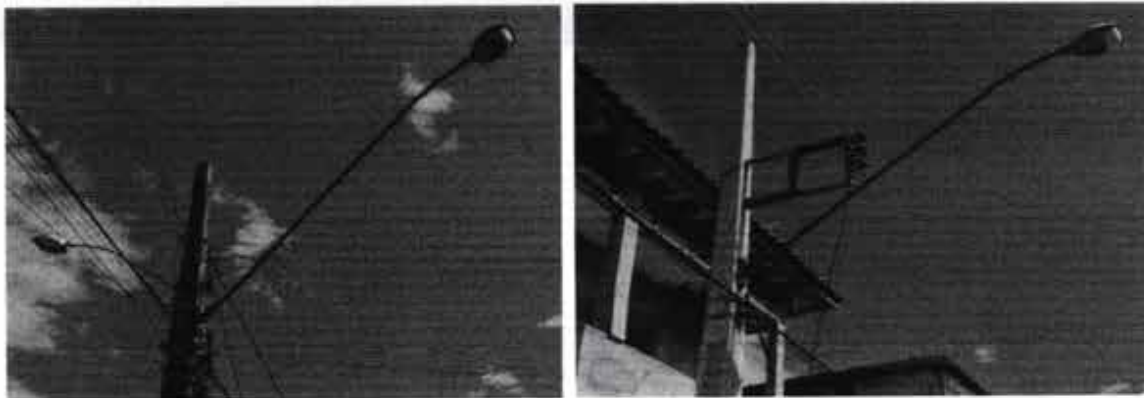


Figura 4 – Luminárias com refrator de policarbonato amarelado.

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

As luminárias pesquisadas estão devidamente etiquetadas, com a identificação de potência e tipo de equipamentos instalados, facilitando o processo de reconhecimento dos produtos instalados 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

(31) 3653-5193

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

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 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.



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

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 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	0,66	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

(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 e medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
	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	2,57 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	150 w	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	100 w	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	70 w	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	70 w	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	250 w	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	100 w	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	125 w	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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 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 – Concelção dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Concelção dos Ouros

