



CONSÓR
AMESP

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS
DA MICRORREGIÃO DO
MÉDIO SAPUCAÍ

APÊNDICE A

CADERNO DE DIAGNÓSTICOS DE ENGENHARIA.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

1. Andradas	3
2. Bandeira do Sul	24
3. Borda da Mata	47
4. Bueno Brandão	72
5. Cachoeira de Minas	96
6. Camanducaia	121
7. Campestre	150
8. Carmo da Cachoeira	176
9. Conceição dos Ouros	201
10. Congonhal	225
11. Espírito Santo do Dourado	248
12. Estiva	271
13. Inconfidentes	295
14. Ipuina	320
15. Jacutinga	345
16. Monte Sião	374
17. Natércia	401
18. Paraisópolis	425
19. Poço Fundo	450
20. Santa Rita do Sapucaí	476
21. São Bento Abade	505
22. São João da Mata	530
23. São Sebastião da Bela Vista	557
24. Senador Amaral	582
25. Senador José Bento	607
26. Tocos do Moji	631
27. Turvolândia	656



CONSORCIO
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.

ANDRADAS

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

11/2014
11/2014
Belo Horizonte



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

Sumário

1. Introdução	3
2. Iluminação pública	3
2.1. Introdução	3
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município	3
2.2. Levantamento do sistema de IP existente	4
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública	4
2.4. Medições luminotécnicas	5
2.4.1. Malha para verificação detalhada	5
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	5
2.4.3. Resultados	5
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	9
3.1. Introdução	9
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados	9
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	11
3.3.1. Luminárias	11
3.3.2. Lâmpadas	11
3.3.3. Relatório fotográfico - lâmpadas e luminárias	12
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	13
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos	13
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR	14
4.1. Introdução	14
4.2. Capacidade estimada	14
4.2.1. Relatório fotográfico amostral	15
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR	16
5. Orçamentos - CAPEX	17
5.1. Iluminação pública	17
5.2. Iluminação dos prédios públicos	18
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	18
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	19
5.5. Resumo do CAPEX	19



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 Andradas/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 Andradas, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	30 unidades consumidoras	5.008 pontos de IP
Consumo médio mensal	36.187 kWh	289.351 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8314	B4A – R\$ 0,45843
Custo médio mensal com energia	R\$ 30.084,14	R\$ 132.646,39

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Andradas, 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.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Andradadas

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	186	167	16,87	5.969,39
	125	13,75	138,75	1.155	1.040	161,50	57.159,37
	250	25,00	275,00	109	98	30,09	10.650,42
	400	36,00	436,00	1	1	0,44	154,69
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	237	213	20,16	7.136,43
	100	17,00	117,00	1.115	1.004	131,78	46.639,29
	150	22,00	172,00	1.494	1.345	258,59	91.529,41
	250	30,00	280,00	604	544	169,77	60.085,82
	350	36,00	386,00	1	1	0,39	137,00
	400	38,00	438,00	42	38	18,44	6.526,77
Vapor Metálico	150	22,00	172,00	28	25	4,85	1.715,18
	400	38,00	438,00	3	3	1,32	466,20
LED	100	0,00	100,00	33	30	3,34	1.180,55
Total				5.008	4.509	817,54	289.350,52

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

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

Conforme informado pela prefeitura e constatado no levantamento de campo, o parque de iluminação pública do município de Andradadas já está em processo de troca para luminárias com tecnologia LED.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

Apesar do município já ter dado início a obra de troca da iluminação pública para tecnologia LED, percebe-se que o cadastro na Distribuidora se encontra desatualizado, uma vez que as luminárias LED representam menos de 1% do total de pontos de IP, conforme apresentado anteriormente na Tabela 2.

Ressalta-se que o presente anteprojeto tomou como base os dados de consumo, gastos e arrecadação fornecidos pela Distribuidora no mês de julho de 2022.

Embora o diagnóstico tenha constatado a utilização de tecnologia LED na iluminação pública, este anteprojeto apresenta possibilidades reais de ganho de eficiência energética e padronização para utilização da mesma tecnologia LED, porém mais avançada.

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 1 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.



Figura 1 – 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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 (E _{med})	Uniformidade mínima (U _{med})
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,86	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,85	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	3,35 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	35 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	2,57 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	35 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	12,57 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

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braco	Posteação	Espac. o entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Class. e	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,26 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
Inconfidência	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	29,33 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	28 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	0,37	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

(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 2 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 2 – Registro fotográfico de algumas vias visitadas durante o período noturno.

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios públicos de Andradas, 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 (dezembro de 2018 a dezembro de 2019).



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

Cód. *	Nº do medidor	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	BAG1720002695	3003299982	Administração	Sede Da Prefeitura	Pça. Vinte E Dois De fevereiro - Centro	Trifásico	4.729
2A	AHU902001213	3003299988	Administração	Almoxarifado	R. Argemiro Pereira De Oliveira - Horto Florestal	Trifásico	5.626
3A	AHT990004082	3005678330	Educação	Escola Municipal Floriza Maniassi	R. Argemiro P. De Oliveira - Horto Florestal	Trifásico	773
4A	AHO708000023	3004970873	Educação	Grupo Escolar José Bonifácio	Rua Major Bonifácio 190 - Centro	Trifásico	1.416
5A	BMP871001746	3003299969	Educação	Creche Pingo De Luz	R. Policarpo Ribeiro, 77 - Horto Florestal	Trifásico	754
6A	AHB053000718	3003299990	Educação	Escola Caracolzinho	R. Argemiro P., De Oliveira - Horto Florestal	Trifásico	810
7A	BAC129005937	3003299965	Esporte/ Lazer	Ginásio Poliesportivo	R. Joaquim Bastos	Trifásico	3.003
8A	BKC7980000193	3001575983	Esporte/ Lazer	Centro Esportivo Comunitário - Benedito Andrade Filho	R. João Fernandes Lobo, 208 - Alto Alegre	Trifásico	5.400
9A	ARC123014522	3011392556	Saúde	Posto De Saúde Horto	R. Argemiro Pereira De Oliveira - Vila Buzato	Trifásico	1.364
10B	AHN878012417	3010246766	Administração	Psf Jd Mantiqueira II Andradadas	Rua Dannyel De Oliveira De Paula 129 - Jardim Mantiqueira II	Trifásico	847
11B	BAB075002026	3007732551	Educação	Creche Ermelinda Casceli Andradadas	Rua São José 391 - Vila Santa Rita	Bifásico	1.178
12B	AHW958003195	3004947592	Educação	Escola Jose Luiz Sasseron Andradadas	Rua João G Lopes 213 - Jardim Primavera	Trifásico	946
13B	AHN969001043	3003672145	Educação	Escola Paulo A Drumond Andradadas	Av Solon Ribeiro 188 - Vila Caracol	Trifásico	774
14B	ARC099011394	3003300006	Educação	Escola E Adolfo Marques Andradadas	Rua Um 800 - Campestrinho	Trifásico	673
15B	AJE062042250	3003299991	Educação	Escola E Daura Dagmar Andradadas	Rd Vargem Do Rigoni 89 - Vargem Do Rigoni	Monofásico	752
16B	AJE47008535	3006760775	Educação	Escola Mun. B Gonçalves Andradadas	Est Gonçalves 2010 - Área Rural	Monofásico	548
17B	APD167057445	3013045649	Educação	Creche Proinfancia Jardim Mirante	Rua Seis 218 - Jardim Mirante	Bifásico	743
18B	AJE062042248	3005727155	Educação	Escola Mun. Rural São Jose Andradadas	Est Rochela 275 - Área Rural	Monofásico	492
19B	AHB046001977	3006637872	Educação	Escola Fca V Peçanha Andradadas	Rua Albertina Sn - Graminea	Trifásico	404
20B	APA084018301	3000318344	Educação	Creche Pingo De Luz I Extensão	Rua Coronel Oliveira 372 - Centro	Bifásico	331
21B	BO7367833	22179	Educação	Escola Joscelem Jose De Andrade	Rua Vereador Dias 0 - São João Da Boa Vista	Bifásico	284
22B	AFG044002720	3006642337	Educação	Escola Mun. B Macuco Andradadas	Rd Campestrinho 765 - Campestrinho	Bifásico	54
23B	AHP9250009681	3003299987	Esporte/ Lazer	Estádio Mun. 7 de setembro Andradadas	Av Antônio Gonçalves 178 - Sete De Setembro	Trifásico	784
24B	AHP891002420	3003299975	Saúde	Posto Saúde Central Andradadas	Rua Tiradentes 55 - Alto Alegre	Trifásico	1.415
25B	AHB079000052	3010078188	Saúde	Posto Saúde Jd Rio Negro Andradadas	Rua Dos Ribeiros 9999 - Jardim Rio Negro	Trifásico	842
26B	AHB053000709	3003300003	Saúde	Posto Saúde Campestrinho Andradadas	Rua onze 810 - Campestrinho	Trifásico	826
27B	ARC149007610	3003299999	Saúde	Posto Saúde Graminea Andradadas	Rua Manuel Caldas 140 - Graminea	Trifásico	210
28B	3T4592352	3949	Saúde	Unidade Básica De Saúde	Bro Óleo 1597 - São João Da Boa Vista	Trifásico	152
29B	AEU936009015	3003979692	Saúde	Posto Saúde Da Barra	Est Barra 775 - Barra	Bifásico	48

(31) 3653-5193

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

Cód. *	Nº do medidor	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
				Andradas			
30B	AE867005284	3005502739	Saúde	Horto Florestal Uapaa Andradas	Av Marginal 99999 - Horto Florestal	Bifásico	9
Total							36.187

*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\$ 0,8314 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 30.084,14 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 867 luminárias, agrupadas em 13 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	136 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	444 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x4 lâmpadas (120 cm)	38 unidades
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	13 unidades
LUM 5	Luminária tipo arandela	14 unidades
LUM 6	Refletor	71 unidades
LUM 7	Projeto LED	28 unidades
LUM 8	Luminária de sobrepor retangular LED	4 unidades
LUM 9	Luminária highbay	18 unidades
LUM 10	Luminária de iluminação pública convencional	14 unidades
LUM 11	Luminária de sobrepor retangular hermética (120 cm)	10 unidades
LUM 12	Luminária de iluminação pública ornamental (Globo)	16 unidades
LUM 13	Luminária de sobrepor retangular x1 lâmpada (120 cm)	61 unidades
Total		867 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 1.374 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	89 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	600 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	70 unidades
LAMP 4	Lâmpada Incandescente	5 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED bulbo	82 unidades
LAMP 6	Lâmpada LED tubular (120 cm)	438 unidades
LAMP 7	Lâmpada LED tubular (60 cm)	13 unidades
LAMP 8	Lâmpada mista	6 unidades
LAMP 9	Vapor mercúrio de 250 W	71 unidades
Total		1.374 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 Andradas.



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: E.M. FLORIZA M TREVI



LUM 2 - Luminária de sobrepor
retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: POSTO DE SAUDE IRMA
MARIA



LUM 6 - Refletor
Local: Área de Lazer Piscina



LUM 12 – Luminária de iluminação
pública ornamental (Globo)
Local: Prefeitura



LUM 10 - Luminária de iluminação pública convencional
Local: Ginásio Poliesportivo



LUM 13 - Luminária de sobrepor
retangular x1 lâmpada (120 cm)
Local: Creche Pingo De Luz



Figura 3 – 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 Andradas, 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 Andradas conclui em um total de 3.867 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

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

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

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

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

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

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

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

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 281 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 36.187 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 2.440 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 844 kWp. O consumo energético remanescente (101.273 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 65%.

4.2. Capacidade estimada

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

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

Cód.	Nº do Medidor	Nº da Instalação CEMIG	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
SA	BMP871001746	3003299969	Creche Pingo De Luz	R. Policarpo Ribeiro, 77 - Horto Florestal	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
4A	AHO708000023	3004970873	Grupo Escolar José Bonifácio	Rua Major Bonifácio 190 - Centro	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
6A	AHB053000718	3003299990	Escola Municipal Caracolzinho	R. Argemiro P., De Oliveira - Horto Florestal	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20

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).

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)
9A	ARC123014522	3011392556	Posto de Saúde Irmã Maria	R. Argemiro Pereira De Oliveira - Vila Buzato	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
TOTAL							12.400	104	100

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir, as figuras de 4 a 10 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 Andradadas.



Figura 4 – Telhado cerâmico da Creche Pingo de luz



Figura 5 – Padrão de entrada Creche Pingo De Luz



Figura 6 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Bonifácio



Figura 7 – Padrão de entrada da Escola Municipal Bonifácio



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

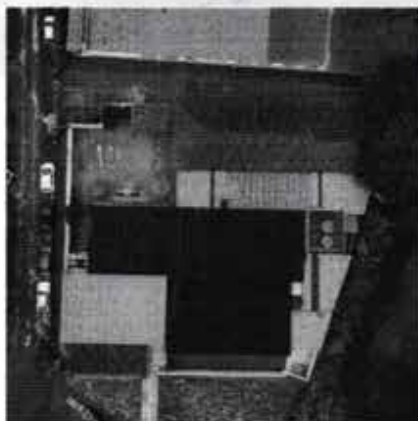


Figura 8 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Caracolzinho



Figura 9 – Padrão de entrada da Escola Municipal Caracolzinho



Figura 10 – Telhado cerâmico do Posto de Saúde Irmã Maria

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 12.400 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 Creche Pingo de Luz, E.M. Bonifácio 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.

(31) 3653-5193

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

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 10.900 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 Andradas, foi proposto uma redução de aproximadamente 65% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 8.

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

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

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	186
	125	52	1.155
	250	61	109
	400	110	1
Vapor de Sódio	70	42	237

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

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

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
	100	52	1.115
	150	52	1.494
	250	83	604
	350	83	1
	400	150	42
Multi Vapor Metálico	150	52	28
	400	110	3
LED	100	61	33
TOTAL			5.008

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento⁴ na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R\$ 1.332,543, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 6.672.792,75.

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 Andradas possui aproximadamente 3.867 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\$ 2.329.906,17.

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 Andradas possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 281 kWp. A estimativa do orçamento⁴ considerada para a construção das usinas para

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

atendimento aos prédios públicos, é de R\$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R\$ 1.687.350,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Andradas possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 844 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\$ 5.570.006,75.

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 Andradas.

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\$ 6.672.792,75	R\$ 2.329.906,17	R\$ 1.687.350,00	R\$ 5.570.006,75
Valor total estimado	R\$ 16.260.055,67			



CONSÓRCIO
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.

BANDEIRA DO SUL

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	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 .	10
2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação.....	11
2.3.6. Braços e suportes.....	11
2.4. Medições luminotécnicas.....	11
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	11
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	11
2.4.3. Resultados	12
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	17
3.1. Introdução	17
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados	17
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	18
3.3.1. Luminárias	18

(31) 3653-5193

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



3.3.2.	Lâmpadas.....	18
3.3.3.	Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	19
3.3.4.	Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	19
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.	Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR	21
5.	Orçamentos – CAPEX.....	21
5.1.	Iluminação pública	21
5.2.	Iluminação dos prédios públicos.....	22
5.3.	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	22
5.4.	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	23
5.5.	Resumo do CAPEX.....	23

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 Bandeira do Sul/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 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 Bandeira do Sul, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição/ Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	6 unidades consumidoras	724 pontos de IP
Consumo médio mensal	8.672 kWh	29.342 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8415	B4A – R\$ 0,4631
Custo médio mensal com energia	R\$ 7.297,38	R\$ 13.589,04

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Bandeira do Sul, 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.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tabela 2 - Demonstrativa do parque de iluminação pública de Bandeira do Sul

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	75	68	6,80	2.409,12
	125	13,75	138,75	227	204	31,74	11.243,76
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	95	86	8,08	2.863,10
	100	17,00	117,00	262	236	30,94	10.958,80
LED	80	0,00	80,00	65	59	5,27	1.866,86
Total				724	653	82,83	29.341,64

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

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

Conforme informado pela prefeitura e constatado no levantamento de campo, o parque de iluminação pública do município de Bandeira do Sul já está em processo de troca para luminárias com tecnologia LED.

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, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 13 vias distintas, totalizando 80 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 8.

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

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 1 - Poste de concreto DT com luminárias LED 80 W, localizado na Rua João Botelho Muniz (Praça Nossa Senhora Aparecida)



Figura 2 – Postes de concreto DT com lâmpada vapor de mercúrio 125 W, localizado na Rua João Botelho Muniz esquina com Rua Manoel Cardoso de Carvalho

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé fotocontroladores/comandos, balastro, postes e braços/suportes) identificadas no município Bandeira do Sul.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instaladas na cidade são do tipo vapor de sódio, com destaque para as lâmpadas nas potências de 100 W seguidas pelas lâmpadas a vapor mercúrio de 125 W.

2.2.2.2. Luminárias

O parque composto por cerca de 357 pontos de luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé fotocontrolador, representando um total de 49% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam cerca de 41% (302 pontos) do total.

Além dessas iluminações, foram identificadas também luminárias ornamentais tipo bola em policarbonato leitoso instaladas em postes de aço ornamentais de 4,5 m, como pode ser verificado na Praça Nossa Senhora Aparecida.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também a existência de luminárias LED (aproximadamente 10% do total) em vias de acesso (rodovia), vias centrais e no entorno da Praça Nossa Senhora Aparecida.

O tipo mais frequente de refrator encontrado em levantamentos das cidades é fabricado em policarbonato. Também estão presentes no parque de iluminação do município, luminárias fechadas em vidro plano e policurvo.

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

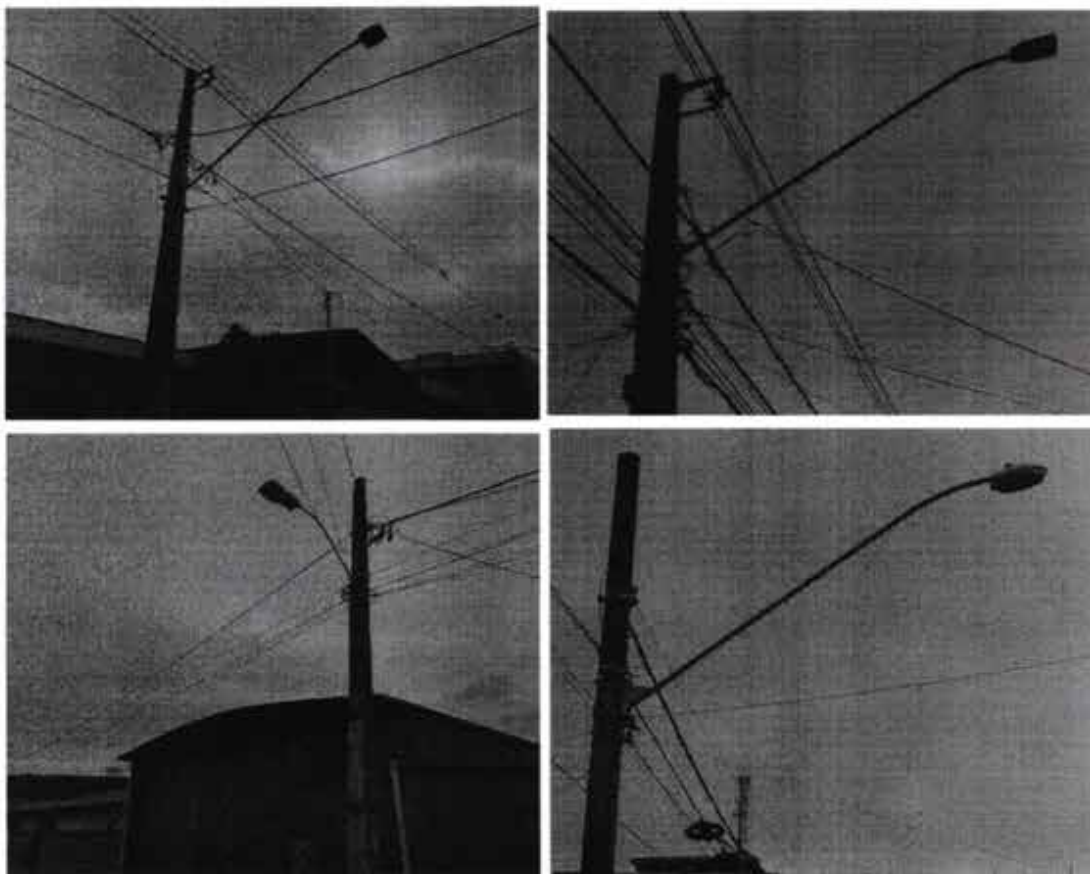


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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, 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 49% do parque (357 pontos) possuem balastros do tipo integrado. Os balastros do tipo externo formam a quantidade de 302 unidades.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e vias principais se destacam os braços tipo médio, representando cerca de 24% do total, com medidas no padrão da CEMIG, distribuidora local.

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 8% de braços tipo PA4, conforme apresentado na Figura 4. Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados como padrão.



Figura 4 – Braços tipo PA4 (fora de padrão) na Rua Salvador Flores esquina com Rua Benedito de Assis

2.2.2.6. Postes

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

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias da área urbana (região central) estão asfaltadas, 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 de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Identificou-se também durante a etapa de levantamento de campo rede de baixa tensão isolada, bem como rede convencional (NUA).

Como recorrente nos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem padrão definido, com a média variando entre 30 m e 45 m.

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

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

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

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 com certeza que as luminárias LED atualmente estão superdimensionadas, representando gastos desnecessários ao município e ruas iluminadas de maneira inadequada.

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

2.3.3. Refratores de policarbonato danificados

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



Figura 5 – Luminárias com refrator de policarbonato danificado ou faltando.

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.

(31) 3653-5193

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

2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

Foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos, fixadas nos postes. As plaquetas são de material adesivo com fundo cinza metálico e caracteres numéricos na cor preta.

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 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

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	0,88	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,89	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	V3	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Características do logradouro							Medição (luxímetro)			Requisito mínimo NBR 5101			
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braco	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
							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	1,40 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	1,40 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	12,97 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	0,68	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	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

(31) 3653-5193

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Características do logradouro							Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR 5101				
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braco	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classificação	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	25,80 lux	0,33	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,84	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	8,00 lux	0,87	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.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

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



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de
Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

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

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 8 – Mapa cadastral do município de Bandeira do Sul 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 Bandeira do Sul, 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 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). Importante destacar que não se teve acesso ao detalhamento das contas de todos os prédios públicos do município, mas obteve-se o consumo total mensal de 8.672 kWh.