Figura 6 – 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**

ENCENHARIA PARA CIDADÊS INTELIGENTES

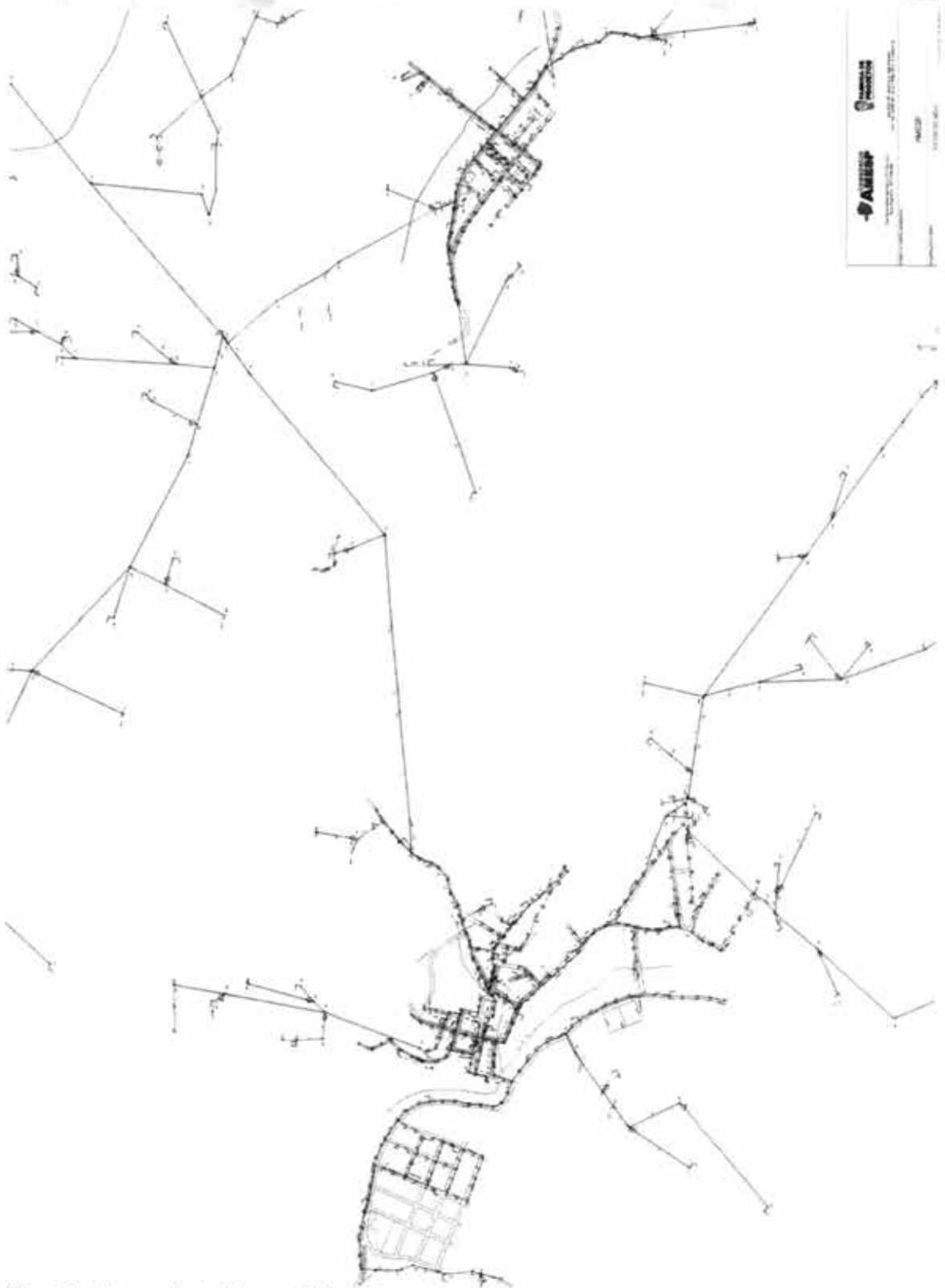


Figura 7 – Mapa cadastral do município de Tocos do Moji com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

(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 Tocos do Moji, 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 9 unidades consumidoras de diferentes secretarias, como a Secretaria de Educação, de Saúde, de 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 Tocos do Moji

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	3007613152	AME112009345	Administração	Quadra	Rua São Vicente De Paula, 14 - Fernandes.	Monofásico	99
2A	3006424378	AHT024000987	Administração	Sede Da Prefeitura	Rua Antônio Mariano Silva 999, - Centro.	Trifásico	82
3A	3005372944	APH203000319	Administração	Almoxarifado	Rua Jose T Cantuária, 299 - Centro.	Bifásico	34
4A	3007119287	AEA050023475	Educação	Creche Margarida Bernadina Rosa	Rua Geraldo Fabricio Da Rosa, 815 - Centro.	Bifásico	318
5A	3005887928	AHB996003455	Educação	E.M. De Pré A 4 Serie Manoel Rodrigues Machado.	Av. Joaquim M Silva, 151 - Centro.	Trifásico	55
6A	3003299243	APH195014195	Educação	E.M. Ambrosina M. Jesus	Est. Sertão De Bernardina, 1100.	Bifásico	54
7A	3003299252	APA076018725	Educação	E.M Benedito C Faria	Rua Nossa Senhora Aparecida, 80 - Fernandes.	Bifásico	42
8A	3004216528	BMH066000299	Esporte/Lazer	Ginásio /Campo	Av. Sebastião Bento Silva - Centro	Trifásico	512
9A	3007095046	APF176053601	Esporte/Lazer	Ginásio Poliesportivo	Est Sertão Da Bernardina 1120	Bifásico	331
10B	3011042782	APD100060738	Administração	P.m. Tocos Moji Cras R Miguel V Lima.	Rua Miguel Velga Lima 90	Bifásico	956
11B	3011042783	APD100060744	Administração	P.m. Tocos Moji Casi R Miguel V Lima.	Rua Miguel Velga Lima 100	Bifásico	807
12B	3004559194	AMH161219351	Administração	P.m. Tocos Moji Arquidiocese Pa	Rua Vereador José Felipe 71	Monofásico	485
13B	3006353470	ABG051070743	Administração	P.m. Tocos Moji Cemitério Municipal	Rua José T Cantuária 1	Monofásico	319
14B	3006232965	APF126035524	Administração	P.m. Tocos Moji Telefone Público	Est Pinhal Redondo 2220	Monofásico	307
15B	3007113579	AJJ077005327	Administração	P.m. Tocos Moji Receptor De Tv	Est Fernandes 540	Monofásico	136

(31) 3653-5193

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



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 de entrada	Consumo médio (kWh)
16B	3014332063	ARK191023542	Administração	Município De Tocos Do Moji	Av Sebastião Bento Silva	Trifásico	80
17B	3010082242	AEA02701695	Administração	P.m. Tocos Moji	Av Joaquim Salvador 770	Bifásico	68
18B	3005372945	APD126035567	Administração	P.m. Tocos Moji Destacamento Policial	Rua Antônio Mariano Silva 420 P.m.	Bifásico	44
19B	3007431503	AEA050024054	Administração	P.m. Tocos Moji	Rua José T Cantuária 299 1	Bifásico	30
20B	3004642242	ABN894050478	Administração	P.m. Tocos Moji	Rua Antônio Mariano Silva 19	Monofásico	23
21B	3007590836	AME112009341	Administração	P.m. Tocos Moji Correios	Pça Ivo Tomaz Cantuária 51 A	Monofásico	8
22B	3013491641	APD175080970	Água E Esgoto	Poço Artesiano Barro Bran	Sertão Da Bernardina Área Rural	Bifásico	231
23B	3011468882	ARD118013169	Água E Esgoto	P.m. Tocos Moji Est Tr Água Fernandes	Rua Sebastião Manoel De Almeida 235	Trifásico	174
24B	3014099385	APH195014036	Água E Esgoto	Captação De Água	Rua Antônio Mariano Silva 792	Bifásico	137
25B	3011378555	APD11823160	Água E Esgoto	P.m. Tocos Moji Est Tr Água Fernandes	Rua Dorvátia 223	Bifásico	79
26B	301092152	AME112022634	Educação	P.m. Tocos Moji Em Jose L Brandão	Est Pinhal Redondo 2220	Monofásico	-
27B	3006710012	ABP925045664	Educação	P.m. Tocos Moji Em P Freitas	Est Moji 1300	Monofásico	-
28B	3003299244	AME112009338	Educação	P.m. Tocos Moji Em Pça. Rib. Anchieta	Est Espirado 1200	Monofásico	-
29B	3003299246	ABP909000025	Educação	P.m. Tocos Moji Em Presidente Kenedy	Est Paredes 1280	Bifásico	-
30B	3003299238	AEP925014007	Esporte/Lazer	P.m. Tocos Moji Estádio Municipal	Est Fernandes 999	Bifásico	567
31B	3005529539	APJ206023636	Esporte/Lazer	P.m. Tocos Moji Quadra De Esportes	Rua Manoel Almeida 17	Trifásico	415
32B	3006045475	AEA019007302	Esporte/Lazer	P.m. Tocos Moji Quadra De Esportes	Av Sebastião Bento Silva 200	Bifásico	390
33B	3006735093	AHD043004596	Esporte/Lazer	P.m. Tocos Moji Quadra De Esportes	Av Sebastião Bento Silva 200	Trifásico	278
34B	3006600211	AAL708566217	Esporte/Lazer	Bar Poliesportivo	Av Sebastião Bento Silva 200	Monofásico	129
35B	3012922388	APD42001849	Esporte/Lazer	Campo De Futebol Bairro Espirado	Est Espirado 9999	Bifásico	58
36B	3012651788	APD159120235	Esporte/Lazer	Campo De Futebol - Sertão Bernardina	Rua Maria José Da Silva 999	Bifásico	53
37B	3013932308	APH187030427	Esporte/Lazer	Campo Bairro Moji	Bairro Moji 9999	Bifásico	42
38B	3014185492	AJK191005752	Esporte/Lazer	Campo Dos Paredes	Campo De Futebol Paredes 9999	Monofásico	33
39B	3005041509	APD159025232	Saúde	P.m. Tocos Moji Ubs	Pça Pedro Felipe Da Rosa 350	Bifásico	1.253
40B	3003433613	ABG044020949	Saúde	P.m. Tocos Moji Os Tiju Preto	Estrada Tocos Moji X Pinhal Redondo 999	Monofásico	753
Total							9.385