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos visitados

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
1A	BKC707010127	3004622130	Esporte/Lazer	Estádio Municipal	Rua Salvador Flores, 312 - Aantos Reis	Trifásico	498
2A	BMP863004017	3011331821	Educação	Cemei Resid Rezende	Rua Jose Pedro Rezende - Residencial Rezende	Trifásico	520
3A	AHU027001332	3003300888	Esporte/Lazer	Ginásio Poliesportivo	Rua João Botelho Muniz, 93 - Centro	Monofásico	452
4A	APB087029475	3003300895	Educação	Escola Adelaide Muniz	Rua São Jose, 271 - Centro	Bifásico	749
5A	APD159079960	3012802715	Esporte/Lazer	Centro Lazer Tião Rosa	Rua Bertulina Garcia Da Silva, 33 - Cohab Chernoviz Bandeira Carvalho	Trifásico	3
6A	ARC123042982	3003300893	Saúde	Posto De Saúde Centro	Rua João Botelho Muniz, 83 - Centro	Trifásico	807
Total							3.029

*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\$ 0,8415 referente ao mês de julho de 2022 para classe

(31) 3653-5193

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

tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 7.297,38 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 702 luminárias, agrupadas em 9 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	408 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	41 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	14 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	42 unidades
LUM 5	Refletor	172 unidades
LUM 6	Projektor LED	9 unidades
LUM 7	Luminária highbay	4 unidades
LUM 8	Luminária de sobrepor retangular hermética (120 cm)	6 unidades
LUM 9	Luminária Plafon LED	6 unidades
Total		702 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 748 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	110 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	30 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	86 unidades
LAMP 4	Lâmpada Incandescente	55 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED bulbo	295 unidades
LAMP 6	Lâmpada mista	7 unidades
LAMP 7	Vapor de mercúrio de 250 W	21 unidades
LAMP 8	Vapor metálico de 400 W	134 unidades
LAMP 9	Vapor de sódio de 100 W	10 unidades
Total		748 unidades



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

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



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local:

LUM 5 – Refletor
Local: Centro de Lazer

LUM 3 – Luminária de sobrepor retangular x2
lâmpadas (120 cm)
Local E.M. Prof. Adelaide Mun.



LUM 4 – Luminária tipo arandela
Local: Ginásio Poliesportivo

LUM 9 – Luminária Plafon LED
Local: Cemei Luiz Carlos

LUM 2 – Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)
Local Cemei Luiz Carlos

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 Bandeira do Sul, com foco em fazer a composição de participação na ata de

(31) 3653-5193

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

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 Bandeira do Sul conclui em um total de 2.114 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

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

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

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

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

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

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

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

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 72 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 8.672 kWh

(31) 3653-5193

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

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 105 kWp. O consumo energético remanescente (12.617 kwh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançando conforme anteprojeto, redução de 57%.

4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

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

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Bandeira do Sul, foi dimensionada uma redução de aproximadamente 57% 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 instaladas¹, que por sua vez já estão depreciadas².

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	75
	125	52	227

¹ Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

² Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente a antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Sódio	70	42	95
	100	52	262
	350	83	0
LED	80	52	65
TOTAL			724

Através deste anteprojeto, para estimativa do orçamento³ na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R\$ 1.332,43, resultando no custo total de R\$ 964.676,91.

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 Bandeira do Sul possui aproximadamente 2.114 pontos de iluminação. Para o orçamento³ substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R\$ 602,51, sendo assim o custo total estimado para CAPEX é R\$ 1.273.706,14.

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 Bandeira do Sul, possui potência de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 72 kWp. Como estimativa de orçamento³ para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, considerou um custo por kWp de R\$ 6.000,00, resultando no custo estimado total de R\$ 433.600,00.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como

³ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.

poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Bandeira do Sul, possui potência uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo remanescente da iluminação pública de aproximadamente 105 kWp. A estimativa do orçamento³ 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\$ R\$ 693.938,30.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 8 a seguir apresenta um somatório 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 sistemas solares conectados à rede para o município de Bandeira do Sul.

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\$ 964.676,91.	R\$ 1.273.706,14	R\$ 433.600,00	R\$ 693.938,30
Total	R\$ 3.365.921,35			

CONSÓRCIO
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.

BORDA 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 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. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator ...	9
2.3.3. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação.....	9
2.3.4. Braços e suportes.....	9
2.4. Medições luminotécnicas.....	9
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	9
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	10
2.4.3. Resultados	10
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	16
3.1. Introdução	16
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados	16
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	18
3.3.1. Luminárias:	18
3.3.2. Lâmpadas.....	19
3.3.3. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	20
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	20
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR.....	21
4.1. Introdução	21

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



4.2.	Capacidade estimada	21
4.2.1.	Relatório fotográfico amostral	22
4.3.	Diagnóstico das 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	25
5.4.	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	25
5.5.	Resumo do CAPEX	25



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético 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 Borda 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 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 Borda 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	59 unidades consumidoras	2.434 pontos de IP
Consumo médio mensal	38.092 kWh	133.809 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8557	B4A – R\$ 0,6071
Custo média mensal com energia	R\$ 32.596,47	R\$ 81.241,89

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Borda 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, referente ao mês junho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Borda da Mata

Lâmpada, Reatores e Luminárias						
Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (un)	Potência total (kW)	Consumo* (kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	89,60	12	1,08	382,79
	125	13,75	138,75	24	3,33	1.180,26
	400	23,00	423,00	4	1,69	598,99
	125	36,00	161,00	1	0,16	56,71
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	157	13,19	4.674,98
	100	17,00	117,00	556	65,05	23.055,89
	150	22,00	172,00	1.323	227,56	80.654,85
	250	30,00	280,00	124	34,72	12.305,93
	150	22,00	172	3	0,52	184,31
LED	90	0,00	90,00	3	0,27	95,70
	100	0,00	100,00	134	13,40	4.749,41
	130	0,00	130,00	1	0,13	46,08
	150	0,00	150,00	92	13,80	4.891,18
Subtotal 1				2.434	374,90	132.877,08
Relés						
Quantidade	Potência unitária (W)		Potência total (W)		Consumo (kWh)	
2.191	1,20		2.628,72		931,71	
Subtotal 2					931,71	
Consumo Total Faturado						
Subtotal 1 (Luminárias) + (Reatores) + (Luminárias) - kWh					132.877,08	
Subtotal 2 (Relés) - kWh					931,71	
Total					133.808,79	

*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 14 vias distintas, totalizando 125 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 6.

(31) 3653-5193

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

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 fechada com lâmpada vapor de sódio de 150 W, localizado na Rua Padre José Oriolo



Figura 2 – Poste de concreto circular com luminária fechada com lâmpada vapor de sódio de 150 W, localizado na Rua Francisco Sobreiro

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé foto controladores/comandos, balastro, postes e braços/suportes) encontrados no município Borda da Mata.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instaladas na cidade são do tipo vapor de sódio, com destaque para a lâmpada na potência de 150 W, representando 54% do total de pontos.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por aproximadamente 2.163 pontos com luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, refrator em policarbonato ou vidro boros silicato, alojamento para equipamento incorporado e tomada integrada para relé foto controlador, representando um total de 89% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam cerca de 4% 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.

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

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

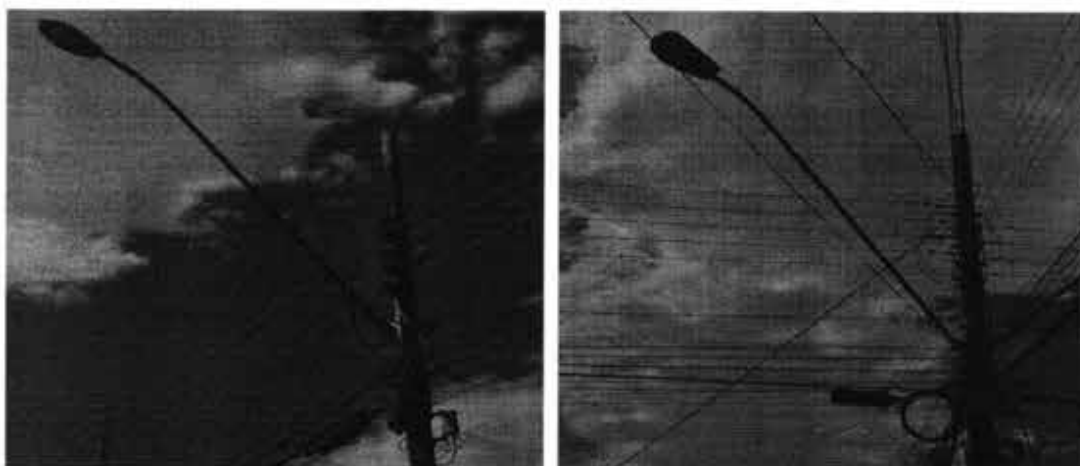


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

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, na própria luminária.

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

2.2.2.4. Balastros

Aproximadamente 89% do parque (2.163 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 destacam-se os braços tipo médio, representando cerca de 60% do total, com medidas no padrão da CEMIG, distribuidora local.

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

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo circular. Também foram identificados poucos postes do tipo 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 8,00 m para vias de rolamento e 1,40 m para passeios.

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

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 indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de junho de 2022 como referência, está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública de Borda da Mata.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Foram encontrados 13 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. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

Identificou-se em várias luminárias fechadas e luminárias LED a etiqueta de identificação dos equipamentos e equipamentos auxiliares instalados, facilitando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

2.3.3. 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.

2.3.4. Braços e suportes

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

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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.

(31) 3653-5193

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





FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro							Medição (luxímetro)			Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteagem	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 I	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,64	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,63	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 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	1,50 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	0,12	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	0,71	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	4,57 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	VM	125 W	L1	Unilateral I	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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)			Requisito mínimo NBR 5101			
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Brço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Class e	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
Niterói	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

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

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

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

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

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



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de
Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Oriando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 6 – Mapa cadastral do município de Borda 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 Borda 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 visitadas 18 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 (janeiro de 2021 a janeiro de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Borda da Mata

Cód *	Nº do medidor	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	AHQ879003929	3003299219	Administração	Oficina Mecânica	R. Eduardo Amaral, 578 - Centro	Trifásico	773
2A	ABG002003806	3007390422	Administração	Rodoviária	Av. Wilson Megale, 790	Monofásico	32
3A	AMD118132774	3011534255	Administração	Casa Do Artesão	Rd. Mg 290, 13 - Freitas E Faria	Monofásico	18
4A	AEX943010749	3004237389	Administração	Delegacia Polícia Civil	Av. Alvarina Pereira Cintra, 345 - Centro	Bifásico	-
5A	CAA186200772	3013875218	Educação	Cmei Prof. Maria Das Graças	R.J.L Brandão	Trifásico	1.614
6A	APD159041608	3005985891	Educação	Em. Prof. Diva Santos	Al. Juscelino Kubitschek - Santa Rita	Bifásico	619
7A	ARD118028459	3007354630	Educação	Em B. Braga Cobra	Av. Wilson Megale, 851	Trifásico	448
8A	APD126094956	3004970869	Educação	Em. Antônio Marques Da Silva	Est. Santa Cruz, 1150 - Sta. Cruz	Bifásico	405
9A	BAC111001583	3011356080	Educação	Cmei Prof. Ana Maria Cabral Dos Santos	R. Maria Nogueira Gouveia - São Judas Tadeu	Trifásico	382
10A	ARC149008516	3012805682	Educação	Creche M. Madre Tereza Saldanha	Av. João Olívio Megale, 720 - Centro	Trifásico	1
11A	BAG16101854	3012001523	Esporte/Lazer	Estádio Municipal (120 X 80 M)	R. Augusto Brandão, 165 - Santa Rita	Trifásico	218
12A	APH195036121	3003299225	Esporte/Lazer	Quadra Esportes	R. Honório Borges, 27 - Centro	Bifásico	19
13A	APD100031138	3010768436	Esporte/Lazer	Escola M. Francisco De Souza Costa	Rua Delfino Teodoro Borges 280 - Nossa Senhora De Fátima	Bifásico	13

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód *	Nº do medidor	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
14A	BMW905000057	3004836920	Esporte/Lazer	Ginásio	R. Francisco A. Sobreiro, 115 - Centro	Trifásico	-
15A	GMM189000635	3009014093	Saúde	Hospital Monsenhor Pedro Cintra	R. Francisco Costa, 600 - Santa Rita		12.996
16A	ARB087001874	3010183451	Saúde	Ubs Monsenhor Pedro Cintra	Rua Herculano Cibra, 745 - Centro	Trifásico	886
17A	AEP875000488	3005191378	Saúde	Posto De Saúde Sta. Cruz	Tra. Antônio Marques Silva, 1160	Bifásico	258
18A	APD126009226	3011385829	Saúde	Ubs Nossa Senhora De Fátima	R. José A. Pinheiro Júnior, 275	Bifásico	206
19B	AJR021000084	3003299240	Administração	Pm Borda Da Mata Repetidor De Tv	Est Contendas 600	Monofásico	1.290
20B	AHQ879003928	3003299217	Administração	Pm Borda Da Mata	Av. Wilson Megale 790 Nr 04	Trifásico	1.073
21B	APG184065787	3003299227	Administração	Pm Borda Da Mata Sede	Pça Antônio Megale 88 Sede Nr 01	Bifásico	995
22B	AEU043013674	3003688562	Administração	Pm Borda Da Mata Ge F S Sta.	Rua Jose A Pinheiro Junior 285	Bifásico	472
23B	AJE013001731	3006424370	Administração	Pm Borda Da Mata Repetidor De Tv	Est Cervo 3000	Monofásico	304
24B	AGF701005340	3003299226	Administração	Pm Borda Da Mata Fonte Luminosa	Pça Antônio Megale 99999	Trifásico	250
25B	AEA985008558	3004735736	Administração	Pm Borda Da Mata Repetidor De Tv	Est Sertãozinho 1310	Bifásico	219
26B	AEX943010749	3004237389	Administração	Pm Borda Da Mata Cemitério	Av Alvarenga P Cintra 145	Bifásico	136
27B	AEU043002863	3006639498	Administração	P.m. Borda Da Mata	Tra Antônio Marques Silva 1165	Bifásico	118
28B	AMJ98026881	3002293170	Administração	P.m. Borda Da Mata	Av. Wilson Megale 790 Lj 12 Nr 10	Monofásico	92
29B	ABG069102566	3007419713	Administração	P.m. Borda Da Mata Biblioteca Municipal	Rua Eduardo Amaral 579 - 1	Monofásico	92
30B	ARC164010916	3013081777	Administração	Campos De Luz Cervo Borda Da Mata	Rua Targino C Oliveira 394885	Trifásico	91
31B	ABN878006163	3007571374	Administração	P.m. Borda Da Mata	Av. Wilson Megale 790	Monofásico	66
32B	ABN944015197	3007390433	Administração	P.m. Borda Da Mata	Av. Wilson Megale 790 Bn Nr 12	Monofásico	29
33B	AMH161101795	3013064575	Administração	Relógio Digital Av Wilson Megale	Av. Wilson Megale 517 - A	Monofásico	18
34B	BMW921000609	3005820719	Administração	P.m. Borda Da Mata	Av João Olívio Megale 901	Trifásico	3
35B	AMI49095450	3012451843	Administração	Cemitério Sertãozinho	Rua Virgílio José Pereira 999	Monofásico	0
36B	AME112009348	3003916909	Administração	P.m. Borda Da Mata Sanitário Pública	Est Sertãozinho 480	Monofásico	0
37B	AJJ107005460	3010820141	Administração	P.m. Borda Da Mata Torre De Internet	Distrito Do Cervo 99999	Monofásico	-
38B	AMI31149497	3003299228	Administração	P.m. Borda Da Mata Correios	Pça Antônio Megale 84	Monofásico	-
39B	AMJ98026863	3002293162	Administração	P.m. Borda Da Mata	Av. Wilson Megale 790 Lj 7 Nr 07	Monofásico	-
40B	ARD118010465	3003299255	Água E Esgoto	P.m. Borda Da Mata Bomba Bairro Cervo	Rua Valdir J Mira 196	Trifásico	3.668
41B	AHU035001616	3006541299	Água E Esgoto	P.m. Borda Da Mata Bomba D'água	Est Sertãozinho 1330	Trifásico	2.278
42B	APD126035700	3011515042	Água E Esgoto	P.m. Borda Da Mata Poço Artesiano Cervo	Moreiras 999	Bifásico	1.409
43B	API206003045	3011016525	Água E Esgoto	P.m. Borda Da Mata Poço Artesiano Serrinha	Est Serrinha 99999 Nr	Bifásico	1.270
44B	API20603634	3014454099	Água E Esgoto	Bomba D'água Cervo	Rua Joaquim A Couto	Bifásico	1.198
45B	APD100043366	3010802182	Água E Esgoto	P.m. Borda Da Mata Poço Artesiano B	Bairro Barro Amarelo 99999	Bifásico	1.173

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód *	Nº do medidor	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
				Amarelo			
46B	ARM206007922	3011613477	Água E Esgoto	P.m. Borda Da Mata Poço Artesiano A Mira	Rua Antônio A Mira 9999	Trifásico	749
47B	AHY047001757	3006802309	Água E Esgoto	P.m. Borda Da Mata Poço Artesiano	Rua Edna M Silva Ribeiro 577	Trifásico	-
48B	AEP925010124	3007394038	Educação	P.m. Borda Da Mata Escola Informática	Av Wilson Megale 790 P.m. Nr 06	Bifásico	339
49B	AHW958004604	3004349746	Educação	P.m. Borda Da Mata Creche Municipal	Rua Afonso A Florenciano 279 ****	Trifásico	263
50B	APB095006940	3010334681	Educação	P.m. Borda Da Mata Creche Dist Cervo	Rua Francis Rodrigues 123	Bifásico	202
51B	APD126094956	3011619202	Esporte/Lazer	Pça Bairro Santa Terezinha	Rua Carmem Tomazzoli 131	Bifásico	668
52B	ARK191029263	3011515001	Esporte/Lazer	P.m. Borda Da Mata Pça São Judas	Pça São Judas Tadeu 9999	Trifásico	121
53B	AEP891010147	3003299229	Esporte/Lazer	P.m. Borda Da Mata Calçadão	Rua Francisco M Sta. 71 1	Bifásico	26
54B	AFE005004327	3003299250	Esporte/Lazer	P.m. Borda Da Mata Clube Recreativo	Est Sertãozinho 1350	Bifásico	1
55B	APC149039264	3012222137	Saúde	Ubs Geraldo Lamy	Rua Geraldo Lamy 169	Bifásico	236
56B	ABN928040088	3003672141	Saúde	P.m. Borda Da Mata Posto De Saúde	Rua Eduardo Amaral 529	Monofásico	177
57B	APC149016933	3003299253	Saúde	P.m. Borda Da Mata Posto De Saúde	Rua B 170	Bifásico	118
58B	AEA993004459	3005345913	Saúde	P.m. Borda Da Mata Posto De Saúde	Est. Serrinha 99999	Bifásico	43
59B	AFD951014538	3004296503	Saúde	Posto Saúde Barro Amarelo	Est Barro Amarelo 25009 Os	Bifásico	14
Total							38.092

*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\$ 0,8557 referente ao mês de janeiro de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 32.596,47 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

Foram identificadas aproximadamente 2.071 luminárias, agrupadas em 21 tipos, nas 18 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

(31) 3653-5193

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

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	839 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	351 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	90 unidades
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x4 lâmpadas (120 cm)	38 unidades
LUM 5	Luminária tipo arandela	78 unidades
LUM 6	Refletor	186 unidades
LUM 7	Projeto LED	86 unidades
LUM 8	Luminária de iluminação pública ornamental	36 unidades
LUM 9	Luminária de iluminação pública convencional	45 unidades
LUM 10	Luminária highbay	20 unidades
LUM 11	Luminária de embutir retangular x1 lâmpadas (120 cm)	104 unidades
LUM 12	Luminária de embutir retangular x1 lâmpadas (60 cm)	10 unidades
LUM 13	Luminária de sobrepor retangular hermética (120 cm)	13 unidades
LUM 14	Luminária de sobrepor retangular hermética (60 cm)	6 unidades
LUM 15	Luminária spot x1 lâmpadas	12 unidades
LUM 16	Luminária spot x3 lâmpadas	10 unidades
LUM 17	Luminária Plafon LED	15 unidades
LUM 18	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm) LED	98 unidades
LUM 19	Luminária de embutir em solo	6 unidades
LUM 20	Luminária de sobrepor em sanca	4 unidades
LUM 21	Luminária de sobrepor retangular LED	24 unidades
Total		2.071 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 2.790 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	1.054 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	200 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente compacta	1.059 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	15 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED tubular (60 cm)	220 unidades
LAMP 6	Vapor metálico de 125 W	7 unidades
LAMP 7	Vapor metálico de 200 W	127 unidades
LAMP 8	Vapor metálico de 400 W	29 unidades
LAMP 9	Vapor metálico de 80 W	11 unidades
LAMP 10	Vapor de sódio de 200 W	2 unidades
LAMP 11	Vapor de sódio de 400 W	18 unidades
LAMP 12	Vapor de sódio de 50 W	14 unidades
LAMP 13	Vapor de sódio de 70 W	34 unidades
Total		2.790 unidades



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 Borda da Mata, 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 Borda da Mata conclui em um total de 3.885 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 porta lâmpadas, luminária de sobrepôr retangular com lâmpadas fluorescentes, e refletores com lâmpadas vapor de mercúrio ou sódio instalados nas edificações de Borda da Mata.

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

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 288 kWp.

Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 38.092 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 3.550 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 413 kWp. O consumo energético remanescente (49.509 kWh) foi considerado após a moderador do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado, conforme anteprojeto, redução de 63%.

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)
6A	APD159041608	3005985891	E.M. Diva Santos	Al. Juscelino Kubitschek - Santa Rita	Bifásico	Metálico	1.600	14	10
7A	ARD118028459	3007354630	E.M. Braga Cobra	Av. Wilson Megale, 851	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
9A	BAC111001583	3011356080	CEMEI Prof. Ana Maria Cabral	R. Maria Nogueira Gouveia - São Judas Tadeu	Trifásico	Cerâmico	12.000	97,5	75

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

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)
16A	ARB087001874	3010183451	UBS Monsenhor Pedro Cintra	Rua Herculano Cobra, 745 - Centro	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
TOTAL							31.800	261	200

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir as Figuras de 7 a 10 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 Borda da Mata.



Figura 7 – Telhado cerâmico da CMEI Prof. Ana Maria Cabral



Figura 8 – Telhado cerâmico da Escola Municipal B. Braga Cobra



Figura 9 – Telhado metálico da Escola Municipal Prof. Diva Santos



Figura 10 – Telhado cerâmico da UBS Monsenhor Pedro Cintra

4.3. Diagnóstico das elétricas para implantação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam uma potência de geração de energia, especificamente para consumo dos prédios públicos, de 31.800

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



kWh/mês com a instalação dos módulos em telhados de escolas municipais e postos de saúde.

Identificou-se também que, se houver aumento de carga na unidade E.M. B Braga Cobra 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 amostrais, será possível compensar toda a demanda energética dos prédios públicos 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 5.300 m² em local apropriado próximo à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para a construção de usinas relativas à produção energética da 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 Borda da Mata, foi proposto uma redução de aproximadamente 63% 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 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 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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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	12
	125	52	24
	400	110	4
	125	52	1
Vapor de Sódio	70	42	157
	100	52	556
	150	52	1.323
	250	83	124
	150	52	3
LED	90	61	3
	100	61	134
	130	110	1
	150	110	92
Total			2.434

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\$ 3.243.126,51.

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 Borda da Mata possui aproximadamente 3.885 pontos de iluminação. Para orçamento⁴ da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se um custo por ponto de R\$ 602,51, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 2.340.751,35.

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 Borda da Mata possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 288 kWp. A estimativa do orçamento⁴ considerada à construção das usinas para atendimento aos prédios públicos de R\$ 6.000,00 kWp. O custo total de CAPEX estipulado para este município é igual a R\$ 1.727.100,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Borda da Mata possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo remanescente da iluminação pública de aproximadamente 413 kWp. A estimativa de orçamento⁴ considera para a construção das usinas em solo para atendimento da iluminação pública, é de R\$ 6.600,00 por kWp e o CAPEX igual a R\$ 2.723.013,15.