*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\$ 0,8502 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 7.979,32 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 803 luminárias agrupadas em 9 tipos, nas 09 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	116 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	107 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	81 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	21 unidades
LUM 5	Refletor	183 unidades
LUM 6	Projeto LED	92 unidades
LUM 7	Luminária de Iluminação pública convencional	0 unidades
LUM 8	Luminária highbay	12 unidades
LUM 9	Luminária de sobrepor retangular x3 lâmpadas (120 cm)	54 unidades
Total		803 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 1.418 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	137
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	162
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	924
LAMP 4	Vapor metálico de 200 W	174
LAMP 5	Vapor metálico de 400 W	11
LAMP 6	Vapor de sódio de 400 W	10
Total		1.418 unidades

3.3.3. 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 Tocos do Moji, 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 Tocos do Moji conclui em um total de 2.717 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 sobrepor, 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 de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 61 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 9.385 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 2.090 kWh.

Para a demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com

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).



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



potência total de 100kWp. O consumo energético remanescente (12.008 kWp) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução estimada de 52%.

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 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	3007119287	AEA050023475	Creche Margarida Bernardina Rosa	Rua Geraldo Fabricio Rosa 999	Bifásica	Cerâmico	3.100	26	20
6A	3003299243	APH195014195	E.M. Ambrosina M. Jesus	Est Sertão Bernardina 1100	Bifásica	Cerâmico	1.560	13	10
7A	3003299252	APA076018725	E.M. Benedito C Faria	R. Sra. Aparecida 80	Bifásica	Cerâmico	1.560	13	10
5A	3005887928	AHB996003455	E.M. Manoel Rodrigues Machado	Av Joaquim M Silva 15	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
TOTAL							9.320	78	60

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir, as figuras de 8 a 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 Tocos do Moji.

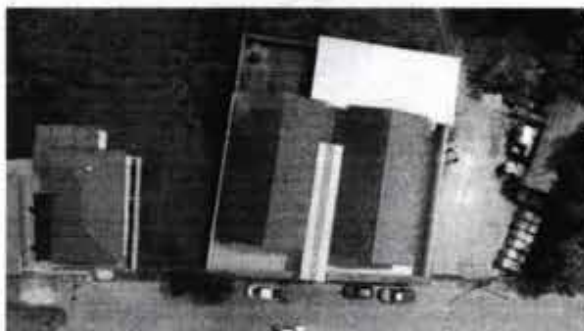


Figura 8 – Telhado cerâmico da Creche Margarida Bernadina Rosa



Figura 9 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Ambrosina M. Jesus



Figura 10 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Benedito C Faria

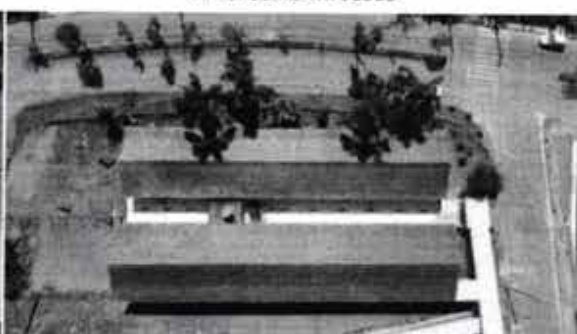


Figura 11 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Manoel Rodrigues Machado

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 9.320 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais.

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 1.300 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 Toco do Moji, foi dimensionada uma redução de aproximadamente 52% 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.

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	175
	125	52	46
	80	42	2
Vapor de Sódio	70	42	66
	100	52	61
	150	52	22
	250	118	42
LED	100	67	150
	150	118	30
	100	67	1
Total			595

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.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 792.793,87.

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 Tocos do Moji possui aproximadamente 2.717 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\$ 1.637.019,67.

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

Estima-se que o município de Tocos do Moji possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 61 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 é igual a R\$ 364.750,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Tocos do Moji possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 100 kWp. A estimativa de orçamento⁴ 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 é igual a R\$ 660.448,80.

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

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Toco do Moji.