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 Borda da Mata.

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\$ 3.243.126,51	R\$ 2.340.751,35	R\$ 1.727.100,00	R\$ 2.723.013,15
Total	R\$ 10.033.991,01			

(31) 3653-5193

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



**CONSORCIO
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.

BUENO BRANDÃO

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 (apenas quando houver braço fora de padrão)	11
2.4. Medições luminotécnicas.....	11
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	11
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	11
2.4.3. Resultados	12
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	17
3.1. Introdução	17
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados	17
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	19
3.3.1. Luminárias:	19
3.3.2. Lâmpadas.....	19
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	19
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	20

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

(31) 3653-5193

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



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Bueno Brandão/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 Bueno Brandão, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	37 unidades consumidoras	1.109 pontos de IP
Consumo médio mensal	15.734 kWh	37.996 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,9301	B4A – R\$ 0,6235
Custo médio mensal com energia	R\$ 14.633,52	R\$ 23.689,39

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Bueno Brandão, 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 agosto de 2021, de acordo com os dados informados pela ENERGISA, distribuidora de energia que atende a esse município.



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Bueno Brandão

Lâmpada, Reatores e Luminárias						
Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade (UN)	Potência total (kW)	Consumo* (kWh)
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	141	11,84	4.196,49
	100	17,00	117,00	68	7,96	2.821,29
	150	22,00	172,00	19	3,27	1.159,00
	250	38,00	288,00	18	5,18	1.835,96
	400	38,00	438,00	49	21,46	7.606,14
LED	10	0,00	10,00	5	0,05	17,72
	40	0,00	40,00	515	20,60	7.301,33
	60	0,00	60,00	189	11,34	4.019,27
	80	0,00	80	21	1,68	595,45
Metálico	150	22,00	172,00	2	0,34	120,51
	250	30,00	280,00	35	9,80	3.473,45
	400	38,00	438,00	3	1,31	464,31
Mista	250	0,00	250,00	41	10,25	3.632,94
	500	0,00	500,00	3	1,50	531,65
Subtotal 1				1.109	106,58	37.775,51
Relés						
Quantidade Considerada	Potência Unitária (W)		Potência Total (W)		Consumo (kWh)	
518	1,20		621,60		220,32	
Subtotal 2					220,32	
Consumo Total Faturado						
Subtotal 1 (Luminárias) + (Reatores) + (Luminárias) - kWh					37.775,51	
Subtotal 2 (Relés) - kWh					220,32	
Total Faturado					37.995,83	

*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 17 vias distintas, totalizando 125 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 8.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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, localizado na via Rua Afonso Pena.



Figura 2 – Poste de do tipo concreto circular com luminárias LED, localizado na Rua Afonso Pena.

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé fotocontroladores/comandos, balastro, postes e braços/suportes) identificadas no município Bueno Brandão.

2.2.2.1. Lâmpadas

O parque de iluminação municipal está parcialmente eficientizado com aproximadamente 66% do total dos pontos com luminárias LED. Excetuando os pontos já eficientizados, 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 141 pontos.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de iluminação é composto por aproximadamente 295 pontos com luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro

(31) 3653-5193

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



borossilicato, alojamento para equipamento incorporado e tomada integrada para relé fotocontrolador, representando um total de 27% das luminárias existentes.

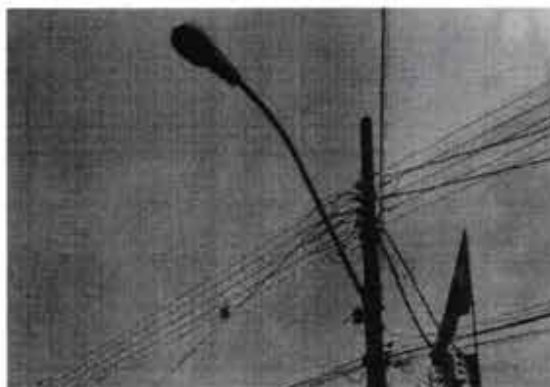
As luminárias do tipo aberta representam apenas aproximadamente 7% do total.

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

Durante a etapa de compilação de dados foi identificado também a existência de luminárias LED (aproximadamente 66% do total) em vias de acesso (rodovia), vias centrais, como na Rua Juscelino Kubitscheck.

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

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



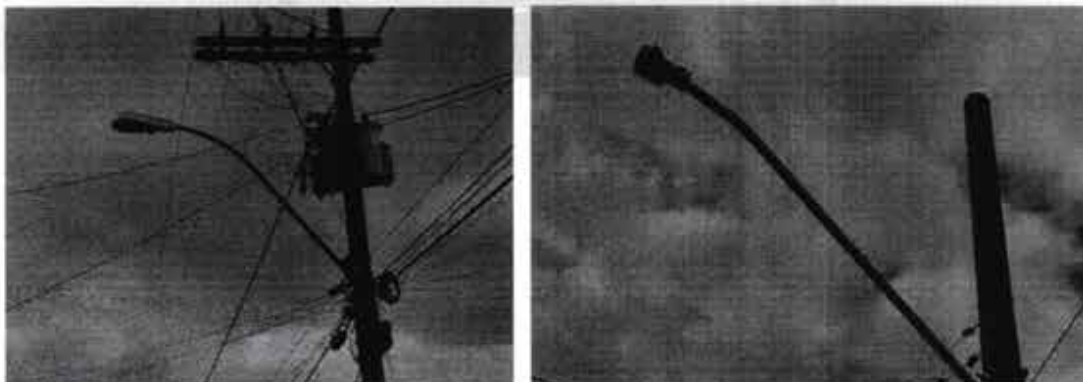


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés fotocontroladores 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.

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 o alojamento para instalação do balastro, os mesmos estão instalados do lado de fora dos alojamentos, fixados no poste. O que justifica esse arranjo é a utilização de reatores maiores do que o compartimento existente na 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-se os braços tipo curto e médio, com medidas no padrão da ENERGISA, distribuidora local.

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se também braços tipo leve I e PA4, foram de padrão, como mostrados na Figura 4 a seguir.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

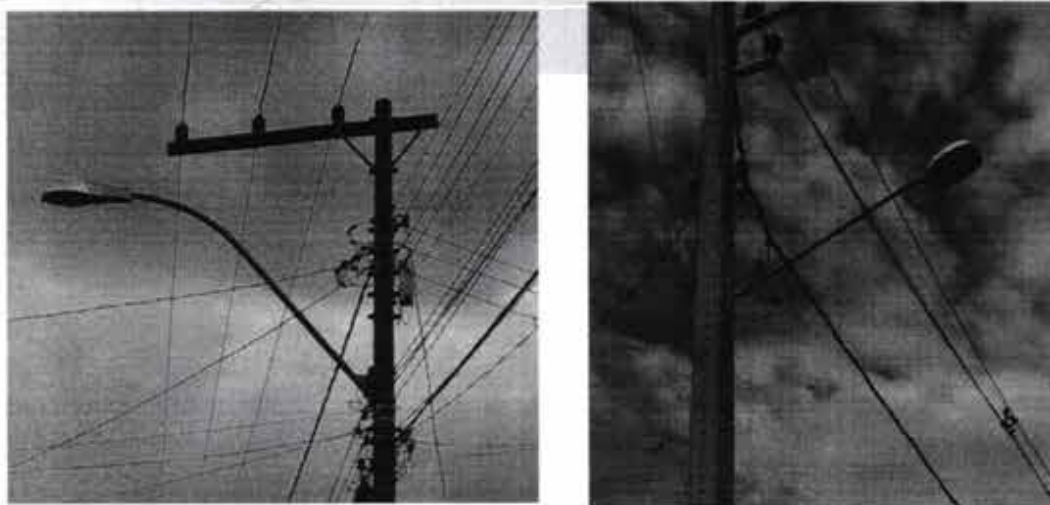


Figura 4 – Braços de iluminação pública fora de padrão.

2.2.2.6. Postes

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

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8,00 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 34 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 1,50 m para passeios.

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

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

(31) 3653-5193

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

Os dados amostrais indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de agosto de 2022 como referência, está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública de Bueno Brandão.

Foram encontrados 14 tipos distintos de potências para as lâmpadas e luminárias instaladas conclui-se que o parque de iluminação pública do município não está devidamente padronizado.

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

2.3.2. Refratores de policarbonato danificados

Conforme alguns exemplos detalhados na Figura 5 abaixo, aproximadamente 68% 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 a necessidade de substituição não só do refrator, mas de todo o conjunto.

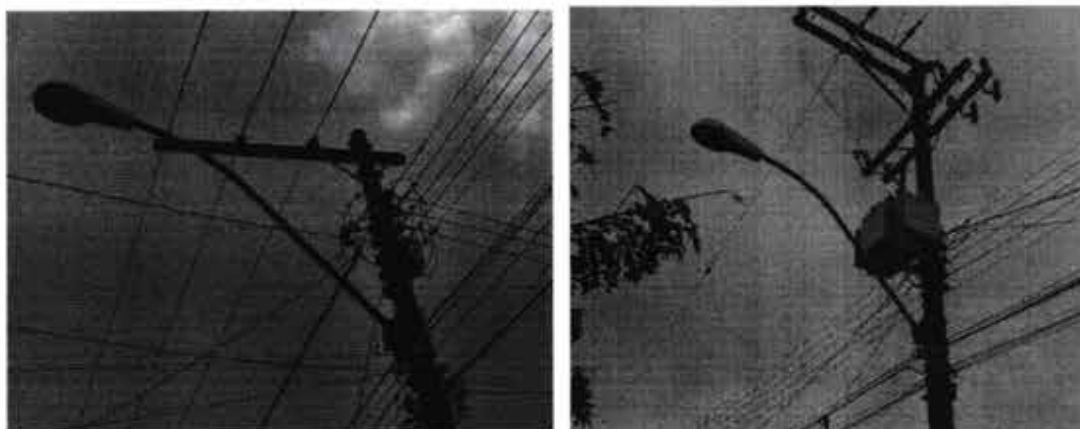


Figura 5 – Luminárias com refrator de policarbonato faltando.

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Características do logradouro					Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101	
			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)
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	0,55	5,00 lux	0,20



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade e mínima (U)
	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	1,60 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	0,21	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	0,68	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

(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	Brço	Posteço	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Class. e	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Emda)	Uniformidade e 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	26,25 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	V5	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,60 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	V5	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	V5	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	28,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,58	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	8,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

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

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

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

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

A Figura 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.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

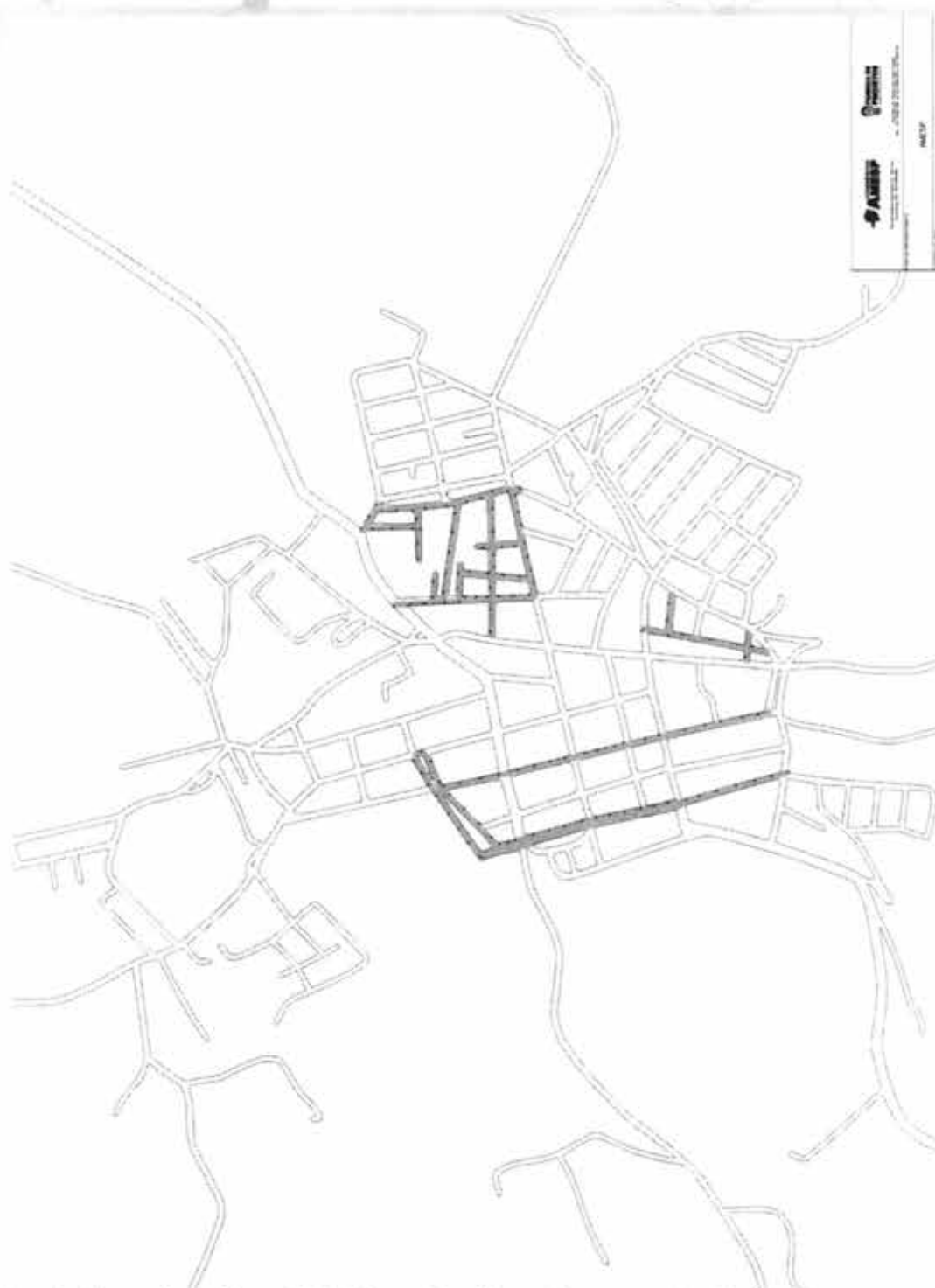


Figura 8 – Mapa cadastral do município de Bueno Brandão com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA 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 público de Bueno Brandão, 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 do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (dezembro de 2020 a dezembro de 2021).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Bueno Brandão

Cód *	Nº da instalação	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	9/3074949-3	00000537120	Administração	Paco Municipal	Rua Afonso Pena, 225 - Centro	Trifásico	1.402
2A	9/3074955-0	00000537177	Administração	Salão de Múltiplo Uso	Rua do Cristo, 460 - Jardim Estancia Hidromineral	Trifásico	281
3A	9/3072532-9	E6047695851	Administração	Dep. Ação Comunitária	Rua Cel. Ramalho, 171 - Centro	Bifásico	277
4A	9/3074958-4	00000439800	Administração	Almoxarifado	Rua Anselmo Alves Peres, 86 - Centro	Bifásico	108
5A	9/3117007-9	00000042745	Educação	Escola Municipal Jerusa	Rua Professora Hellana Gonçalves Cassia, 50 - Bairro Jardim Campo Místico	Trifásico	860
6A	9/3113552-8	00000525537	Esporte/lazer	Estádio Mun. Coronel Rama	Rua Dr Júlio Cesar Machado, S/N - Bairro São Joao	Trifásico	401
7A	9/3074953-5	30000031120	Saúde	Dep. Saúde	Rua Benjamin Constant, 186 - Centro	Bifásico	383
8A	9/4878106-6	00000431519	Saúde	Farmácia de Minas	Rua Cel. Ramalho, 330 - Centro	Bifásico	358
9B	9/3074956-8	00000037041	Administração	Torre UHF	Rural B Junco, S/N - CX 01, Torre - Bairro Junco	Bifásico	2.645
10B	9/2426379-0	00002214162	Administração	Oficina Mecânica	Rua do Cristo, 20 - Jardim Estancia Hidromineral	Trifásico	1.544
11B	9/2398722-5	00002220146	Administração	Casarão Ramalho	Rua Cel. Ramalho, 127 - Centro	Trifásico	547
12B	9/4518107-0	00003050429	Administração	Oficina Mecânica Pesada	Ra Bela Vista, 51 - Bairro Parque Brigagao	Trifásico	227
13B	9/3074964-2	30000032356	Administração	Velório	PCA da Igualdade, 11 - Centro	Bifásico	176

(31) 3653-5193

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód *	Nº da instalação	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
				Municipal			
14B	9/2402814-4	30000044870	Administração	Assistência Social	Rua Ver Tulio Putini, 114 - Centro	Trifásico	145
15B	9/2536889-5	W6080734418	Administração	Casa do Caseiro	Rural B da Serrinha, 2 - Bairro Serrinha	Bifásico	81
17B	9/3073058-4	30000032375	Administração	Conselho Tutelar	Rua Ver Avelino Vicente da Silva, 64 - Centro	Bifásico	50
16B	9/2536966-1	W6080733781	Administração	Lanchonete	Rural B da Serrinha, 1 - Bairro Serrinha	Bifásico	50
18B	9/2673385-7	30000107637	Administração	Cemitério Municipal	PCA da Igualdade, 19 - Centro	Bifásico	45
19B	9/2467880-7	W7020888692	Água e esgoto	Triagem de Resíduos	Rural Barbara de Lima, 01 - Bairro Barbara de Lima	Trifásico	233
20B	9/3074951-9	00000431215	Educação	Escola Municipal Paulo	Rua Ver Luiz Coutinho da Rocha, 40 - Bairro Jardim Nova Suíça	Trifásico	1.826
21B	9/3074966-7	00000041284	Educação	Escola Municipal B	Rural Ponte Nova, S/N - CX 13 - Bairro Ponte Nova	Trifásico	199
22B	9/3074950-1	00000042742	Educação	Escola Municipal Jardim C Místico	Rua Maranhão, 60 - Jardim Campo Místico	Trifásico	137
23B	9/2491466-5	N6072226599	Esporte/lazer	PCA Virgílio Melo Franco, 0	- - Centro	Bifásico	602
24B	9/2380577-3	W6084531546	Esporte/lazer	PCA Maximino F da Silva	Rua Cel. Ramalho, 0 - Bairro Parque Brigagão	Bifásico	373
25B	9/3072894-3	00000108816	Esporte/lazer	Departamento de Turismo	Avenida Bom Jesus, 167 - Centro	Bifásico	281
26B	9/2344867-3	W6023078318	Esporte/lazer	Portal Turístico	Rodovia MG 295, 1 - Rural	Bifásico	248
27B	9/3074965-9	00000459374	Esporte/lazer	Estádio Municipal Col.	Rua Dr Júlio Cesar Machado, 100 - Bairro São João	Trifásico	174
28B	9/4800616-7	00000525544	Esporte/lazer	Campo de Futebol	Rural B Boa Vista dos Barbosas, 2 - 5713130 - Bairro Boa Vista dos Barbosas	Trifásico	101
29B	9/3161633-7	00000447477	Esporte/lazer	PCA do Pote	Rua do Cristo, S/N - Jardim Estancia Hidromineral	Bifásico	100
30B	9/2525702-3	00000034355	Esporte/lazer	Parque Renascença	Rua Pref. Júlio Cesar Carvalho, 36 - -	Monofásico	30
31B	9/3074962-6	W6047947988	Saúde	Posto de Higiene	Rua Padre Zeferino, 218 - Centro	Bifásico	630
32B	9/4793974-9	00000408015	Saúde	Cetrim	Rua Cap. Eduardo Carneiro, 229 - Centro	Trifásico	329
33B	9/2358803-1	D6026429218	Saúde	ESF	Rua Elzio Barbosa de Alencar, 141 - Centro	Bifásico	245
34B	9/3083479-0	00000827610	Saúde	UBS	Rural Ponte Nova, S/N - Bairro Ponte Nova	Bifásico	240
36B	9/3162716-9	00000089891	Saúde	Esf Boa Vista	Rural B Boa Vista dos Barbosas, 1 - 5712680 - Bairro Boa Vista dos Barbosas	Bifásico	51
35B	9/3074959-2	00000537932	Saúde	C.P. Recuperação D	Rural B Vargem Grande, S/N - CX 01 - Bairro Vargem Grande	Bifásico	50
37B	9/3073857-9	00003050556	-	-	Rua Para de Minas, 111 - Bairro São João	Trifásico	305
Total							15.734

*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\$ 0,9301 referente ao mês de dezembro de 2021 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 14.633,52 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 455 luminárias, agrupadas em 8 tipos, nas 8 instalações visitadas conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	107 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	131 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	13 unidades
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x4 lâmpadas (120 cm)	24 unidades
LUM 5	Projeto LED	25 unidades
LUM 6	Luminária tipo arandela	11 unidades
LUM 7	Refletor	132 unidades
LUM 8	Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (120 cm)	12 unidades
Total		455 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 646 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	374 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	26 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente compacta	130 unidades
LAMP 4	Vapor metálico de 200 W	12 unidades
LAMP 5	Vapor metálico de 400 W	120 unidades
Total		646 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 Bueno Brandão.



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Departamento M. de Saúde



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)
Local: Prefeitura



LUM 7 - Refletor
Local: Estádio Municipal



LUM 8 – Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: Farmácia

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 – que representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade total de luminárias em 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 Bueno Brandão, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formado pela AMESP, foi obtido, multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços publicados não visitados.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



A estimativa amostral do município do município de Bueno Brandão conclui um total de 2.670 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 e luminárias de sobrepor retangulares convencionais com lâmpadas fluorescentes, e refletores com lâmpadas de vapor metálico.

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 109 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 15.734 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 2.630 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 174 kWp. O consumo energético remanescente (20.898 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto redução de 45%.

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 Bueno Brandão, foi proposto uma redução de aproximadamente 45% 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 Sódio	70	42	141
	100	52	68
	150	52	19
	250	83	18
	400	150	49
LED	10	42	5
	40	42	515
	60	52	189
	80	52	21

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

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

(31) 3653-5193

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



Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Metálico	150	52	2
	250	83	35
	400	110	3
Mista	250	42	41
	500	52	3
TOTAL			1.109

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\$ 1.477.661,17.

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 Bueno Brandão possui aproximadamente 2.670 pontos de iluminação. Para o orçamento⁴ da iluminação dos prédios públicos, considerando-se o custo por ponto de R\$ 602,51, sendo assim o custo total estimado para o CAPEX é R\$ 1.608.701,70.

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 Bueno Brandão possui uma demanda potencial para geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 109 kWp. A estimativa de orçamento⁴ considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, de R\$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R\$ 655.200,00.

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Bueno Brandão possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 174 kWp. A estimativa de orçamento⁴ considera para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública, de R\$ 6.600,00 por kWp. O custo total de CAPEX igual a R\$ 1.149.379,00.

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 Bueno Brandão.

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
	1.477.661,17.	R\$ 1.608.701,70	R\$ 655.200,00	R\$ 1.149.379,00
Valor total estimado	R\$ 4.890.941,87			

(31) 3653-5193

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



CONSORCIO
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.

CACHOEIRA DE MINAS

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	8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública.....	9
2.3.1. Introdução	9
2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos	9
2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator .	10
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação.....	10
2.3.5. Braços e suportes.....	10
2.4. Medições luminotécnicas.....	11
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	11
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	11
2.4.3. Resultados	11
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	16
3.1. Introdução	16
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados	16
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	18
3.3.1. Luminárias	18
3.3.2. Lâmpadas.....	18
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	18
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	19



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

3.4.	Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	20
4.	Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR.....	20
4.1.	Introdução	20
4.2.	Capacidade estimada	21
4.2.1.	Relatório fotográfico 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	25
5.5.	Resumo do CAPEX.....	25



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Cachoeira de Minas/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 Cachoeira de Minas, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	42 unidades consumidoras	1.711 pontos de IP
Consumo médio mensal	16.942 kWh	68.832 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8350	B4A – R\$ 0,4559
Custo médio mensal com energia	R\$ 14.146,66	R\$ 31.378,37

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Cachoeira de Minas, 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.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Cachoeira de Minas

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	280	252	25,39	8.995,18
	125	13,75	138,75	387	348	54,11	19.171,31
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	137	123	11,66	4.129,42
	100	17,00	117,00	484	436	57,15	20.247,07
	150	22,00	172,00	5	5	0,86	306,59
	250	30,00	280,00	12	11	3,36	1.194,96
LED	60	0,00	61,20	11	10	0,67	238,03
	70	0,00	71,20	26	23	1,85	654,73
	91	0,00	92,20	31	28	2,85	1.011,27
	100	0,00	101,20	294	265	29,72	10.528,17
	150	0,00	151,20	44	40	6,65	2.355,05
Total				1.711	1.541	194,29	68.831,78

* 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 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.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 1 – Foto de poste de concreto DT com luminária aberta e lâmpada vapor de sódio 70W, localizado na Rua João Machado Homem.



Figura 2 – Foto de poste de concreto circular com duas luminárias e lâmpadas a vapor de sódio 70W e 150W, localizado na Rua Antônio Pires do Prado esquina com Rua Vereador Antônio Francisco.

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé fotocontroladores/comandos, balastro, postes e braços/suportes) identificadas no município Cachoeira de Minas.

2.2.2.1. Lâmpadas

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

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 638 pontos de luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé fotocontrolador, representando um total de 37% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam 39% (667 pontos) do total.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Além dessas luminárias, foram identificadas também luminárias ornamentais tipo bola em policarbonato leitoso instaladas em postes de aço ornamentais de 4,5 m, como pode ser verificado na Praça da Igreja Matriz de São João Batista.

Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também a existência de luminárias LED (aproximadamente 24% do total) em vias de acesso (rodovia), vias centrais e no entorno da praça da Igreja Matriz de São João Batista do município.

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

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

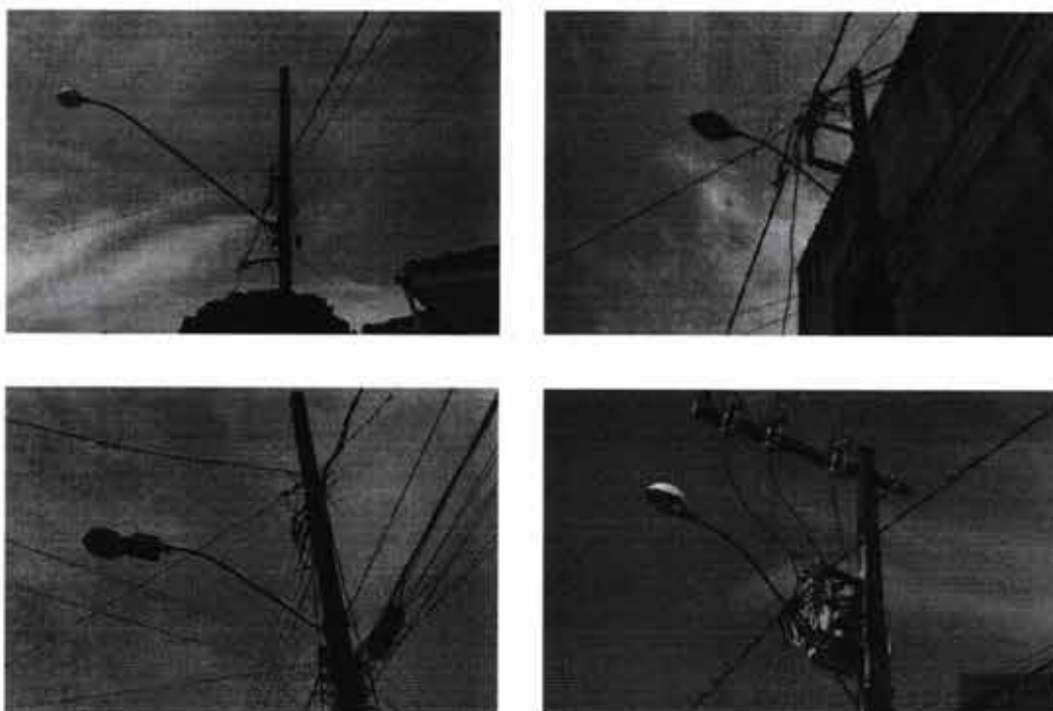


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação do município.

2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos

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

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

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 40% do parque (522 pontos) possuem balastros do tipo integrado. Os balastros do tipo externo formam a quantidade de 783 unidades.

2.2.2.5. Braços e suportes

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

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 17% de braços tipo leve I (dos quais 75% não tinham sapata de fixação) e não houve identificação de braços tipo leve II. Os braços do tipo médio representaram 43% dos encontrados durante o levantamento. Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados como padrão pela distribuidora de energia.

2.2.2.6. Postes

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

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

Os principais motivos para o não atendimento aos critérios de iluminância média (E_{med}) e fator de uniformidade (U) são a utilização de lâmpadas de descarga com fluxo luminoso



inferior ao necessário para a via, falta de uma manutenção preventiva, espaçamento inadequado entre pontos de luminárias, depreciação da luminária em função de um conjunto ótico ineficaz e luminárias com refratores muito velhos e amarelados ou ainda luminárias sem refratores.

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

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

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

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.

2.3.4. 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.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

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

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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



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

2.4.3. Resultados

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

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



de braço.

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteagem	Espaco entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	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	3,00 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	3,80 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	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20

(31) 3653-5193

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



Município	Características do logradouro							Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR 5101			
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classificação	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Orlando Alves Corrêa						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 Adalino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidência	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,83 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,60 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PAA	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	0,63	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 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

(31) 3653-5193

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



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



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de
Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 6 – Mapa cadastral do município de Cachoeira de Minas 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**

ENGENHARIA 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 público de Cachoeira de Minas, 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 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 Cachoeira de Minas

Cód *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	3003298804	AFE005007928	Administração	Prefeitura Municipal (Sede)	Praça Da Bandeira, 276 - Centro	Bifásico	1.005
2A	3005426376	AHT99004129	Educação	Esc. Mun. Cap. Manoel M. Homem	Rua Bolivar Prado, 315 - Centro	Trifásico	1.353
3A	NI	NI	Educação	Creche Municipal Prof. Edleia Monteiro	Rua Bolivar Prado, 646	NI	NI
4A	3007317818	AHU0688000592	Esporte/Lazer	Estádio Municipal	Rua Do Rosário, 130 - Rosario	Trifásico	450
5A	3013748925	APD183039965	Saúde	Pronto Atendimento	Rua Otavio Rocha, 307 - Vista Alegre	Bifásico	1.491
6A	3002291314	AHP925016599	Saúde	Ubs- Unidade Básica De Saúde (Cruzeiro)	Rua Oliveira Cobra, 433 - Embratel	Trifásico	1.114
7A	3001925800	ARN2080055187	Saúde	Ubs - Unidade Básica De Saúde	Rua Maria R De Faria, 157 - Vista Alegre	Trifásico	957
8A	3012613196	APD142001531	Saúde	Farmácia Popular	Rua Conego Braga, 380 - Embratel	Bifásico	341
9B	3003718629	BKC707010131	Administração	Pref. Munic. De Cach Minas	Pca Bandeira 99999	Trifásico	2.680
10B	3004255411	ODB166101244	Administração	Pref. Munic. De Cach Minas	Pca Santo Antônio 300	Bifásico	1.883
11B	3003298824	APA084012333	Administração	Prefeitura Municipal	Est Furnas 48	Bifásico	737
12B	3005650566	APJ206023566	Administração	Pref. Mun. Cachoeira Minas	Av Bela Vista 99999	Bifásico	390
13B	3006316042	AHD02700607	Administração	Pm Cachoeira De Minas	Rua Otavio Rocha 73 Gp	Trifásico	371
14B	3014390476	APJ206023023	Administração	Cemitério Bairro Itaim	Rua Padre Teófilo Jazede 99999	Bifásico	325

(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)
15B	3007733128	ABR906008994	Administração	Pm Cachoeira De Minas Ass Com Radio Dif	Rua Salvador Pereira Da Costa 708	Monofásico	321
16B	3004349744	AME120128571	Administração	Garagem / Sec Obras E Almojarifado	Rua Padre Sérgio	Monofásico	314
17B	3005529535	AEX992004261	Administração	Pref. Mun. Cachoeira Minas	Rua Do Rosario 83	Bifásico	175
18B	3003298808	AME112009568	Administração	Pref. Munic. De Cach Minas	Pca Bandeira 99999	Monofásico	97
19B	3003298807	ARN21706015	Administração	Pref. Munic. De Cach Minas	Rua Silviano Brandão 120	Trifásico	81
20B	3003705065	AEA019032436	Administração	Pref. Munic. De Cach Minas	Av Da Saudade 339	Bifásico	52
21B	3005068470	APB087098009	Administração	Pref. Mun. Cachoeira Minas	Pça Das Américas 58	Bifásico	17
22B	3003298806	AME112009565	Administração	Pref. Munic. De Cach Minas	Rua Conego Braga 106	Monofásico	6
23B	3014260755	APH195047629	Administração	Pref. Mun. Cachoeira Minas	Antigo Prédio Escola Rural	Bifásico	0
24B	3012466235	AMI149179548	Administração	1o Portal Chegada Cidade	1o Portal Chegada Cidade Via S Rita 999	Monofásico	-
25B	3012466249	AMI149179562	Administração	2o Portal Saída P/ Conceição Ouros	2o Portal Saída P Conc. Ouros 888	Monofásico	-
26B	3003559277	AEP933004249	Administração	Pref. Mun. C Minas Telecentro Itaim	Rua Garcia Borges 99999	Bifásico	-
27B	3004599846	APD118031669	Administração	Pref. Munic. De Cach Minas	Rua Salvador Pereira Da Costa 406	Bifásico	-
28B	3012370718	APD159027299	Administração	Pref. Mun. Cachoeira Minas	Rua Luiz Gonzaga 639	Bifásico	-
29B	3014894927	API222598267	Administração	Torre De Tv Digital	Torre De Tv Digital 99999	Bifásico	-
30B	3007727244	BAC111002129	Educação	Pre Escola Municipal	Rua Jose Adolpho Da Silveira 51	Trifásico	637
31B	3013888289	ARK191002280	Educação	Escola M Rita De Cassia C Silva	Rua Antônio Gomes 223	Trifásico	511
32B	3003298789	AEX943014602	Educação	Escola Anardina Francisca Costa	Est Alto Das Cruzes 40	Bifásico	160
33B	3005510567	AEU928019800	Esporte/Lazer	Campo De Futebol Alto Das Cruzes	Est Alto Das Cruzes 99999	Bifásico	53
34B	3004030283	ARI198001725	Esporte/Lazer	Estádio Municipal	Rua Do Rosario 130	Trifásico	17
35B	3014122879	APH195010355	Esporte/Lazer	Quadra De Esporte E Lazer	Rua Gomes Tavares 254	Bifásico	8
36B	3007393110	AHU050002782	Saúde	Psf Itaim Posto De Saúde	Rua Gomes Tavares 212	Trifásico	558
37B	3003298782	APA084018830	Saúde	P Saúde Cachoeira De Minas	Rua Inácio Resende 79	Bifásico	525
38B	3010357721	APC09904950	Saúde	Psf Ubs Vista Alegre	Rua Dona Leonina Oliveira 336	Bifásico	273
39B	3003298795	APD100066735	Saúde	Psf Posto De Saúde Itaim	Pca Santo Antônio 200	Bifásico	31
40B	3010171056	AMC084036715	Saúde	Psf Furnas	Pca Bandeira 276	Monofásico	8
41B	3010134324	AMB079215127	Saúde	Psf Pimenta	Pca Bandeira 276	Monofásico	2
42B	3004861211	AJQ954043319	Saúde	Psf Brochados	Pca Bandeira 276	Bifásico	-
Total							16.942

*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 unidades que não foram visitadas.

Considerando a tarifa média de R\$ 0,8350 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 14.146,66 com as contas de

(31) 3653-5193

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

fabricadeprojetos.eng.br



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 734 luminárias, agrupadas em 10 tipos, nas 8 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	41 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	415 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x4 lâmpadas (120 cm)	4 unidades
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	106 unidades
LUM 5	Luminária tipo arandela	55 unidades
LUM 6	Refletor	66 unidades
LUM 7	Projeto LED	21 unidades
LUM 8	Luminária de iluminação pública convencional	5 unidades
LUM 9	Luminária de sobrepor retangular x1 lâmpada (120 cm)	13 unidades
LUM 10	Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (120 cm)	8 unidades
Total		734 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 1.240 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	102 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	212 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	859 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	1 unidades
LAMP 5	Vapor metálico de 200 W	11 unidades
LAMP 6	Vapor metálico de 400 W	51 unidades
LAMP 7	Vapor de sódio de 100 W	4 unidades
Total		1.240 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 Cachoeira de Minas.

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



LUM 4 – Luminária de sobrepor retangular para duas lâmpadas fluorescentes de 20 W (60 cm)

Local: Creche Prof. Edileia



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular para 2 lâmpadas fluorescentes de 40 W (120 cm)

Local: Cemei E.M. Cap Manoel



LUM 6 – Projetor retangular para lâmpadas de 400 W.

Local: Estádio municipal



LUM 1 – Luminária de embutir retangular para 2 lâmpadas fluorescentes de 40 W (120 cm)

Local: Farmácia municipal



LUM 7 - Projetor LED

Local: Prefeitura municipal



LUM 9 - Luminária de sobrepor retangular para uma 1 lâmpada fluorescentes de 40 W (120 cm)

Local: Prefeitura municipal

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 Cachoeira de Minas, 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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



A estimativa amostral do município de Cachoeira de Minas conclui em um total de 3.228 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 uma predominância de luminárias do tipo sobrepor, retangular, com lâmpadas fluorescentes, além de 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 121 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 16.942 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 2.440 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 275 kWp. O consumo energético remanescente (33.039 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 52%.

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

(31) 3653-5193

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

4.2. Capacidade estimada

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

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

Cód.	Nº 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)
1A	3003298804	AFE005007928	Prefeitura Municipal (Sede)	Praça Da Bandeira, 276 - Centro	Bifásico	Fibrocimento	1.580	13,2	10
2A	3005426376	AHT99004129	Esc. Mun. Cap. Manoel M. Homem	Rua Bolivar Prado, 315 - Centro	Trifásico	Cerâmico	4.104	34,2	30
3A	NI	NI	Creche Municipal Prof. Edileia Monteiro	Rua Bolivar Prado, 646	Trifásico	Cerâmico	12.000	105	75
TOTAL							17.684	152,4	115

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

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 Cachoeira de Minas.



Figura 8 – Telhado cerâmico da Creche Prof. Edileia

Figura 9 – Medidor eletrônico da Creche Prof. Edileia



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 10 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Cap. Manoel



Figura 11 – Padrão de entrada da Escola Municipal Cap. Manoel



Figura 12 – Telhado de fibrocimento do prédio da Prefeitura

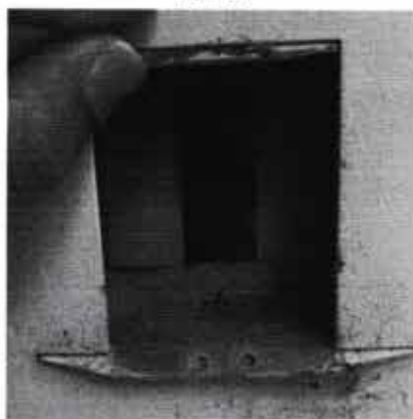


Figura 13 – Disjuntor do prédio da Prefeitura

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 17.684 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais, creche e 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.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 3.500 m² em local



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



apropriado, preferencialmente à adjacente 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 Cachoeira de Minas, 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	280
	125	52	387
Vapor de Sódio	70	42	137
	100	52	484
	150	52	5
	250	83	12

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

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

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
LED	60	52	11
	70	52	26
	91	61	31
	100	61	294
	150	110	44
Total			1.711

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\$ 2.279.782,03.

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 Cachoeira de Minas possua aproximadamente 3.228 pontos de iluminação. Para o orçamento⁴ da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto R\$ 602,51, obteve-se em um custo total estimado para o CAPEX é R\$ 1.944.902,28.

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 Cachoeira de Minas possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 121 kWp. A estimativa do orçamento⁴ considera para a construção das usinas para atendimento a esses prédios e áreas públicas, é de R\$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R\$ 725.100,00.

⁴ Ver Apêndice H- Planilha de Quantidades de Referência.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Cachoeira de Minas possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo iluminação pública de aproximadamente 275 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\$ 1.817.164,80.

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 das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Cachoeira de Minas.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 2.279.782,03	R\$ 1.944.902,28	R\$ 725.100,00	R\$ 1.817.164,80
Total	R\$ 6.766.949,11			



CONSÓ
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.

CAMANDUCAIA

MINAS GERAIS



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Sumário

1. Introdução.....	4
2. Relatório levantamento da iluminação pública	4
2.1. Introdução	4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município	4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente	6
2.2.1. Metodologia	6
2.2.2. Tipologias encontradas.....	6
2.2.2.1. Lâmpadas	7
2.2.2.2. Luminárias	7
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. 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	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	22

(31) 3653-5193

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

3.4.	Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	23
4.	Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR.....	23
4.1.	Introdução	23
4.2.	Capacidade estimada	23
4.2.1.	Relatório fotográfico amostral.....	24
4.3.	Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR.....	26
5.	Orçamentos – CAPEX.....	27
5.1.	Iluminação pública	27
5.2.	Iluminação dos prédios públicos	28
5.3.	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	28
5.4.	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	29
5.5.	Resumo do CAPEX.....	29



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade Camanducaia/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 Camanducaia, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	84 unidades consumidoras	3.477 pontos de IP
Consumo médio mensal	42.567 kWh	145.300 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,7777	B4A – R\$ 0,4212
Custo médio mensal com energia	R\$ 33.105,26	R\$ 61.194,94

2. Relatório levantamento da iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Camanducaia, 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.

(31) 3653-5193

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Camanducaia

Lâmpadas, Reatores e Luminárias						
Tipo de Lâmpada	Potência Unitária da Lâmpada (W)	Potência Unitária do Reator (W)	Potência Unitária Total (W)	Quantidade Lâmpadas (UN)	Potência Total (kW)	Consumo* (kWh)
Fluorescente	11	0,00	11,00	24	0,26	92,15
	15	0,00	15,00	3	0,05	17,72
	45	0,00	45,00	2	0,09	31,90
Vapor Metálico	150	22	172,00	1	0,17	60,25
	250	30	280,00	25	7,00	2.481,03
	400	38	438,00	17	7,45	2.640,53
Mista	160	0,00	160,00	5	0,80	283,55
	250	0,00	250,00	6	1,50	531,65
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	1.368	114,91	40.727,93
	100	17,00	117,00	974	113,96	40.391,22
	150	22,00	172,00	26	4,47	1.584,32
	250	30,00	280,00	352	98,56	34.932,95
	400	38	438,00	6	2,63	932,16
LED	6	0,00	6,00	7	0,04	14,18
	9	0,00	9,00	8	0,07	24,81
	10	0,00	10,00	27	0,27	95,70
	12	0,00	12,00	60	0,72	255,19
	30	0,00	30,00	5	0,15	53,17
	50	0,00	50,00	205	10,25	3.632,94
	54	0,00	54,00	8	0,43	152,41
	80	0,00	80,00	105	8,40	2.977,24
	90	0,00	90,00	30	2,70	956,97
	100	0,00	100,00	167	16,70	5.919,04
	200	0,00	200,00	46	9,20	3.260,79
Subtotal 1 - consumo estimado				3.477	400,52	142.049,80
Relés						
Quantidade Considerada	Potência Unitária (W)	Potência Total (W)		Consumo (kWh)		
2.554	1,20	3.064,80		1.086,27		
Subtotal 2 – consume estimado					1.086,27	
Consumo total faturado						
Subtotal 1 (Luminárias) + (Reatores) + (Luminárias) - kWh					142.049,80	
Subtotal 2 (Relés) - kWh					1.086,27	
Subtotal 3 (Praças, avenidas, etc.) - kWh					2.164,00	
Total Faturado					145.300,14	

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

(31) 3653-5193

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

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 21 vias distintas, totalizando 125 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 6.

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



Figura 1 - Poste de concreto circular com luminária aberta lâmpada Vapor de Sódio, localizado na Coronel Elpidio Campos do Amaral.



Figura 2 – Poste de concreto DT com duas luminárias abertas com lâmpada vapor de sódio, localizado na Av. Targino Vargas.

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 Camanducaia.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, o principal tipo de lâmpada instalada na cidade é do tipo vapor de sódio, com destaque para a lâmpada na potência de 70W, seguida pela potência de 100 W, que representam juntas aproximadamente 67% do parque.

2.2.2.2. Luminárias

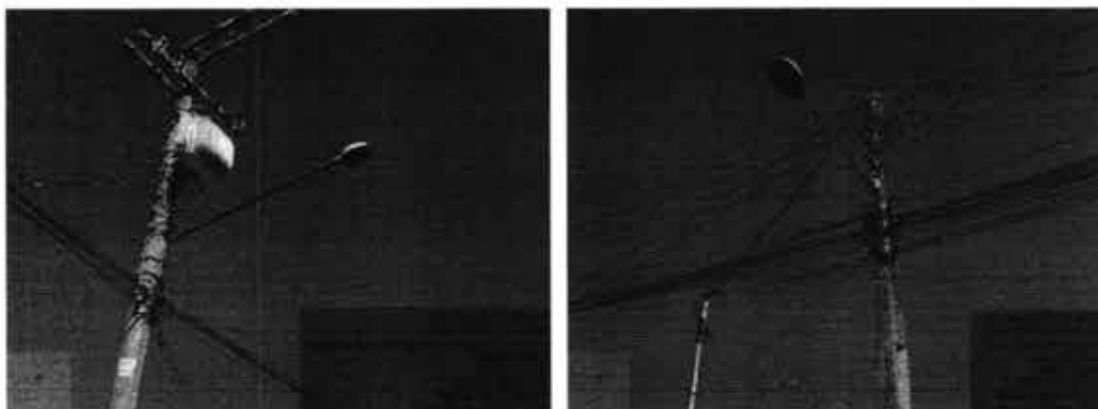
O parque de luminárias é composto por cerca de 2.769 pontos de luminárias do tipo aberta, representando um total de 79% das luminárias existentes.