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\$ 792.793,87	R\$ 1.637.019,67	R\$ 364.750,00	R\$ 660.448,80
Total	R\$ 3.455.012,34			



CO
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.

TURVOLÂNDIA

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



**FABRICA 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	7
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.....	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	17
3.3.1. Luminárias	17
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

(31) 3653-5193

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



**FABRICA 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 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

(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 à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Turvolândia/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 Turvolândia, encontraram-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	27 unidades consumidoras	759 pontos de IP
Consumo médio mensal	4.290 kWh	23.829 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8492	B4A – R\$ 0,4631
Custo médio mensal com energia	R\$ 3.643,07	R\$ 11.035,83

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Turvolândia, 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 Turvolândia

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	9,6	89,6	48	48	4,36	1.544,48
	125	13,75	138,75	35	35	4,90	1.737,43
Vapor de Sódio	70	14	84	29	29	2,47	877,15
	100	17	117	150	150	17,73	6.284,10
	250	30	280	30	30	8,44	2.990,00
LED	50	0	50	320	320	16,38	5.807,04
	60	0	60	4	4	0,24	86,77
	70	0	70	21	21	1,50	529,95
	90	0	90	119	119	10,85	3.846,59
	100	0	100	1	1	0,10	35,87
	125	0	125	2	2	0,25	89,46
Total				759	759	67,23	23.828,84

* 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 6 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 circular com luminária LED 90 W, localizado na Rua Camilo C. de Melo.



Figura 2 – Poste de concreto circular com luminária LED (potência desconhecida), localizado na Rua Camilo C. de Melo.

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 Turvolândia.

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 convencionais (abertas e fechadas) durante o levantamento.

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

As figuras a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no parque.

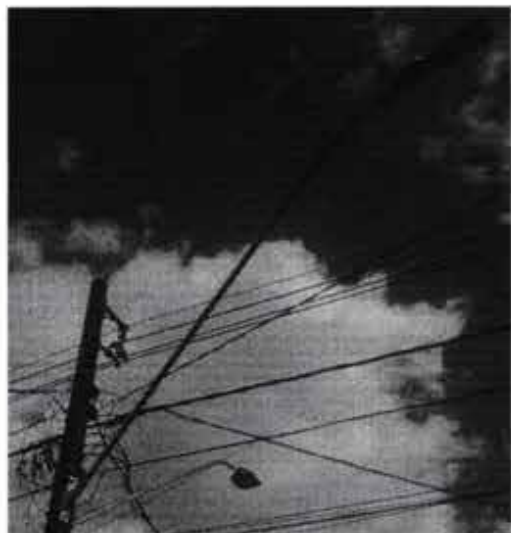


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

Todos os 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

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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, distribuidora local.

Nas vias afastadas da área central e vias mais periféricas, foi identificada uma presença significativa de braços fora de padrão do tipo leve I.

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 concreto tipo DT.

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

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 7,00 m para vias de rolamento e 2,00 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 observados em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pela Distribuidora, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está desatualizado e não reflete as condições atuais do parque de IP do município de Turvolândia. Isso ocorre uma vez que as lâmpadas de vapor de alta pressão de sódio e mercúrio representam 38% do total de pontos cadastrados na CEMIG, conforme apresentado na

(31) 3653-5193

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

Tabela 2, enquanto na realidade, o município já possui 100% dos pontos substituídos por luminárias LED.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Considerando que não há padronização em seu parque de iluminação, o município de Turvolândia possui um sistema ineficaz. Uma inspeção visual nos principais corredores de trânsito da cidade sugere que os índices de iluminância média (E_{med}) podem estar acima dos recomendados por norma. Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificou-se níveis de iluminância ainda maiores que os valores mínimos recomendados por norma.

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 e espaçamento inadequado entre pontos de luminárias.

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.

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.

Pode-se concluir que existia 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 e ainda, não há definição de parâmetros para a manutenção preventiva, de modo a ter um parque de iluminação mais eficiente e com menor índice de manutenção corretiva.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

Atualmente em Turvolândia verifica-se que aproximadamente 29% (220 pontos) das luminárias não possuem a etiqueta de identificação, dificultando o processo de identificação da 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

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.

(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 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 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 (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	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

(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	Classificação	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
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	5,00 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	15,10 lux	0,56	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	4,87 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	V5	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

(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	Braco	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
	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	25,40 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.

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



FABRICA 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 Correa – Concelção dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Concelção 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

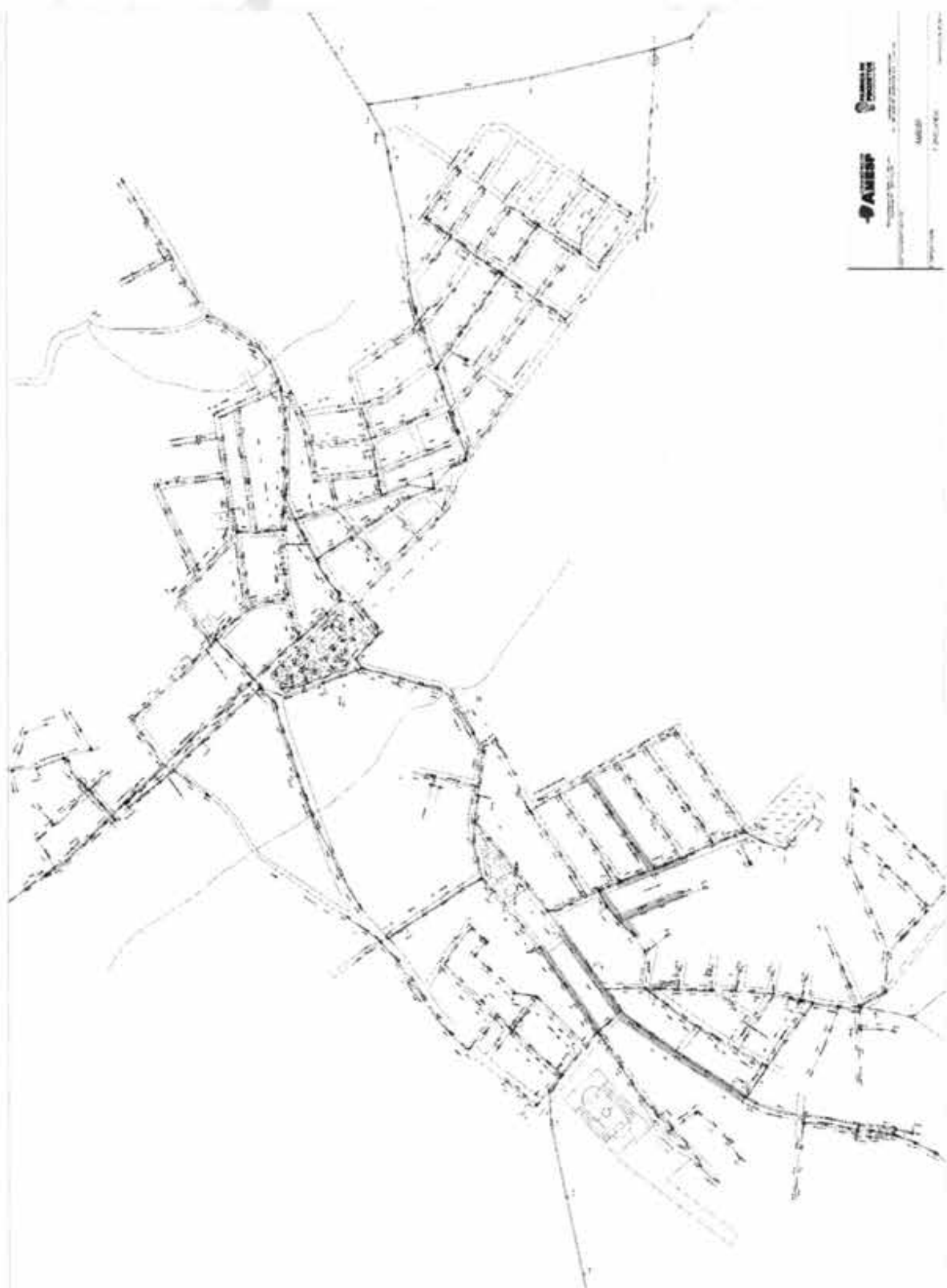


Figura 6 – Mapa cadastral do município de Turvolândia com destaque para as vias visitadas durante a etapa de levantamento de campo