Além dessas luminárias, foram identificadas também luminárias ornamentais tipo bola em policarbonato leitoso instaladas em postes de aço ornamentais de 4,5 m, como pode ser verificado na Praça Coronel Orestes Nobrega.

Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também a existência de 668 luminárias LED (aproximadamente 19% do total) em vias de acesso (rodovia), vias centrais.

Importante destacar que, embora o parque seja composto na sua maioria por lâmpadas do tipo vapor de sódio e que essas lâmpadas normalmente são instaladas em luminárias fechadas, observou-se durante o levantamento que todas as luminárias "originalmente fechadas" estão sem o refrator, sendo consideradas como no relatório como luminárias abertas.

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





**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

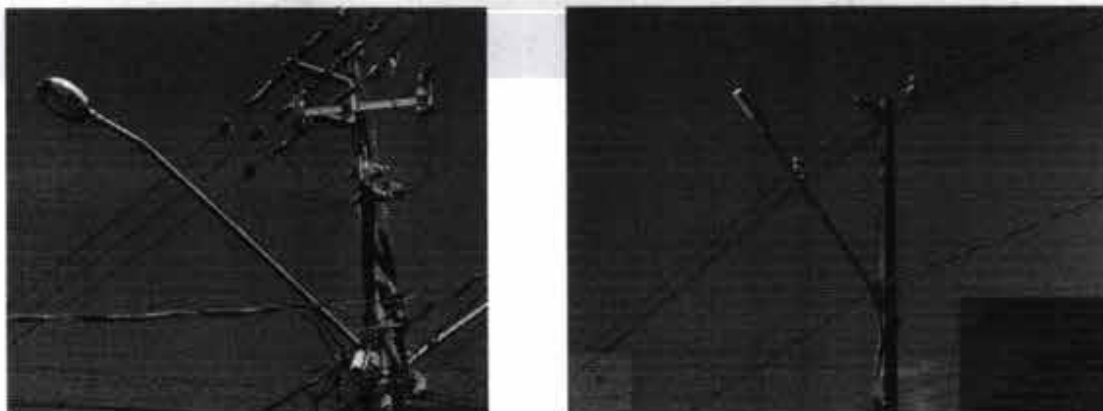


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

Aproximadamente 65% (2.260 pontos) das luminárias são comandados de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada, na própria luminária. O restante, 1.217 pontos, são comandados em grupo, através de relé instalado em base de 50ª e alimentação por “cabo controle”.

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

2.2.2.4. Balastros

Todos os balastros (379 pontos) existentes no parque de iluminação do município são do tipo externo. Embora as luminárias fechadas possuam o alojamento para instalação do balastro, os mesmos estão instalados do lado de fora dos alojamentos, fixados no poste. O que justifica esse arranjo é a utilização de reatores maiores do que o compartimento existente na 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 sapata de fixação, com medidas no padrão da ENERGISA, distribuidora local.

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

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

Os braços do tipo médio com sapata de fixação representaram 30% dos encontrados durante o levantamento. Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados como padrão pela distribuidora de energia.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo Circular. Foi identificada uma presença significativa de postes de concreto DT.

Na Praça Coronel Orestes Nobrega, foi identificado postes ornamentais com altura de 3,5m e postes ornamentais de aço reto.

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 24 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas e/ou com calçamento poliédrico, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 9,00 m para vias de rolamento e 1,90 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 27 m a 48 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 Camanducaia.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tendo em vista que foram encontrados 24 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Uma rápida inspeção visual nos principais corredores de trânsito da cidade foi suficiente para comprovar o baixo índice de iluminância média (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, principalmente nas luminárias LEDs com potência superior a 54W representado 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.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

Atualmente, em Camanducaia, verifica-se que as luminárias não possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos instalados, dificultando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

Este problema se torna ainda mais sério quando se busca analisar as luminárias LED instaladas. Atualmente não existe em algumas luminárias LED instaladas no município nenhuma identificação visível ao nível da rua quanto a sua potência ou fluxo luminoso.

2.3.4. Plaquetas de identificação 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.

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

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

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

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotos sensor Minolta – nº de série

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 fotosensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 4 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.



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

2.4.3. Resultados

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

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

(31) 3653-5193

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro							Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101			
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posição	Esp. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminação média medida	Uniformidade medida	Iluminação 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	17,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	14,67 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	2,13 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	2,47 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	0,68	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	17,67 lux	0,12	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	0,96	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	5,20 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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)			Requisito mínimo NBR5101			
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braco	Posteação	Espaç o entre postes	Elemento do logradouro	Largur a	Class e	Iluminânci a média medida	Uniformidad e medida	Iluminânci a média mínima (Emed)	Uniformidad 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	Médi o	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
Inconfident e s	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médi o	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	25,60 lux	0,83	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	29,33 lux	0,84	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Trolzi	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	6,50 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	Médi o	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

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

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

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

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

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



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de
Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

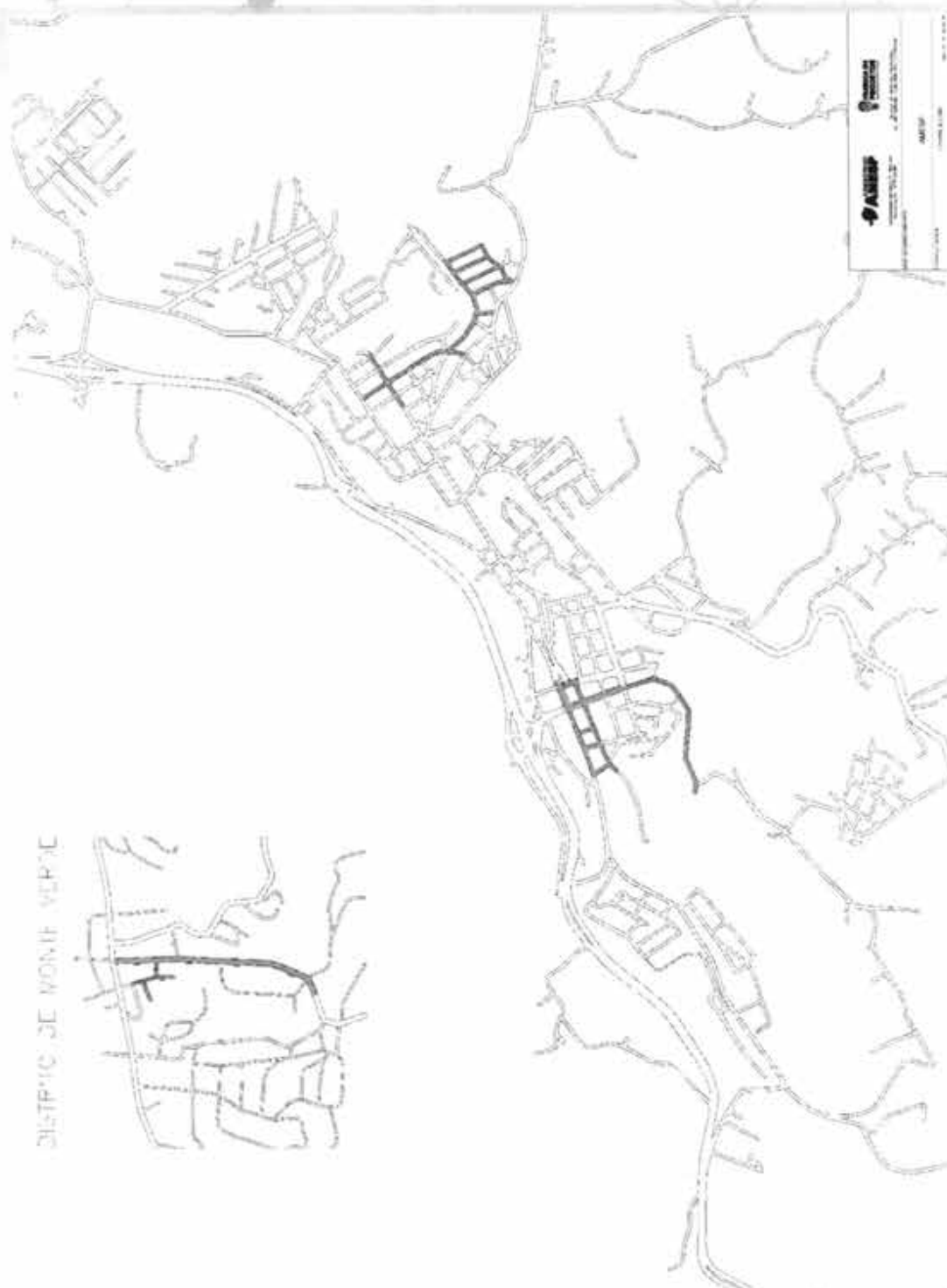


Figura 6 – Mapa cadastral do município de Camanducaia com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA 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 público de Camanducaia, 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 14 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 Camanducaia

Cód *	Nº da instalação	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	9/3067162-2	00000558075	Administração	Garagem Municipal	Rua Badaró 239 Centro	Trifásico	2.246
2A	9/4762583-5	00000409920	Administração	Rodoviária	Av. Genésio Vargas 905 - Centro	Trifásico	2.135
3A	9/2583540-6	00000090159	Administração	Garagem Municipal	Rua Badaró 197 Centro	Trifásico	1.093
4A	9/4952132-1	00000460602	Administração	Sede Da Prefeitura	Av. Genésio Vargas, 662 - Centro	Bifásico	1.004
5A	9/3067125-9	00000432547	Administração	Sede (Antiga Prefeitura)	Rua Prof. Francisco Manoel Nascimento 15 -Centro	Trifásico	761
6A	9/3137273-3	30000109944	Educação	Es. Mun. Onofre Vargas	Rua Dr. Ulisses Marcondes Escobar, S/N -Centro	Trifásico	4.166
7A	9/3062860-6	00000042310	Educação	E. E. Dr. Moreira Brandão	Rua Dr. Virgílio Melo Franco 80 - Centro	Bifásico	1.366
8A	9/3144715-4	30000104005	Educação	Cemei Prof. Luiz Chiaradia	Rua Jose Domingues Cassalho 90- Centro	Trifásico	1.128
9A	9/4824032-9	00000419300	Educação	Escola De Música E Artes	Av. Genésio Vargas 355 - Centro	Trifásico	543
10A	9/4822555-1	W0004593719	Educação	Cemei Gentil Faria	Av. Joaquim Ramos Dias 785 - Vista Alegre	Trifásico	416
11A	9/4948401-7	00000449519	Esporte/Lazer	Praça De Esportes	Rua Dr Ulisses Marcondes Escobar, 400 - Centro	Trifásico	1.978
12A	9/3067137-4	00002221963	Esporte/Lazer	Ginásio Poliesportivo	Avenida Rio Branco 800 - Centro	Trifásico	1.076
13A	9/3128820-2	W9007844457	Saúde	Ubs Camanducaia	Av Genésio Vargas 222-	Trifásico	1.140

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód *	Nº da instalação	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
					Centro		
14A	9/4952133-9	00000460593	Administração	Sede Da Prefeitura	Av. Genésio Vargas, 662 - Centro	Bifásico	897
15B	9/4555034-0	00000431047	Administração	Chafariz	Pça Sem. Francisco Escobar S/N	Trifásico	2.076
16B	9/3067158-0	00000084963	Administração	Torre De Transmissão	Rua Do Cruzeiro 20	Bifásico	1.060
17B	9/4606281-6	00003050552	Administração	Centro Edu. Social E Esportivo - Realce	Rua Bueno De Paiva 40	Trifásico	1.047
18B	9/3067136-6	00000409973	Administração	Usina	Avenida Rio Branco 880	Trifásico	763
19B	9/3068934-3	00000816639	Administração	Portal De Monte Verde	Av. Monte Verde 10	Bifásico	495
20B	9/2710185-6	00000421277	Administração	Fundo Tributos	Rua Badaró 323	Bifásico	379
21B	9/3068936-8	00000086249	Administração	Subprefeitura Monte Verde	Rua Dos Eucaliptos 30	Bifásico	314
22B	9/4925451-9	00000451616	Administração	Cemitério São Matheus	Rua Caetano De Moraes, 8	Bifásico	300
23B	9/3067163-0	00000829123	Administração	Base Da Polícia	Rua Badaró 265	Bifásico	266
24B	9/3067146-5	00002225933	Administração	*Ilegível	Avenida José Caetano De Melo 53	Trifásico	215
25B	9/4810201-6	00000411805	Administração	Casa Do Produtor Rural	Rua Leopoldo Perone 91 - Cras	Bifásico	147
26B	9/3063900-9	D6079422720	Administração	Jose Carlos Da Silva	Rua Joao Cassalho Dos Santos 313	Bifásico	140
27B	9/3123131-9	00000041501	Administração	Rural Ponte Nova	Rural Ponte Nova S/N Cx 200	Bifásico	134
28B	9/3067149-9	30000013679	Administração	Conselho Tutelar	Praça Orestes Nobrega 135	Monofásico	126
29B	9/3117472-5	30000097667	Administração	Cartório Eleitoral	Praça Orestes Nobrega 15	Trifásico	104
30B	9/4523248-5	00000406091	Administração	Canil	Rural B Chacrinha 57789 - 09 Canil	Bifásico	98
31B	9/3067143-2	00000074177	Administração	Torre De Transmissão	Rua Três 165	Bifásico	80
32B	9/4858498-1	00000425332	Administração	Biblioteca Monte Verde	Rua Mercúrio 50	Bifásico	69
33B	9/3067122-6	00000537834	Administração	Iluminação Pública Emboavas	Rural B Emboavas 587	Bifásico	51
34B	9/4843326-2	00000421312	Administração	Rural Camanducaia	Rural B Camanducaia 577	Bifásico	51
35B	9/4842545-8	00000417186	Administração	Semáforo Com Medição	Av Rio Branco	Monofásico	47
36B	9/3067153-1	30000025031	Administração	Centro Comunitário	Rural B. Camanducaia 584	Monofásico	45
37B	9/3067156-4	30001050437	Administração	Torre De Transmissão	Rural B. Camanducaia 8047	Monofásico	39
38B	9/4842542-5	00000417189	Administração	Semáforo Com Medição	Rua Bueno 0	Monofásico	39
39B	9/2681339-4	W6108808412	Administração	Guarita Da Polícia Militar	Avenida Targino Vargas 148	Bifásico	-
40B	9/2698424-5	W6108786516	Administração	Torre De Tv	Rua Graziela Campos Vargas	Bifásico	-
41B	9/3062861-4	00000439125	Administração	Departamento De Obras	Avenida General Osório 60	Bifásico	-
42B	9/3067124-2	30000029144	Administração	Telefone Público	Rural B Emboavas 881	Monofásico	-
43B	9/3067161-4	00000078604	Administração	Biblioteca Municipal	Praça Cap. Valencio Ferreira Dantas 100	Trifásico	-
44B	9/3067169-7	00000421268	Administração	Cemitério	Travessa Da Saudade 55	Bifásico	-
45B	9/3068939-2	00000082711	Administração	Subprefeitura Monte Verde	Rua Pau Brasil 40	Monofásico	-
46B	9/3138807-7		Administração	Relógio/Termômetro	Av. Monte Verde S/N/	Bifásico	-

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód *	Nº da instalação	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
47B	9/4782479-2	00000103984	Administração	Horto Municipal	Rural B Chacrinha S/N	Trifásico	-
48B	9/4830323-4	W0004514274	Administração	Aterro Sanitário	Rural B Pinhalzinho 21432 - Trafo 57 21432	Trifásico	-
49B	9/4838078-6	00000421238	Administração	Casi	Rua Nascente 540	Bifásico	-
50B	9/4907652-4	00000425180	Administração	Apolo Da Secretaria Da S	Rural B Bom Jardim, 0	Bifásico	-
51B	9/4911978-7	W6060426539	Administração	Portal Velho De Monte Verde	Avenida Das Montanhas, 686	Bifásico	-
52B	9/4907651-6	00000448521	Água E Esgoto	Poço Artesiano	Rural B Rabelos, 18417	Bifásico	569
53B	9/4640877-9	W6021103871	Água E Esgoto	Poço Artesiano	Rural Ponte Nova 9236 - 579236	Bifásico	-
54B	9/3067148-1	00000415358	Educação	Escola Municipal	Avenida José Caetano De Melo 52	Trifásico	1.751
55B	9/4893699-1	00000436177	Educação	Cemei Sonia Maria Camargo I - M. Verde	Rua do Aeroporto, S/N - Vila Monte Verde	Trifásico	934
56B	9/3067168-9	00002207806	Educação	E.M. Araucária	Rural Ponte Nova 946	Bifásico	887
57B	9/3067180-4	30000101223	Educação	E.M Karlis Kamps	Rua Pau Brasil	Trifásico	868
58B	9/3068937-6	00002204256	Educação	Cemei Sônia Maria Camargo	Rua Da Baixada 0	Bifásico	527
59B	9/3067166-3	00000812702	Educação	Supletivo	Rua Clovis De Souza 70	Bifásico	348
60B	9/3067152-3	00000818814	Educação	Cemei Milton Sales	Rua Jose Vargas 167	Bifásico	314
61B	9/3067132-5	00000710251	Educação	Cemei Adolpha Maria Orka	Rua Jose Veloso Sobrinho	Trifásico	268
62B	9/3067131-7	30000026274	Educação	Cemei J.N. Santos	Rural B Do Mato 899	Monofásico	-
63B	9/3067126-7	30000104023	Esporte/Lazer	Quadra Poliesportiva	Rua Caetano De Moraes 25	Trifásico	1.538
64B	9/3105504-9	W0003490614	Esporte/Lazer	Campo De Monte Verde	Av. Sol Nascente 2120	Trifásico	1.212
65B	9/3062917-4	00000537136	Esporte/Lazer	Clube Literário Jaguaré	Travessa Jaguaré 36	Trifásico	859
66B	9/4935831-0	00000450167	Esporte/Lazer	Praça Do Cruzeiro	Rua Projetada Da Ângelo C Dos Santos, 530	Trifásico	836
67B	9/4906322-5	00000446226	Esporte/Lazer	Praça Bom Jesus	Praça Bom Jesus, 0	Bifásico	471
68B	9/2327028-3	00002207883	Esporte/Lazer	Recanto Dos Ypes	Avenida Targino Vargas 45	Trifásico	422
69B	9/4635653-1	00003090052	Esporte/Lazer	Quadra Esportiva - Festa Do Peão	Av. Sol Nascente 2536	Trifásico	140
70B	9/2436001-8	W6051098863	Esporte/Lazer	Receptivo Turistas	Av. Das Montanhas 3710	Bifásico	56
71B	9/2322359-7	00002205492	Esporte/Lazer	Mirante	Rod Dep Agostinho Patrus, 1	Bifásico	55
72B	9/3067150-7	30000012269	Esporte/Lazer	Praça Orestes Nobrega	Praça Orestes Nobrega 11	Monofásico	37
73B	9/3067130-9	30000029081	Esporte/Lazer	Praça N. Sra. Aparecida	Rua Dr Jose Rodrigues Seabra 192	Monofásico	36
74B	9/2332744-8	00002216527	Esporte/Lazer	Quadra Emboavas	Rural B Emboavas 0	Bifásico	-
75B	9/3132768-7	00000559705	Esporte/Lazer	Campo/Quadra Poliesportiva	Rua Minas Gerais 160	Trifásico	-
76B	9/3150863-3	00000528014	Esporte/Lazer	Quadra Cruzeiro	Rua Jose Domingues Cassalho, 84	Bifásico	-
77B	9/4767624-2	00000403294	Esporte/Lazer	Quadra Esportiva - Queda Verde	Rua Alfeu Soares Dos Santos 201	Bifásico	-
78B	9/4937901-9	00000533334	Esporte/Lazer	Quadra Bairro Do Mato	Rural B Do Mato, S/N	Bifásico	-
79B	9/4777576-2	00000403829	Saúde	Ubs- Esf Monte Verde	Av. Nascente 2085	Bifásico	887
80B	9/3068228-0	00000431195	Saúde	Posto De Saúde	Rua Da Baixada 240	Trifásico	389
81B	9/4768808-0	30002090483	Saúde	Ubs Camanduacala	Rua Projetada Da Ângelo C	Bifásico	388

(31) 3653-5193

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

Cód *	Nº da instalação	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
					Dos Santos 550		
82B	9/2497294-5	D6071046923	Saúde	Centro Materno Infantil	Rua Campos Vargas 30	Bifásico	345
83B	9/4553132-4	00002063699	Saúde	Ubs São Mateus	Av. Jose Caetano De Mello 2	Bifásico	278
84B	9/3067129-1	00000087519	Saúde	Caps.	Rua Major Jose Teotônio De Campos 90	Bifásico	118
Total							42.567

* 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\$ 33.105,26 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 1.305 luminárias, agrupadas em 13 tipos, nas 14 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	247 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	670 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x4 lâmpadas (120 cm)	6 unidades
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	22 unidades
LUM 5	Luminária tipo arandela	76 unidades
LUM 6	Refletor	53 unidades
LUM 7	Projeto LED	122 unidades
LUM 8	Luminária highbay	13 unidades
LUM 9	Luminária Pafion LED	2 unidades
LUM 10	Luminária de iluminação pública convencional	58 unidades
LUM 11	Luminária spot x1 lâmpadas (LED)	21 unidades
LUM 12	Luminária de sobrepor retangular x3 lâmpadas (120 cm)	3 unidades
LUM 13	Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (120 cm)	12 unidades
Total		1.305 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 1.852 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	312 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	22 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	1.364 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	15 unidades
LAMP 5	Lâmpada mista	34 unidades
LAMP 6	Vapor metálico de 200 W	47 unidades
LAMP 7	Vapor de sódio de 100 W	26 unidades
LAMP 8	Vapor de sódio de 50 W	32 unidades
Total		1.852 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 Camanducaia.



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Garagem Municipal



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2
lâmpadas (120 cm)
Local: Cemei Prof. Luiz



LUM 7 - Projetor LED
Local: Praça de Esportes



LUM 5 – Luminária tipo arandela
Local: Sede Prefeitura



LUM 10 - Luminária de iluminação pública
convencional
Local: E.M. Onofre Vargas



LUM 6 - Refletor
Local: Ginásio

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



LUM 12 - Luminária de sobrepor retangular x3 lâmpadas (120 cm)
Local: E.M.Dr Moreira B



LUM 13 - Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: Ubs Camanducaia

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 Camanducaia, 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 Camanducaia conclui em um total de 6.810 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

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

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

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

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

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

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

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, conclui-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 308 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 42.567 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 5.550 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 557 kWp. O consumo energético remanescente (66.838 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução estimada de 54%.

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).



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

Cód.	Nº da Instalação	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)
6A	9/3137273-3	30000109944	E.M. Onofre Vargas	Rua Dr. Ulisses Marcondes Escobar, S/N - Centro	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
7A	9/3062860-6	00000042310	E.M. Dr. Moreira Brandão	Rua Dr. Virgílio Melo Franco 80 - Centro	Bifásico	Cerâmico	1.600	14	10
8A	9/3144715-4	30000104005	CEMEI Prof. Luiz Chiardã	Rua Jose Domingues Cassalho 90 - Centro	Trifásico	Cerâmico	3.300	28	20
10A	9/4822555-1	W0004593719	CEMEI Gentil Faria	Av. Joaquim Ramos Dias 785 - Vista Alegre	Trifásico	Cerâmico	12.000	105	75
13A	9/3128820-2	W9007844457	UBS Camanduaia	Av. Genésio Vargas 222 - Centro	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
TOTAL							23.100	199	145

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir, as figuras de 8 a 17 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 Camanduaia.



Figura 8 – Telhado cerâmico e metálico da CEMEI Gentil Faria

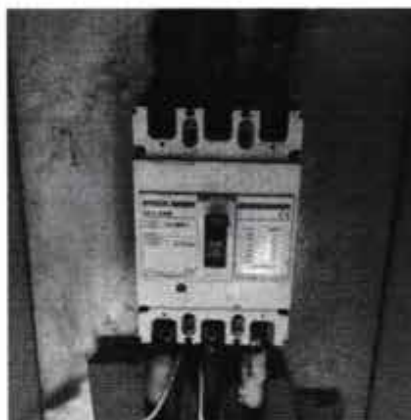


Figura 9 – Disjuntor da CEMEI Gentil Faria



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

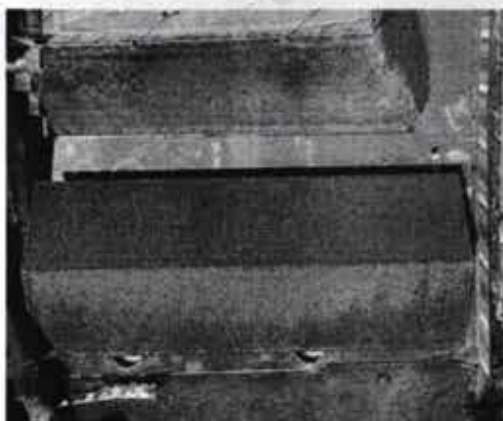


Figura 10 – Telhado cerâmico da CEMEI Luiz Chiaradia



Figura 11 – Medidor eletrônico da CEMEI Luiz Chiaradia



Figura 12 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Dr. Moreira Brandão



Figura 13 – Medidor eletrônico da Escola Municipal Dr. Moreira Brandão

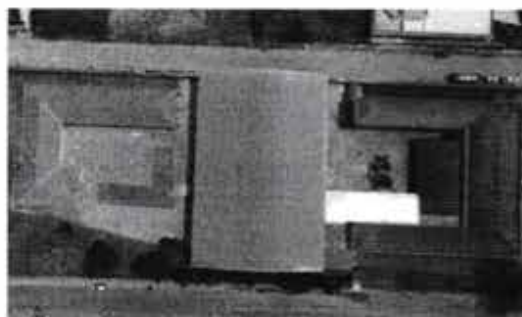


Figura 14 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Onofre Vargas



Figura 15 – Medidor eletrônico da Escola Municipal Onofre Vargas

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 16 – Telhado cerâmico do Centro Municipal de Saúde



Figura 17 – Medidor eletrônico do Centro Municipal de Saúde

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 23.100 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 Prof. Luiz, E.M. Dr. Moreira e UBS Camanducaia 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 7.200 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

(31) 3653-5193

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

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 Camanducaia, foi dimensionada uma redução de aproximadamente 54% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 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)
Fluorescente	11	42	24
	15	42	3
	45	42	2
Multi Vapor Metálico	150	52	1
	250	83	25
	400	110	17
Mista	160	42	5
	250	42	6
Vapor de Sódio	70	42	1368
	100	52	974
	150	52	26
	250	83	352
	400	150	6
LED	6	42	7

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

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



Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
	9	42	8
	10	42	27
	12	42	60
	30	42	5
	50	42	205
	54	52	8
	80	52	105
	90	61	30
	100	61	167
	200	150	46
Total			3.477

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\$ 4.632.847,52.

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 Camanducaia possui aproximadamente 6.810 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\$ 4.103.093,10.

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 Camanducaia possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 308

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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\$ 1.850.850,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Camanducaia possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 557 kWp. A estimativa de orçamento⁴ considerada para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública é de R\$ 6.600,00 por kWp. O custo total de CAPEX igual a R\$ 3.676.090,00.

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 Camanducaia.

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\$ 4.632.847,52	R\$ 4.103.093,10	R\$ 1.850.850,00	R\$ 3.676.090,00
Total	R\$ 14.262.880,62			



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. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator .	10
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação	11
2.3.5. Braços e suportes.....	11
2.1. Medições luminotécnicas.....	11
2.1.1. Malha para verificação detalhada.....	11
2.1.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	11
2.1.3. Resultados	12
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	17
3.1. Introdução	17
3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados	17
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	19
3.3.1. Luminárias	19
3.3.2. Lâmpadas.....	19
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	20
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	21

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	21
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR.....	21
4.1. Introdução	21
4.2. Capacidade estimada	22
4.2.1. Relatório fotográfico.....	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	25
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	25
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	25
5.5. Resumo do CAPEX.....	26



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar um diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do estado das redes elétricas das edificações públicas, visando à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, no município de Campestre/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 Campestre, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	37 unidades consumidoras	1.617 pontos de IP
Consumo médio mensal	17.631 kWh	72.961 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,7909	B4a – R\$ 0,4586
Despesa média mensal	R\$ 13.945,18	R\$ 33.458,46

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Campestre, 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.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

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	172	155	15,6	5.525,38
	125	13,75	138,75	720	648	100,68	35.666,05
	250	25,00	275,00	5	5	1,38	489,02
	400	36,00	436,00	20	18	8,74	3.096,80
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	211	190	17,95	6.359,63
	100	17,00	117,00	458	412	54,08	19.158,61
	150	22,00	172,00	11	10	1,90	674,47
	250	30,00	280,00	20	18	5,62	1.991,51
Total				1.617	1.456	205,95	72.961,47

* 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 17 vias distintas, totalizando 125 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 7.

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



Figura 1 - Poste de concreto duplo T com luminária aberta com lâmpada vapor de mercúrio de 125 W, localizado na via Travessa Paiva nº 130



Figura 2 – Poste de concreto duplo T com luminária LED na Av. Antônio Carlos

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 Campestre.

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 45% do total de pontos do município.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 917 pontos de luminárias do tipo aberta, sem refrator em policarbonato ou vidro borosilicato, sem alojamento para equipamento incorporado e sem tomada integrada para relé foto controlador, 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 borosilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



tomada integrada para relé foto controlador o qual representam um percentual de cerca de 22% (356 pontos) identificados também durante o levantamento.

Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também um significativo número de luminárias LED, aproximadamente 21% (344 pontos), instaladas nas principais vias de acesso e avenidas do município como na Av. Antônio Carlos e entorno da Praça Delfim Moreira.

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

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

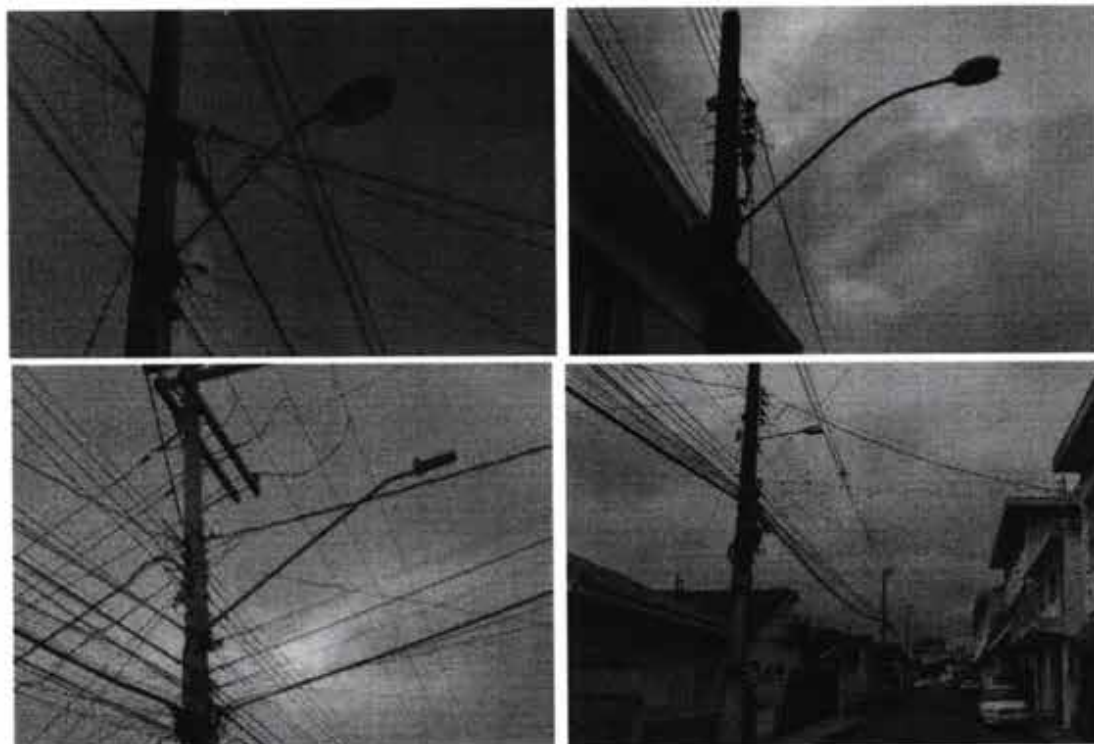


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

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

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

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 57% do parque (922 pontos) possuem balastros do tipo externo. Os balastros do tipo integrado formam a quantidade de 695 unidades.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e vias principais se destacam os braços tipo médio, representando cerca de 21,5% do total de pontos, com medidas de acordo com o padrão da CEMIG, distribuidora local.

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 57% 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 - Braços de iluminação pública fora de padrão da concessionária, respectivamente Tipos PA4 e Leve I.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



2.2.2.6. Postes

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

A maioria das vias pesquisadas possuem poste ação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8,0 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 32 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado, todas as vias da área urbana (região central) no trecho percorrido pelo levantamento estão asfaltadas, as vias apresentam passeio e meio fio demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 9,00 m para vias de rolamento e 1,80 m para passeios.

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

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

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

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 (E_{meda}). Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificou-se ainda níveis de iluminância muito abaixo dos valores mínimos recomendados por norma, o que provoca uma sensação de insegurança e falta de visualização adequada na via durante o período noturno.

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

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

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

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

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.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação

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

2.3.5. Braços e suportes

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

2.1. Medições luminotécnicas

2.1.1. 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.

2.1.2. 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.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

2.1.3. Resultados

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

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	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

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminação média medida	Uniformidade medida	Iluminação média mínima (Emeda)	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	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	V5	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,48	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,23	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	5,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	3,20 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	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	0,53	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,54	5,00 lux	0,20

(31) 3653-5193

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



Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteagem	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	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	1,00 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 Eufásio 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 6 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira – Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues – Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de Minas



Rua Alves Corrêa – 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 Campestre com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA 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 público de Campestre, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados

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

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

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

Cód. *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
1A	3006443818	AGK704005630	Administração	Pref. Mun. Campestre	Rua Coronel José Custódio, 84 - Centro	Trifásico	485
2A	3007653814	APD100032361	Educação	Escola Municipal (Posses)	Zona Rural - Posses	Bifásico	1.189
3A	3012020005	BAC129005368	Educação	Cemei - Prof.ª Maria José De Pádua	Rua Francisco Campos Gonçalves, 80 - Cohab Lazaro Divino Gonçalves	Trifásico	1.105
4A	3003300764	ABN878006697	Educação	Escola Municipal Iolanda C. Viana	Rua Primavera, 700 - Jardim Colina	Monofásico	403
5A	3003300761	BKC707007649	Esporte/Lazer	Poliesportivo Jair De Souza Melo	Zona Rural - Posses	Trifásico	2.172
6A	3012424981	ARC172004576	Saúde	Usb Nossa Senhora Aparecida	Rua Benedito Jorge, 250 - Centro	Bifásico	1.104
7A	3003657685	AHP925002774	Saúde	Posto De Saúde; Farmácia	Rua Aurora Ramos, 46 - Centro	Trifásico	436
8A	3007620801	AHT008006756	Saúde	Psf- M. João Milani	Rua Primavera, 70 - Jardim Colina	Trifásico	268
9B	3012356295	ARC123041061	Administração	Padrão Evento Pça. Delfim Campestre	Pça. Delfim Moreira 10 - Centro	Trifásico	1.122
10B	3003391458	AEU928000483	Administração	Velório Municipal Campestre	Av Jose André Avelino 665 - Centro	Bifásico	746
11B	3003300765	AJF065000748	Administração	Torre De Televisão Campestre	Rua Oswaldo Cruz 800 - Jardim Progresso	Monofásico	665
12B	3003300759	ARI198012729	Administração	Garagem Secretaria Obras Campestre	Rua Isaac Simia 400 - Centro	Trifásico	592

(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)
138	3010846443	APD100071355	Administração	Casa Passagem Samaritano Campestre	Rua Jadir Gonçalves Ferreira 58 - Agostinho Patrus	Bifásico	511
148	3003338772	AHB896002450	Administração	Chácara Campinho Campestre	Est Campinho 56 - Campinho	Trifásico	335
158	3003300762	APB095002707	Administração	Tele centro Marieta Viana Campestre	Rua Marieta Viana 41 - Centro	Bifásico	247
168	3011096458	AME112023491	Administração	Cras Joaquim Ramos Campestre	Rua Joaquim Ramos 100 - Centro	Monofásico	102
178	3014584810	AMM214002619	Administração	Município De Campestre	Av Pedro Loyola 165 - Jardim Progresso	Monofásico	72
188	3003300758	ABN894089232	Administração	Posto Telefônico Campestre	Rua Conego Arthur Occhiuzo 48 - Centro	Monofásico	46
198	3010995559	AMD118023291	Administração	Conselho Tutelar E Emater Campestre	Rua Zilda Prado Ferreira 126 - Centro	Monofásico	25
208	3006637385	AJN035000066	Água E Esgoto	Aterro Sanitário Varg Rio Campestre	Est Vargem Do Rio 580 - Vargem Do Rio	Monofásico	222
218	3014523000	APJ206026731	Água E Esgoto	Ete Residencial Aurora	Rua Projetada Nove 90 - Residencial	Bifásico	-
228	3002854915	AHQ887000520	Educação	Colégio Conego Arthur Campestre	Pça. Delfim Moreira 125 - Centro	Trifásico	1.237
238	3003300763	AHF073003509	Educação	Uaitec Cvt Campestre	Pça. Nossa Senhora Aparecida 108 - Centro	Trifásico	735
248	300330075	AHB99600282	Educação	Creche Fco Copo Branco Campestre	Rua Francisco Capobianco 676 - Centro	Trifásico	532
258	3003300752	APD126008753	Educação	Biblioteca Municipal Campestre	Pça. Delfim Moreira 8 - Centro	Bifásico	485
268	3003672151	AHP925002422	Educação	Escola M Cantinho Saber Campestre	Av Campestre 218 - Centro	Trifásico	405
278	3006256041	AJU019004808	Educação	Escola Rural Pedra Grande Campestre	Faz Rr Ortofoto 911 - Área Rural	Monofásico	315
288	3002674910	AJO864001057	Educação	Escola Bairro Pião Campestre	Zona Rural (Si Pião 999) - Pião	Monofásico	214
298	3006659084	AJN043002115	Educação	Escola Mun. Vargem Rio Campestre	Est Vargem Do Rio 560 - Vargem Do Rio	Monofásico	141
308	3003391457	AHT008009366	Educação	Escola Mun. Semear Campestre	Rua Conego Arthur Occhiuzo 48 - Centro	Trifásico	51
318	3006641201	AJN043000163	Educação	Escola Rural Pitangueiras Campestre	Zona Rural - Área Rural	Monofásico	39
328	3011564058	ARB137016083	Esporte/Lazer	Jardim Ponte Pça. Delfim Campestre	Pça. Delfim Moreira 199 - Centro	Trifásico	1.019
338	3012440532	ARC123041062	Esporte/Lazer	Padrão Evento Pça. A Zenun Campestre	Pça. Ana Zenun 50 - Centro	Trifásico	177
348	3003512231	ARC123041072	Esporte/Lazer	Padrão Evento Trailer Campestre	Pça. Brasil 1 - Centro	Trifásico	53
358	3014498363	APH203001038	Saúde	Farmácia De Minas	Rua Aurora Ramos 84 - Centro	Bifásico	215
368	3003391459	ABN90204046	Saúde	Posto Saúde Posses Campestre	Pça. Do Grupo 121 - Posses	Monofásico	166
378	3006232966	AJA704033915	Saúde	Psf Fazenda Pedra Grande	Est Itaoca 43 - Itaoca	Monofásico	-
Total							17.631

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

Considerando a tarifa média de R\$ 0,7909 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 13.945,18 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 581 luminárias, agrupadas em 10 tipos, nas 08 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Relação de luminárias levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	245 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpada (120 cm)	142 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpada (60 cm)	34 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	40 unidades
LUM 5	Refletor	38 unidades
LUM 6	Projektor LED	12 unidades
LUM 7	Luminária de Iluminação pública convencional	1 unidades
LUM 8	Luminária highbay	8 unidades
LUM 9	Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (120 cm)	30 unidades
LUM 10	Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (60 cm)	31 unidades
Total		581 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas 800 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Relação de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	254 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	114 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente compacta	224 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED tubular (120 cm)	90 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED tubular (60 cm)	16 unidades
LAMP 6	Lâmpada LED bulbo	63 unidades
LAMP 7	Lâmpada mista	3 unidades
LAMP 8	Vapor de sódio de 70 W	1 unidades
LAMP 9	Vapor metálico de 400 W	18 unidades
LAMP 10	Vapor metálico de 200 W	17 unidades
Total		800 unidades



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

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



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: E.M. Iolanda Capobianco



LUM 8 - Luminária highbay
Local: Cemei Prof. Maria Jose



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2
lâmpada (120 cm)
Local: Cemei Prof. Maria Jose



LUM 5 – Refletor
Local: Prefeitura



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2
lâmpada (120 cm)
Local: Psf Monsenhor Joao



LUM 9 - Luminária de embutir retangular x2
lâmpadas (120 cm)
Local: Ubs Nossa Senhora Aparecida



LUM 4 - Luminária tipo arandela
Local: Ubs Nossa Senhora Aparecida



LUM 10 - Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: Ubs Nossa Senhora Aparecida

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

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 Campestre, 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 Campestre conclui em um total de 3.315 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 compensação da demanda dos prédios públicos, é necessário instalar

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



sistemas fotovoltaicos com potência total de 127 kWp. Para isso, considerou-se a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 17.631 kWh, incluindo do custo de disponibilidade¹ de 2.390 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 249 kWp. O consumo energético remanescente (29.2914 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 59%.

4.2. Capacidade estimada

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

Tabela 7 - Relação das unidades 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	3012020005	BAC129005368	CEMEI Prof. Maria José	Rua Francisco Campos Gonçalves, 80 - Cohab Lazaro Divino Gonçalves	Trifásico	Cerâmico	12.000	105	75
4A	3003300764	ABN878006697	Escola Municipal Iolanda C. Viana	Rua Primavera, 700 - Jardim Colina	Monofásico	Cerâmico	0	0	0
TOTAL							12.000	105	75

4.2.1. Relatório fotográfico

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

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

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 9 – Telhado cerâmico da CEMEI Prof. Maria José



Figura 10 – Disjuntor do prédio da Cemei Prof. Maria Jose



Figura 11 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Iolanda Capobianco



Figura 12 – Medidor da Escola Municipal Iolanda Capobianco

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

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

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

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 3.200 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 Campestre, foi proposto uma redução de aproximadamente 59% 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)
Vapor de Mercúrio	80	42	172
	125	52	720
	250	61	5
	400	110	20
Vapor de Sódio	70	42	211
	100	52	458

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

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
	150	52	11
	250	83	20
Total			1.617

Dessa forma, para estimativa de orçamento⁴ para a troca da iluminação pública do município, considerando-se um custo por ponto de R\$ 1.332,43, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 2.154.533,92.

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

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Campestre possui aproximadamente 3.135 pontos de iluminação. Como estimativa de orçamento⁴ para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerando-se um custo por ponto de R\$ 602,51, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R\$ 1.888.868,85.

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 Campestre possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 127 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\$ 762.050,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Campestre possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo remanescente da iluminação pública de

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



aproximadamente 249 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\$ 1.645.270,55.

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 Campestre.

Tabela 9 – Resumos dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 2.154.533,92	R\$ 1.888.868,85	R\$ 762.050,00	R\$ 1.645.270,55
Total	R\$ 6.450.723,32			



CONSÓRCIO
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.

CARMO

DA CACHOEIRA

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.....	8
2.2.2.4. Balastros	8
2.2.2.5. Braços e suportes.....	8
2.2.2.6. Postes	8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública.....	9
2.3.1. Introdução	9
2.3.2. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator ...	9
2.3.3. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação.....	10
2.3.4. Braços e suportes.....	10
2.4. Medições luminotécnicas.....	10
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	10
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	10
2.4.3. Resultados	11
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	16
3.1. Introdução	16
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados	16
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	18
3.3.1. Luminárias:	18
3.3.2. Lâmpadas:.....	18
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias	19
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	19
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	20
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR.....	20

(31) 3653-5193

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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	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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Carmo da Cachoeira/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 Carmo da Cachoeira, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	36 unidades consumidoras	1.260 pontos de IP
Consumo médio mensal	6.385 kWh	48.296 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8405	B4A – R\$ 0,4586
Custo médio mensal com energia	R\$ 5.366,35	R\$ 22.149,20

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Carmo da Cachoeira, 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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Carmo da Cachoeira

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	15	14	1,36	481,63
	125	13,75	138,75	176	158	24,61	8.714,18
	250	25,00	275,00	12	11	3,31	1.173,09
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	701	631	59,64	21.118,31
	100	17,00	117,00	240	216	28,34	10.034,63
	150	22,00	172,00	38	34	6,58	2.328,86
	250	30,00	280,00	9	8	2,53	895,75
LED	100	0,00	61,20	8	7	0,81	286,33
	150	0,00	71,20	61	55	9,22	3.263,25
Total				1.260	1.134	136,40	48.296,03

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

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 27 vias distintas, totalizando 125 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 6.

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 1 - Poste de concreto circular com 2 braços, luminárias abertas e lâmpadas vapor de sódio, localizado na Av. Lourival de Campos Reis.



Figura 2 – Poste de concreto DT com lâmpada vapor de sódio localizado na Rua José Clícério Chagas

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 Carmo da Cachoeira.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instaladas na cidade são do tipo vapor de sódio, com destaque para a lâmpada na potência de 70W, seguida pela potência de 100W, que representam juntas aproximadamente 75% do parque.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 988 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 fotocontrolador, representando um total de 78% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta, representam 16% (203 pontos) do total.

Além dessas luminárias, foram identificadas luminárias ornamentais tipo globo transparente instaladas em postes de aço ornamentais de 4m, como pode ser verificado na Praça da Igreja



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também a existência de luminárias LED (69 pontos, aproximadamente 5% do total) em vias de acesso (rodovia), vias centrais e no entorno da Praça da Igreja Nossa Senhora do Carmo.

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

As fotos apresentadas na figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no parque.