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENCENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 Turvolândia, 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 consumidoras de diferentes secretarias, como a Secretaria de Educação, de Saúde, de 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 Turvolândia

Cód.	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	3003299911	ARC123048640	Administração	Pref. Mun. De Turvolândia	Rua Dom Otávio, 240.	Trifásico	673
2A	3003299913	AMI149023611	Administração	Conselho Tutelar	Rua Coronel Quincas Martins, 47.	Monofásico	99
3A	3003299915	CAA186200536	Administração	Cras - Pref. Jesus Sebastião Lima	Rua João Olímpio Domingues, 1.	Trifásico	347
4A	3006503980	AHP891009894	Educação	Esc. Mun. Padre Chiquito	Rua Otávio M. Carvalho, 104.	Trifásico	206
5A	3013079758	ARC180006752	Esporte/lazer	Estádio Mun. Ogenaro B. Filho.	Rua Osvaldo Braga Domingues	Trifásico	366
6B	3005284185	ARC123047693	Administração	Banco Itaú	Pça. Dom Otavio 240 No 01	Monofásico	83
7B	3012315939	AMI149023612	Administração	Biblioteca Municipal	Rua Coronel Quincas Martins 47	Monofásico	52
8B	3011875633	APD167051519	Administração	Velório Municipal	Rua Demerval Garcia 336 Pref.	Bifásico	47
9B	3014083959	AMJ180047304	Administração	Iluminação Praça Joaquim B De Brito	Pça. Joaquim Balbino De Brito 26	Monofásico	19
10B	3005598582	APA076011885	Administração	Cemitério	Rua Demerval Garcia 1 Cm No 02	Bifásico	18
11B	3014792200	APJ214092588	Administração	Município De Turvolandia	Rua Vereador Joaquim Garcia Domingues 147	Bifásico	14
12B	3003299917	ARB087016630	Administração	Emater	Rua Camilo G De Melo 1	Trifásico	13
13B	3014204647	APG192021060	Administração	Prefeitura De Turvolandia	Rua Vereador Joaquim Garcia Domingues 229	Bifásico	5
14B	3014776991	APJ214068089	Administração	Município De Turvolandia	Av Retiro Do Sapucaí 79	Bifásico	4

(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)
15B	3003299920	ADB707049029	Água e esgoto	Captação De Água	Rua Joao Braz 95 Bg	Bifásico	551
16B	3005502738	AEA050030120	Água e esgoto	Captação De Água	Rua Catanduvas Rz 02-96 1 Bg	Bifásico	546
17B	3004199049	AHP909002529	Água e esgoto	Sanitário Publica	Pça. Dom Otavio 1	Trifásico	189
18B	3005372942	AJC701005763	Água e esgoto	Usina Reciclagem De Lixo	Rua Ildefonso V Carvalho 12	Monofásico	175
19B	3005289151	AMM214074711	Água e esgoto	Captação De Água	Rua Catanduvas Rz 02-96 16 Bg	Monofásico	1
20B	3003299928	AMJ164019457	Educação	Em Joaquim B De Lima	Rua Pires 6004 Ei	Monofásico	10
21B	3003299919	ABN951101752	Educação	P.M. Turvolandia Em Terezinha G D Sil.	Rua Joao Tuta 984 Ei	Monofásico	10
22B	3012389640	APD159004790	Esporte/lazer	Quadra Esportes Praça Lucas Kennedy	Pça. Lucas Kennedy Batista Rodrigues 129	Bifásico	244
23B	3003299925	AEP875000768	Esporte/lazer	Quadra Da Esia	Rua Jovino Teodoro Martins 37 Qd	Bifásico	226
24B	3006388416	AFD969036960	Esporte/lazer	Quadra Poliesportiva	Rua Jovino Teodoro Martins 85 Qd	Bifásico	187
25B	3003479463	APC149004956	Esporte/lazer	Campo De Futebol	Rua Arthur Oscar De Melo 289 Cf	Bifásico	102
26B	3007613481	AHU068004190	Esporte/lazer	Palco	Pça. Dom Otavio 22	Trifásico	48
27B	3010780888	AJJ099003493	Saúde	Posto De Saúde P.m. De Turvolandia.	Sitio Borges 390836	Monofásico	56
Total							4.290

*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\$ 0,8492 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 3.643,07 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 394 luminárias, agrupadas em 10 tipos, nas 05 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantamento
LUM 1	Porta lâmpada base E-27/40	227 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 (120 cm)	9 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x4 (120 cm)	1 unidade
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x2 (60 cm)	1 unidade
LUM 5	Luminária de sobrepor retangular x1 (120 cm)	26 unidades
LUM 6	Arandela	23 unidades



Item	Tipo	Quantidade levantamento
LUM 7	Refletor	44 unidades
LUM 8	Projektor LED	53 unidades
LUM 9	Luminária de Iluminação Pública	4 unidades
LUM 10	Luminária de iluminação Pública ornamental	6 unidades
Total		394 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 328 lâmpadas, conforme tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantamento
LAMP 1	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	22 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	2 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente compacta	137 unidades
LAMP 4	Lâmpada mista	4 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED bulbo	119 unidades
LAMP 6	Vapor metálico de 400 W	8 unidades
LAMP 7	Vapor metálico de 200 W	36 unidades
Total		328 unidades

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

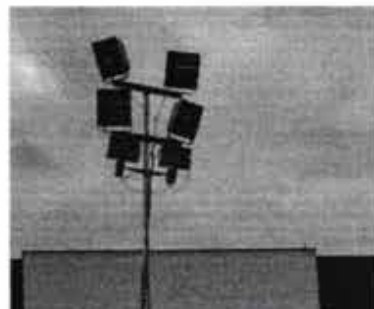
As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Turvolândia.



LUM 1 - Porta lâmpada base E27/40
Local: Conselho Tutelar



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular para 2 lâmpadas fluorescentes de 40 W (120 cm)
Local: Prefeitura Municipal de Turvolândia,



LUM 7 - Refletor
Local: Estádio Ogenaro Brigagão Filho, partes laterais do campo.

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

corredor



LUM 8 – Projetor LED

Local: Centro de Referência de Assistência Social –
CRAS, fachada frontal e lado externo

Figura 7 – 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 Turvolândia com o 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 Turvolândia conclui em um total de 1.024 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.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 lâmpada de vapor metálico. Identificou-se também um significativo uso de lâmpadas LED bulbo, 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 o 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 de demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 23 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 4.290 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 1.520 kWh.

Para a compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 113 kWp. O consumo energético remanescente (13.583 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 43%.

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).



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 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	3006503980	AHP891009894	Esc. Municipal Padre Chiquito.	Rua Otavio Mart Carvalho 104	Trifásico	Cerâmico	4.020	33	24
Total							4.020	33	24

4.2.1. Relatório fotográfico

A seguir, as figuras de 8 a 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 Turvolândia.



Figura 8 – Telhado cerâmico da E.M. Padre Chiquito.



Figura 9 – Medidor da E.M. Padre Chiquito.



Figura 10 – Padrão de entrada da E. M. Padre Chiquito



Figura 11 – Disjuntor do prédio da E.M. Padre Chiquito.

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 4.020 kWh/ mês com a instalação dos módulos solares no telhado da Escola Municipal Padre Chiquito.

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 deste local.

Para compensação de energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 1.400 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 à 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 Turvolândia, foi proposto uma redução de aproximadamente 43% 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 sugerida 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 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	52	35
Vapor de Sódio	70	42	29
	100	52	150
	250	83	30
LED	50	42	320
	60	52	4
	70	52	21
	90	61	119
	100	61	1
	125	110	2
Total			759

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 à antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente.



Através deste anteprojeto, para estimativa do orçamento⁴ na 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\$ 1.011.311,84.

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 Turvolândia possua aproximadamente 1.024 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\$ 616.970,24.

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 Turvolândia possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 23 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 estimando para este município é igual a R\$ 138.500,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Turvolândia possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 113 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 é igual a R\$ 747.039,15.

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 Turvolândia.

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\$ 1.011.311,84	R\$ 616.970,24	R\$ 138.500,00	R\$ 747.039,15
Total	R\$ 2.513.821,23			