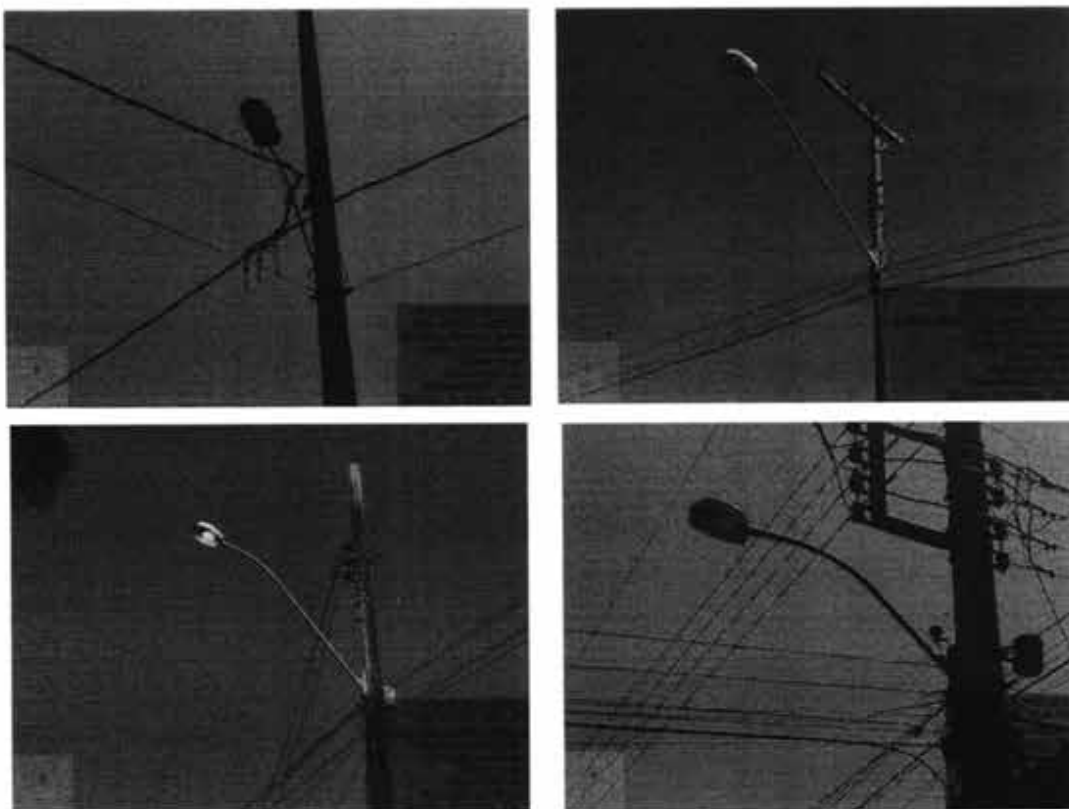


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação do município.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA 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 externa, ou existente na própria luminária.

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

2.2.2.4. Balastros

Aproximadamente 78% do parque (988 pontos) possuem balastros do tipo integrado. Os tipos externos representam 203 pontos.

2.2.2.5. Braços e suportes

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

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 31% de braços tipo leve I e houve identificação de braços tipo leve II. Os braços do tipo médio representaram 25% dos encontrados durante o levantamento. Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados como padrão pela distribuidora de energia

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo 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 31 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 8,00 m para vias de rolamento e 1,60 m para passeios.

Foi identificado também rede de baixa tensão do tipo isolada.

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 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 Carmo da Cachoeira.

Foram encontrados 9 tipos distintos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, conclui-se que o parque de iluminação pública do município não está devidamente padronizado. Quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

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

Atualmente, em Carmo da Cachoeira verifica-se que várias luminárias já não mais possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos auxiliares instalados em luminárias abertas e fechadas, dificultando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

Este problema se torna ainda mais sério quando se busca analisar as luminárias LED instaladas. Atualmente não existe em algumas luminárias LED instaladas no município nenhuma identificação visível ao nível da rua quanto a sua potência ou fluxo luminoso.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

2.3.3. 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.

2.3.4. Braços e suportes

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

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

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

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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



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

2.4.3. Resultados

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

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Características do logradouro										Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,87 lux	0,65	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,10 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



Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteagem	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Medida)	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	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	V5	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,60 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	0,09	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	29,00 lux	0,18	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	13,20 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	V5	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

(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 NBR 5101		
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (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	PAA	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	6,60 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	0,37	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,58	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.

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de
Minas



Rua Alves Corrêa – 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

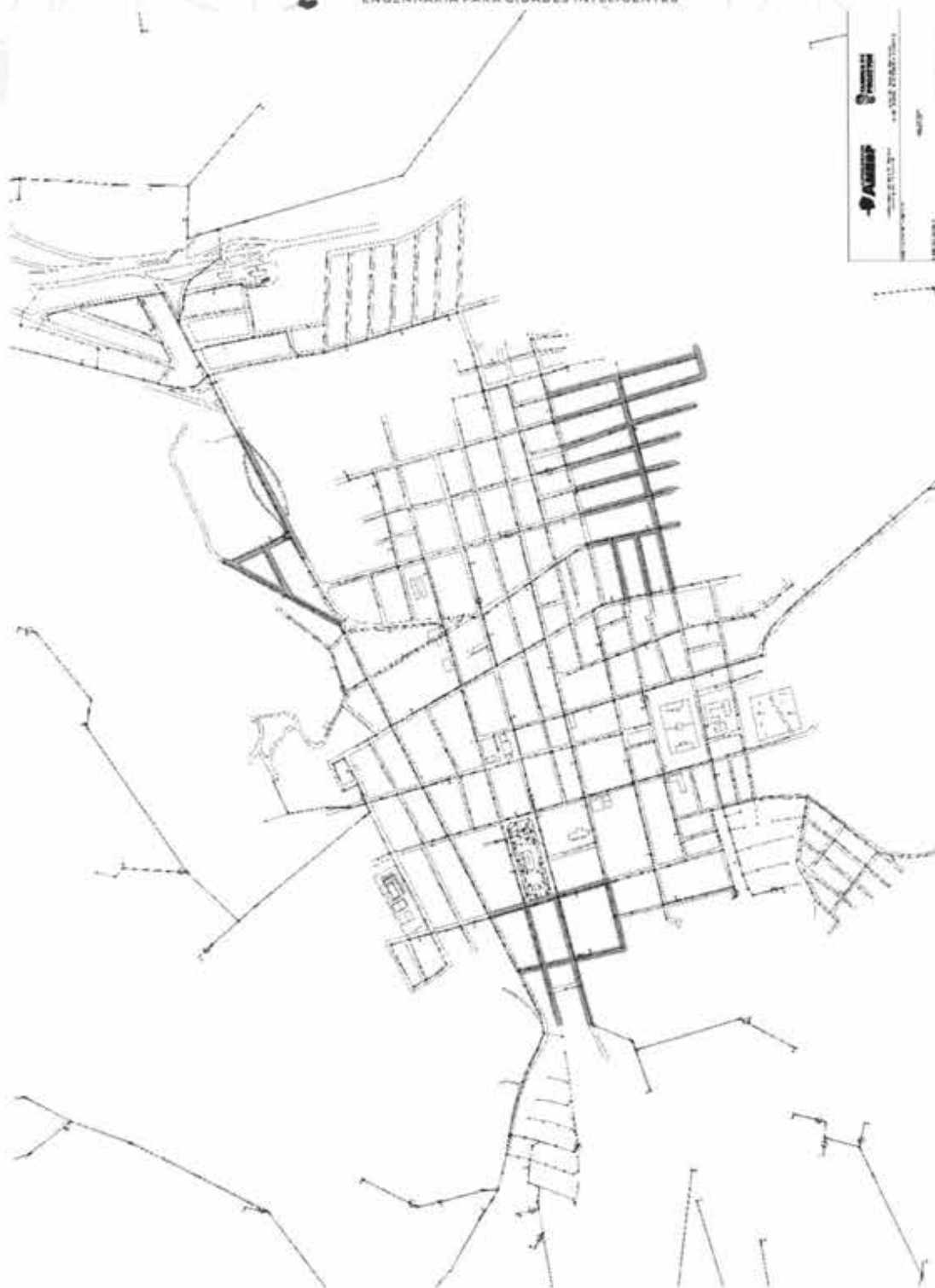


Figura 6 – Mapa cadastral do município de Carmo da Cachoeira com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA 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 público de Carmo da Cachoeira, 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, 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 (junho de 2021 a junho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Carmo da Cachoeira

Cód *	Nº do medidor	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A1	APD118127302	3001025950	Administração	Pm De Carmo Da Cachoeira-Rodoviária	Rua Dom Inocencio 617 Cx - Centro	Bifásico	661
1A2	API206020779	3003296472	Administração	Pm De Carmo Da Cachoeira Rodoviária	Rua Dom Inocencio 617 Cx A - Centro	Bifásico	124
2A	ARB137003719	3013143226	Administração	Garagem Veiculos Prefeitura	Rua Clovis Cesariano Vilela 30 Cx - Boa Vista	Trifásico	652
3A	AFD985006545	3005372925	Administração	Sec De Assistência Social	Pça Santo Antônio 640 Pm - Centro	Bifásico	156
4A	ABS924002680	3003296469	Administração	Pm Carmo Da Cachoeira Conselho Tute	Rua Dom Inocencio 617 Cs D - Centro	Monofásico	146
5A	AME120238618	3003296471	Administração	Pm Carmo Da Cachoeira Sm Assistencias S	Rua Dom Inocencio 517 Cs D - Centro	Monofásico	65
6A	AEX992003511	3005946736	Educação	Pm Carmo Da Cachoeira Escola Municipal	Rua Nilo Junqueira Vilela 72 Pm - São José Operário	Bifásico	424
7A	ARC123034842	3003296456	Educação	E M Moacir Resende	Rua Doutor Veiga Lima 1 Cx - Centro	Trifásico	354
8A	AFD985005639	3007695840	Saúde	Esf - Saúde Para Todos	Rua Antônio Rezende Vilela 2a - Centro	Bifásico	282
9B	ABP933013393	3003296487	Administração	Pm De Carmo Da Cachoeira Torre Tv Repetid	Rua Da Estação 1 Cd - Area Rural	Monofásico	842
10B	AEP859001399	3002469990	Administração	Casa Lar	Rua Dom Inocencio 97 Cs - Centro	Bifásico	366
11B	ARC123047531	3005864620	Administração	Pm Carmo Cachoeira U Reciclagem Do	Rua Da Estação 8n Pm - Area Rural	Trifásico	327

(31) 3653-5193

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód *	Nº do medidor	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
12B	APD118007593	3011021368	Administração	Pm C Cachoeira Imovel Mario T Reis	Rua Mario Teixeira Reis 115 Co - Centro	Bifásico	303
13B	AMF123083353	3003296485	Administração	Pm De Carmo Da Cachoeira Residencia	Rua Olimpio V Couza 75 Cs - Centro	Monofásico	250
14B	ARB087017676	3003296467	Administração	Pm De Carmo Da Cachoeira Almojarifado	Rua Dom Inocencio 1 Pm - Centro	Trifásico	246
15B	AEA008013718	3007646775	Administração	Municipio De Carmo Da Cachoeira	Rua Domingos R Rezende 560 - Centro	Bifásico	203
16B	AMF123083354	3003296474	Administração	Pm De Carmo Da Cachoeira Residencia	Tra Conego Zequinha 45 Cs A - Centro	Monofásico	162
17B	BAC111002881	3011092601	Administração	Pref Mun Carmo Da Cachoeira Evento	Pça Do Carmo 368 Co - Centro	Trifásico	160
18B	APD92002106	3004836905	Administração	Pm Carmo Da Cachoeira Em Arlindo L Oli	Rua Altamiro L Lima 1175 Pm - Palmital	Bifásico	109
19B	AEA043001692	3006714646	Administração	Pm Carmo Da Cachoeira	Rua Eugênio De Souza 350 Pm - Centro	Bifásico	101
20B	ABO013007548	3006554848	Administração	Pm Carmo Cachoeira Delegacia De Pol	Rua Odilon Pereira 287 Cx - Centro	Monofásico	78
21B	API214005679	3004836904	Administração	Pm Carmo Cachoeira Arquivo Municipal	Rua Padre Joaquim 93 Cx - Centro	Bifásico	67
22B	APJ214014931	3003296477	Administração	Pm De Carmo Da Cachoeira Cemitério	Rua Antonio J Dos Reis 927 Pm - Centro	Bifásico	56
23B	APD118016356	3011101780	Administração	Pm C Cachoeira Imóvel Ant Vitório	Rua Antônio Vitório 85 Cx - Palmital	Bifásico	22
24B	BAG172002772	3011031390	Administração	Pm C Cachoeira Imóvel Av Jk 800	Av Juscelino Kubstchek 800 Cx - Centro	Trifásico	9
25B	AHU969005073	3003479440	Administração	Sec Mun De Assistência Social	Rua Antonio J Dos Reis 74 Cx - Centro	Trifásico	6
26B	AME120238602	3003296468	Administração	Pm Carmo Cachoeira C Segurança Públ	Rua Dom Inocencio 9 Cs - Centro	Monofásico	3
27B	AFD985013282	3011507241	Administração	Arquivo Morto Prefeitura Municipal	Rua Olimpio V Couza 85 Cx - Centro	Bifásico	-
28B	ABG044051355	3007166602	Administração	Pm Carmo Cachoeira Delegacia De Pol	Rua Odilon Pereira 287 Cx A - Centro	Monofásico	-
29B	AME120238828	3004903732	Administração	Pm Carmo Da Cachoeira Repetidor Tv	Rua Piaui 1 Pm - Centro	Monofásico	-
30B	ABS924003184	3003296476	Educação	Pm Carmo Da Cachoeira Sec Educação	Tra Conego Zequinha 31 Pm - Centro	Monofásico	84
31B	AUJ107012435	3010904702	Educação	Escola Municipal São Sebastião	Fazenda Serra Rica 5118 Cs - Area Rural	Monofásico	67
32B	AHB061003105	3007466464	Esporte/ Lazer	Secretaria De Esportes	Rua Arthur Tiburcio 161 Cf - Centro	Trifásico	34
33B	BKC707005204	3004315240	Esporte/ Lazer	Secretaria De Esportes	Rua Oliveiros Reis 530 Pm - Centro	Trifásico	22
34B	ARD118011513	3001025591	Esporte/ Lazer	Campo De Futebol	Rua Luiz Caldeira 167 Cs A - Centro	Trifásico	4
35B	AME120238617	3003296464	Esporte/ Lazer	Secretaria De Esportes	Pça Santo Antônio 490 Pm - Centro	Monofásico	-
Total							6.385

*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.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Considerando a tarifa média de R\$ 0,8405 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 5.366,35 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

Foram identificadas aproximadamente 451 luminárias, agrupadas em 6 tipos, nas 8 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	227 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	52 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	8 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	101 unidades
LUM 5	Refletor	11 unidades
LUM 6	Projeto LED	52 unidades
Total		451 unidades

3.3.2. Lâmpadas:

Foram identificadas também 463 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	328 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	16 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	108 unidades
LAMP 4	Lâmpada mista	2 unidades
LAMP 5	Vapor metálico de 200 W	9 unidades
Total		463 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 Carmo da Cachoeira.

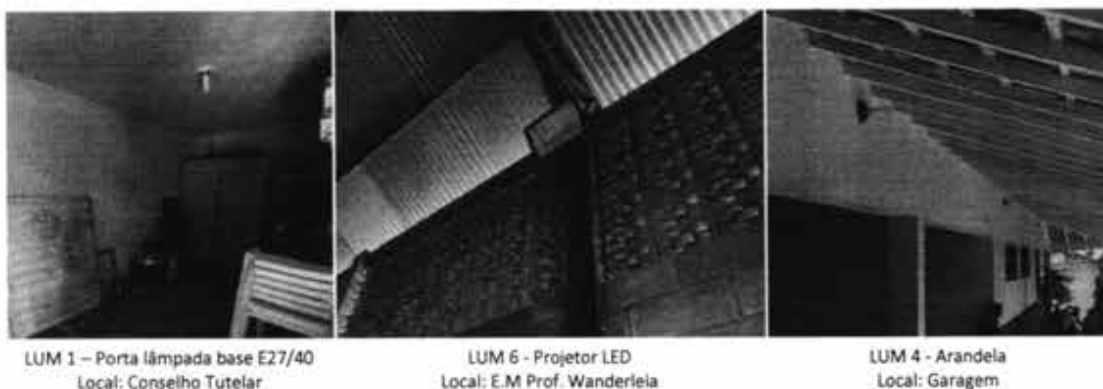


Figura 7 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

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 Carmo da Cachoeira, 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 Carmo da Cachoeira conclui em um total de 1.309 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

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

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, percebeu-se a predominância de porta-lâmpadas e luminárias do tipo arandelas com lâmpadas fluorescente compactas.

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 neste documento concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 36 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 3, de 6.385 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 2.060 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, é necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 189 kWp. O consumo energético remanescente (22.699 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução estimada de 53%.

4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada, de forma amostral dos espaços públicos visitados, de forma amostral, considerando 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).



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

Cód.	Nº do Medidor	Nº da Instalação CEMIG	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
6A	AEX992003511	3005946736	E.M. Prof. Wanderleia	Rua Nilo Junqueira Vilela 72 Pm - São José Operário	Bifásico	Cerâmico	1.600	14	10
7A	ARC123034842	3003296456	E.M. Dr. Moacir	Rua Doutor Veiga Lima 1 Cx - Centro	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
8A	AFD985005639	3007695840	ESF - Saúde Para Todos	Rua Antônio Rezende Vilela 2a - Centro	Bifásico	Cerâmico	1.600	14	10
TOTAL							6.300	54	40

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir, as figuras de 8 a 13, a 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 Carmo da Cachoeira.

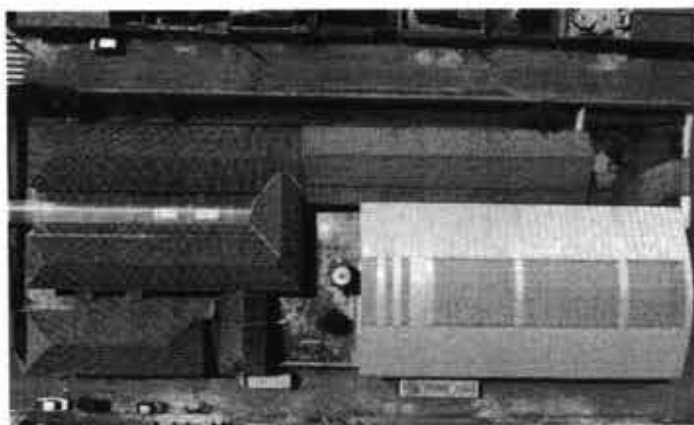


Figura 8 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Prof. Wanderleia



Figura 9 – Disjuntor da Escola Municipal Prof. Wanderleia



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

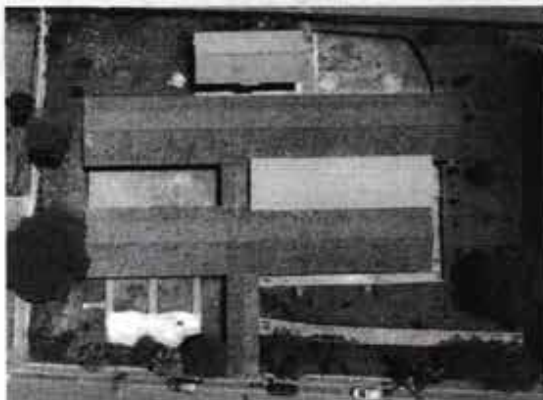


Figura 10 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Dr. Moacir Resende



Figura 11 – Medidor eletrônico da Escola Municipal Dr. Moacir Resende

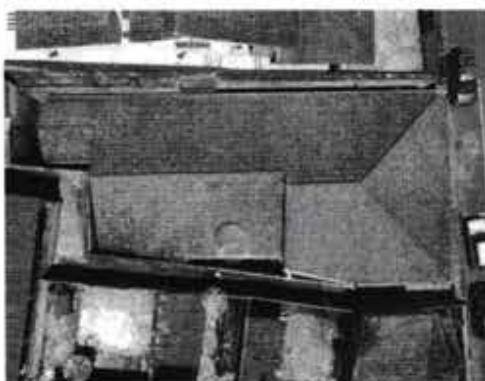


Figura 12 – Telhado cerâmico do posto de saúde PSF 3

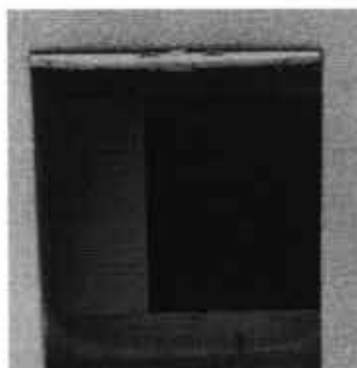


Figura 13 – Disjuntor do posto de saúde PSF 3

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 consumo dos prédios públicos de no mínimo 6.300 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais e postos de saúde. Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam amostrais, será possível compensar toda a 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 2.400 m² em local

apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para a construção de usinas relativas à produção energética da 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 auto suficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Carmo da Cachoeira, foi proposto uma redução de aproximadamente 53% 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	15
	125	52	176
	250	61	12
Vapor de Sódio	70	42	701

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

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

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
LED	100	52	240
	150	52	38
	250	83	9
	100	61	8
	150	110	61
Total			1.260

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\$ 1.678.857,60.

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 demonstrado anteriormente, estima-se que o município de Carmo da Cachoeira possui aproximadamente 1.309 pontos de iluminação. Para o orçamento⁴ da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R\$ 602,51 o custo total estimado para CAPEX é R\$ 788.685,59.

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 Carmo da Cachoeira possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 36 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\$ 216.250,00.

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Carmo da Cachoeira possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 189 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\$ 1.248.451,60.

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 dos sistemas solares conectados à rede para o município de Carmo da Cachoeira.

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\$ 1.678.857,60	R\$ 788.685,59	R\$ 216.250,00	R\$ 1.248.451,60
Total	R\$ 3.932.244,79			



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	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. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator ...	9
2.3.3. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação.....	9
2.3.4. Braços e suportes.....	9
2.4. Medições luminotécnicas.....	9
2.4.1. Malha para verificação detalhada.....	9
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância	10
2.4.3. Resultados	10
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	15
3.1. Introdução	15
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados	15
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	17
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado 19	
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	19

(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.....	19
4.1. Introdução	19
4.2. Capacidade estimada	20
4.2.1. Relatório fotográfico amostral.....	20
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR	21
5. Orçamentos – CAPEX.....	22
5.1. Iluminação pública	22
5.2. Iluminação dos prédios públicos	23
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	24
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	24
5.5. Resumo do CAPEX.....	24



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 Conceição dos Ouros/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 Conceição dos Ouros, 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	1.630 pontos de IP
Consumo médio mensal	8.977 kWh	74.069 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8505	B4A – R\$ 0,4584
Custo média mensal com energia	R\$ 7.635,22	R\$ 33.955,25

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Conceição dos Ouros, 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.



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Conceição dos Ouros

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	407	366	36,91	13.074,22
	125	13,75	138,75	474	427	66,28	23.479,49
	80 (IP24H)	9,60	89,60	2	2	0,18	70,66
	250	25,00	275,00	2	2	0,55	195,60
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	61	55	5,19	1.838,52
	100	17,00	117,00	545	491	64,35	22.797,29
	150	22,00	172,00	35	32	6,06	2.145,98
	250	30,00	280,00	102	92	28,67	10.156,40
	400	38,00	438	2	2	0,88	311,09
Total				1.632	1.469	209,07	74.069,22

*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 15 vias distintas, totalizando 125 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 6.

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

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 1 - Poste de concreto circular com lâmpada Vapor de Sódio, localizado na Av. Coronel Domingos Rosa



Figura 2 – Poste de concreto DT com lâmpada Vapor de Sódio, localizado na Rua Duque de Caxias.

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 Conceição dos Ouros.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instaladas na cidade são do tipo vapor de sódio, com destaque para a lâmpada na potência de 100 W, seguida pela lâmpada a vapor mercúrio de 80 W e 125 W.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 745 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 fotocontrolador, representando um total de 46% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam 54% (885 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.

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 fotocontroladores e tipos de comandos

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

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

(31) 3653-5193

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



2.2.2.4. Balastros

Aproximadamente 95% do parque possuem balastros do tipo integrado. Os do tipo externo representam 80 unidades.

2.2.2.5. Braços e suportes

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

Foram identificados também durante a etapa de levantamento de dados a utilização de braços fora de padrão dos braços tipo leve I, tipo leve II e tipo PA4.

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 31 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 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 10,00 m para vias de rolamento e 1,40 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Identificou-se também rede de baixa tensão do tipo isolada.

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

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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 Conceição dos Ouros.

Foram encontrados 9 tipos distintos de potências para as lâmpadas e luminárias instaladas, conclui-se 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. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

Verificou-se que nem todas as luminárias possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos auxiliares instalados em luminárias fechadas, dificultando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

2.3.3. 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.

2.3.4. Braços e suportes

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

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

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

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

(31) 3653-5193

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

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

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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



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

2.4.3. Resultados

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

(31) 3653-5193

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



de braço.

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro							Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classificação	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	24,67 lux	0,63	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	8,00 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	0,06	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	18,00 lux	0,15	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,88 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	4,87 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20

(31) 3653-5193

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



FABRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Características do logradouro							Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101				
Município	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braco	Posteagem	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Oriundo Alves Corrêa						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 Adelinio 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	3,00 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	20,33 lux	0,84	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	0,36	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

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

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

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

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

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



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de
Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

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

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA 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 público de Conceição dos Ouros, 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 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 Conceição dos ouros

Cód. +	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	3003298841	AHP891008583	Administração	Pm Conceição Dos Ouros Almoarifado	Rua Orlando Alves Correa 210 - Centro	Trifásico	1.239
2A	3003447623	ABA993064869	Administração	Secretaria De Obras	Rua Duque Caxias 69 - Centro	Monofásico	146
3A	3011573978	AME120199518	Administração	Centro De Refer Assist. Social Cras	Rua Duque Caxias 295 - Centro	Monofásico	86
4A	3006312224	ABA993064874	Educação	Conselho Tutelar	Rua Duque Caxias 25 - Centro	Monofásico	71
5A	3003298837	APA084018874	Saúde	Posto De Saúde - Municipal	Rua Orlando Alves Correa 99999 - Centro	Bifásico	1.375
6A	NI	AP0118025403	Educação	Esc. Mun. Prof. Inês	Rua Santa Barbara, 52	Bifásico	NI
7A	NI	NI	Educação	Esc. Mun. Prof. Cel. José Otavio Rosa,130	Rua Barão Camanducaia 118	NI	NI
8A	NI	NI	Educação	Esc. Mun. Prof. Maria José Rosa	Rua Irene Tito Vieira, 130	Bifásico	NI
9B	3000858387		Administração	Município De Conceição Dos Ouros	Rua Alves Correia 585 - Centro	Trifásico	1.165
10B	3003298844	ARB087019255	Administração	Pm Conceição Dos Ouros Sede	Pça Jose Maria Souza 99 - Centro	Trifásico	794
11B	3004446375	AHD027001630	Administração	Fatura Geral	Tra Santos Dumont 10 A - Centro	Trifásico	491
12B	3004446374	BMW939001307	Administração	Fatura Secretaria De Educação	Tra Santos Dumont 10 - Centro	Trifásico	480

(31) 3653-5193

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Cód. *	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de Instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
13B	3012728739	ARC149012577	Administração	Polícia Militar	Av Coronel Domingos Rosa 3 - Centro	Trifásico	449
14B	3011407789	APD126009985	Administração	Pref. Mun. Conceição Dos Ouros	Rua Jose Joaquim Campos 360 - Racominas	Bifásico	243
15B	3006373720	AHP939003775	Administração	Pm Conceição Dos Ouros Term. Rodovia	Av. Barão Rio Branco 170 - Centro	Trifásico	194
16B	3000492035	ARI172007579	Administração	Galpão De Reciclagem	Tra Antônio Eugenio Da Fonseca 35 - Cachoeirinha	Trifásico	170
17B	3003298839	ABR955004023	Administração	Pm Conceição Dos Ouros Centro Cultu	Av. Coronel Domingos Rosa 45 - Centro	Monofásico	77
18B	3006679238	AFG036023444	Administração	Sede Administrativa	Pça Jose Maria Souza 10 - Centro	Bifásico	94
19B	3014335194	APH203000653	Administração	Cemitério Municipal	Rua Jose Vieira Dos Santos 2 - Vila Industrial	Bifásico	18
20B	3003298852	AME112009455	Educação	Pm Conceição Dos Ouros Em Lindolfo	Est Barbosas 850 - Barbosas	Monofásico	281
21B	3003298848	AEX943010853	Educação	Pm Conceição Dos Ouros Escola Munic.	Est Três Cruzes 99 - Três Cruzes	Bifásico	106
22B	3003298842	AI214002593	Esporte/Lazer	Pm Conceição Dos Ouros Lazer J V So	Rua Duque Caxias 69 - Centro	Trifásico	93
23B	3014155284	BAG156001022	Esporte/Lazer	Parque De Eventos	Tra Santos Dumont 200 - Centro	Trifásico	65
24B	3013054957	ARC164004207	Esporte/Lazer	Quadra De Esportes Cachoeirinha	Rua Raimundo Cesar De Oliveira 50 - Cachoeirinha	Trifásico	86
25B	3013384316	APD167244339	Esporte/Lazer	Academia Ao Ar Livre	Rua Jefferson De Castro 335 - Quilombo	Bifásico	3
26B	3013200911	BAG172000561	Esporte/Lazer	Área Eventos Campo Futebol	Tra Santos Dumont 200 - Centro	Trifásico	-
27B	3010764734	ARB087018095	Saúde	Pref. Mun. Conceição Dos Ouro Raios-X	Rua Duque Caxias 630 - Centro	Trifásico	399
28B	3013035941	APD167057339	Saúde	Canil Municipal	Canil Municipal 9999 - Área Rural	Bifásico	327
29B	3010783396	ARC107005780	Saúde	Pref. Mun. Conceição Dos Ouro Ubs	Rua Padre Avelino 245 - Chácara	Trifásico	239
30B	3001751865	AAL708220570	Saúde	Esf Santa Efigênia	Rua João Tomas Freitas 66 - Santa Efigênia	Monofásico	165
31B	3000492012	AEX992019429	Saúde	Esf/Psf	Rua Barão Camanduia 100 - Centro	Bifásico	120
Total							8.977

*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\$ 0,8505 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 7.635,22 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 446 luminárias, agrupadas em 9 tipos, nas 8 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	137 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	211 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x4 lâmpadas (120 cm)	2 unidades
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	15 unidades
LUM 5	Luminária tipo arandela	13 unidades
LUM 6	Refletor	46 unidades
LUM 7	Luminária de iluminação pública convencional	3 unidades
LUM 8	Luminária de sobrepor retangular x1 lâmpada (120 cm)	11 unidades
LUM 9	Luminária spot x2 lâmpadas	8 unidades
Total		446 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas 686 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	178
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	32
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	441
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	12
LAMP 5	Lâmpada mista	12
LAMP 6	Vapor metálico de 200 W	6
LAMP 7	Vapor metálico de 400 W	5
Total		686 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 Conceição dos Ouros.



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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



LUM 4 - Luminária de sobrepor retangular x2
lâmpadas (60 cm)
Local: E.M. Cel. Jose Otavio



LUM 9 - Luminária spot x2 lâmpadas
Local: E.M. Prof. Maria Jose



LUM 8 – Luminária de sobrepor retangular x1
lâmpada (120 cm)
Local: Posto de Saúde



LUM 4 - Refletor
Local: E.M. Prof. Inês



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2
lâmpadas (120 cm)
Local: E.M. Prof. Maria Jose



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Secretaria de Obras



LUM 7 - Luminária de iluminação pública
convencional
Local: E.M. Prof. Inês



LUM 6 - Refletor
Local: Almoxarifado

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

(31) 3653-5193

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

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 Conceição dos Ouros, 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 Conceição dos Ouros conclui em um total de 1.922 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

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

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

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

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 58 kWp. Foi considerada a soma do consumo

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 8.977 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 1.980 kWh.

Para a demanda da iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 253 kWp. O consumo energético remanescente (30.368kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado, conforme anteprojeto, redução de 59%

4.2. Capacidade estimada

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

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

Cód.	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
6A	APO118025403	N.I.	E.M. Prof. Inês	Rua Santa Bárbara, 52	Bifásico	Cerâmico	1.600	14	10
8A	N.I.	N.I.	E.M. Maria José Rosa	Rua Irene Tito Vieira, 130	Bifásico	Cerâmico	1.600	14	10
TOTAL							3.200	28	20

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

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

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

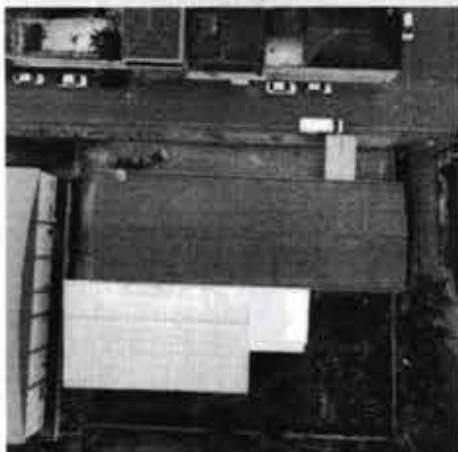


Figura 8 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Prof. Inês



Figura 9 – Padrão de entrada e medidor da Escola Municipal Prof. Inês



Figura 10 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Prof. Maria José



Figura 11 – Padrão de entrada da Escola Municipal Prof. Maria José

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

Identificou-se também, que se houver aumento de carga na unidade E.M. Maria José Rosa para um padrão de 200 A, torna-se capaz de produzir cerca de 10.000 kWh/mês. Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível

(31) 3653-5193

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 3.200 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 Conceição dos Ouro, foi dimensionada uma redução de aproximadamente 59% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 8.

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

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

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

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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	407
	125	52	474
	80	42	2
	250	61	2
Vapor de Sódio	70	42	61
	100	52	545
	150	52	35
	250	83	102
	400	150	2
TOTAL			1.630

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\$ 2.171.855,47.

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 Conceição dos Ouros possui aproximadamente 1.922 pontos de iluminação. Para orçamento⁴ da substituição 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\$ 1.158.024,22.

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.

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Conceição dos Ouros, possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 58 kWp. A estimativa do orçamento⁴ considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, é de R\$ 6.000,00 kWp. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R\$ 349.850,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Conceição dos Ouros, possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 253 kWp. A estimativa de orçamento⁴ considerado 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\$ 1.670.255,95.

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 Conceição dos Ouros.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 2.171.855,47	R\$ 1.158.024,22	R\$ 349.850,00	R\$ 1.670.255,95
Valor total estimado	R\$ 5.349.985,64			

(31) 3653-5193

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



CONSÓRCIO
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.

CONGONHAL

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	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.....	11
2.4.3. Resultados	11
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos	16
3.1. Introdução	16
3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados	16
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente	18
3.3.1. Luminárias:	18
3.3.2. Lâmpadas.....	18
3.3.3. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado	18
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos.....	19

(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.....	19
4.1. Introdução	19
4.2. Capacidade estimada de geração.....	20
4.2.1. Relatório fotográfico.....	20
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR	21
5.1. Iluminação pública	21
5.2. Iluminação dos prédios públicos	22
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos.....	23
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública	23
5.5. Resumo do CAPEX.....	23



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Congonhal/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 Congonhal, 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	2.039 pontos de IP
Consumo médio mensal	13.995 kWh	83.664 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R\$ 0,8497	B4A – R\$ 0,4584
Despesa média mensal	R\$ 11.890,99	R\$ 38.353,86

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

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

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

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

(31) 3653-5193

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



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

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	52	47	4,72	1.667,87
	125	13,75	138,75	14	13	1,96	692,43
	250	25,00	275,00	4	4	1,10	390,61
	400	35,00	435,00	9	8	3,92	1.391,40
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	265	239	22,55	7.974,32
	100	17,00	117,00	997	697	117,79	41.640,78
	150	22,00	172,00	38	34	6,58	2.326,37
	250	90,00	340,00	2	2	0,68	198,84
LED	60	0,00	60,00	14	13	0,86	302,48
	100	0,00	100,00	414	373	41,85	14.801,75
	130	0,00	130,00	2	2	0,26	92,73
	150	0,00	150,00	228	205	34,45	12.188,88
Total				2.039	1.637	236,55	83.664,04

*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 20 vias distintas, totalizando 125 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 circular com luminárias fechadas com lâmpada vapor de sódio, localizado no cruzamento das vias Av. Brasil esquina com R. Cel. Evaristo Silva



Figura 2 – Perímetro urbano da Rod. Juscelino Kubitschek de Oliveira (BR-459) esquina com R. Manoel Benedito dos Santos com postes de concreto circular com luminárias LED instaladas em braço médio

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 Congonhal.

2.2.2.1. Lâmpadas

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

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 1.300 pontos de luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé fotocontrolador, representando um total de 63% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam apenas 4% 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.

Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também a existência de luminárias LED (aproximadamente 50% do total) em vias de acesso (rodovia), vias centrais, como na Rua Prudente de Moraes e Rua Cel. Evaristo Silva, e no entorno da praça Com. Ferreira de Matos.

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

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



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

2.2.2.3. Relés fotocontroladores 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.



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

2.2.2.4. Balastros

Aproximadamente 64% do parque possuem balastros do tipo integrado. Os do tipo externo representam aproximadamente 80 unidades.

2.2.2.5. Braços e suportes

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

Já nas vias afastadas da área central e vias mais periféricas, foi identificada uma presença significativa de braços leve I e curto. Foram identificados também a utilização de braços fora de padrão do tipo leve 2.

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 um número significativo postes do tipo concreto duplo T. Já nas praças do município, podem ser encontrados postes de aço reto em alturas diversas.

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

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

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

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

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

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 Congonhal.

Foram encontrados 12 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas e conclui-se que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado.

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

2.3.2. Refratores de policarbonato danificados

Conforme pode-se verificar em alguns exemplos detalhados na Figura 4 abaixo, 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.

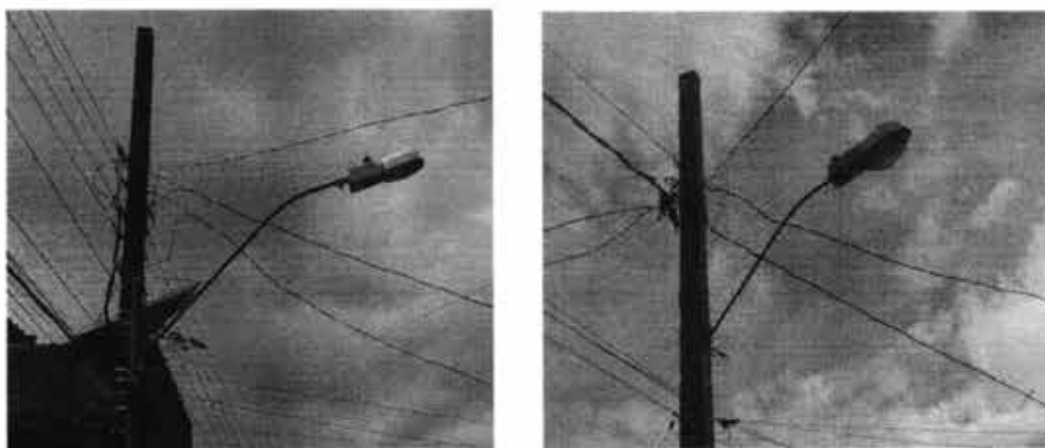


Figura 4 – Luminárias com refrator de policarbonato danificado ou faltando.



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.

Atualmente não existe em algumas luminárias LED instaladas no município nenhuma identificação visível ao nível da rua quanto a sua potência ou fluxo luminoso.

2.3.4. Plaquetas de identificação 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 aproximadamente 10% de braços Tipo Leve I. Esses braços foram retirados do padrão da distribuidora de energia ainda na década de 1980, e atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados com padrão.

Foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

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

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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



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

2.4.3. Resultados

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

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

(31) 3653-5193

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



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	Illuminância média medida	Uniformidade medida	Illuminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
Congonhal	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,68	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,30 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patricio Palva	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	17,67 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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Município	Características do logradouro						Medição (luxímetro)				Requisito mínimo NBR5101		
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braco	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade e medida	Iluminância média mínima (Emeda)	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	V2	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	26,80 lux	0,43	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troia	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
Nabéria	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

	Superdimensionado
	Subdimensionado
	Adequado

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

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

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

(31) 3653-5193

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



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

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

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



Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira –
Espírito Santo do Dourado



Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues –
Cachoeira de Minas



Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de
Minas



Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de
Minas



Rua Alves Corrêa – Conceição dos Ouros



Rua Maestro Orlando Alves Corrêa –
Conceição dos Ouros

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



**FÁBRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



Figura 7 – Mapa cadastral do município de Congonhal 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 Congonhal, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados

A avaliação da quantidade de unidades a serem levantadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram visitadas 10 unidades consumidoras de diferentes secretarias, como a Secretaria de Educação, de Saúde, de Esporte e Lazer, etc.

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

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

Cód.	Nº do medidor	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	ABB988091726	3003299278	Administração	CAPS - Centro De Atendimento Psicossocial	Rua Pulcheria P Pinto 125	Monofásico	141
2A	AMI149097849	3006443811	Administração	Velório/ Polícia Civil	Rua Joao L Santos 257	Monofásico	24
3A	BKC707009916	3007126549	Educação	Escola M. João Lúcio Dos Santos	Rua Joao P Lopes 375	Trifásico	1.661
4A	BAC129001307	3011573147	Educação	Cmei Prof. Vita Alves De Lima	Rua Cesário Alvim 558	Trifásico	822
5A	AET925005662	3004553198	Educação	Esc. Jose Inácio	Rua Jose Do Patrocinio 140	Bifásico	262
6A	AME112009552	3011086200	Educação	Escola M. João Lúcio Dos Santos	Rua Joao P Lopes 325	Trifásico	-
7A	APD167202590	3013233511	Esporte/Lazer	Praça Esportes Manoel Benedito Dos Santos	Av Tuany Toledo 77	Bifásico	679
8A	ARC156013955	3010148888	Esporte/Lazer	Estádio Municipal	Av Tuany Toledo 37	Trifásico	213
9A	AHB968009179	3005140996	Saúde	Secretaria De Saúde	Av Brasil 27	Trifásico	2.711
10A	AFD027000725	3010681923	Saúde	Rede Farmácia Popular	Rua Bom Pastor 222	Bifásico	308
11B	ARC149000415	3005068471	Administração	Paco Municipal De Congonhal	Rua Campos Sales 300	Trifásico	1.499
12B	ARC156013927	3003299274	Administração	Fonte Sonora Congonhal	Pca Com Ferreira Matos 90	Trifásico	541
13B	AEU035002476	3004664155	Administração	Cemitério Municipal Congonhal	RD. JK 99999	Bifásico	352
14B	AHU068000591	3003299280	Administração	Biblioteca Prof. Lazara Congonhal	Rua Duque Caxias 282	Trifásico	322
15B	AHP891008361	3003299283	Administração	Terminal Rodoviário	Rua Mario Silveira 839	Trifásico	282

(31) 3653-5193

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



FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

Cód *	Nº do medidor	Nº da instalação CEMIG	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
				Congonhal			
16B	AEA05000368	3003299279	Administração	Cras Pulceria Pinto Congonhal	Rua Campos Sales 124	Bifásico	169
17B	APJ222501576	3006027131	Administração	Garagem Prefeitura Congonhal	RD. JK 85	Trifásico	120
18B	AML211057849	3006464493	Administração	Polícia Civil Congonhal	Rua João L Santos 243	Monofásico	70
19B	AHP925001303	3003512217	Esporte/Lazer	Pca Esporte V Meyer Congonhal	Rua Vinicius Meyer 57	Trifásico	1.069
20B	AHD027012690	3006295771	Esporte/Lazer	Poliesportivo Congonhal	Rua Vinicius Meyer 700	Trifásico	727
21B	ARC107023976	3010873658	Saúde	Pronto Atendimento 1 Congonhal	Av. Brasil 37	Trifásico	783
22B	AME112009523	3003299272	Administração	Polícia Militar Congonhal	Rua Prudente Moraes 54 Sede	Monofásico	353
23B	AJP842000650	3003299285	Administração	Repetidor Tv São Domingos Congonhal	Est São Domingos 99	Monofásico	219
24B	ARC180002981	3007347086	Administração	Cras Jd Planalto	Rua Jose Do Patrocínio 528	Trifásico	214
25B	APJ21408034	3014805534	Administração	Município De Congonhal	Rua Luiz Teixeira 831	- Bifásico	17
26B	API222010195	3014899563	Administração	Iluminação Para Eventos	Rua Benedito L De Souza 204	Bifásico	7
27B	API222010158	3014899577	Administração	Letreiro	Rua São Pedro 6	Bifásico	0
28B	ARI214003213	3014847945	Administração	Prefeitura Municipal	Pca Comendador Ferreira De Matos 68	Trifásico	0
29B	APJ222598101	3014862866	Administração	Prefeitura Municipal	Centro De Zoonoses 9999	Bifásico	-
30B	API214054036	3014845725	Administração	Município De Congonhal	Rua Mato Grosso 125	- Bifásico	-
31B	GPC2131103322	3014815488	Água E Esgoto	Ete Copasa Lot Campos São Jose	Rua Benedito De Nilson Balbino 10	Trifásico	3
32B	AMH195139104	3003299290	Educação	Escola Mun Ferreira Matos Congonhal	Est Grota Rica 15	Monofásico	13
33B	ABP925026457	3006406527	Educação	Escola Rural B Marianos Congonhal	Est Marianos 13	Monofásico	7
34B	AMH138216661	3012103678	Educação	Escola Mun B Coutinho Congonhal	Bairro Dos Coutinhos 9999	Monofásico	3
35B	BAC111000336	3004425609	Educação	Escola Mun Santa Ines Congonhal	Est São Domingos 99	Monofásico	-
36B	AHT016000823	3007059287	Esporte/Lazer	Padrao Evento Pca Matos 1 Congonhal	Pca Com Ferreira Matos 11	Trifásico	32
37B	ARB087017317	3011732766	Esporte/Lazer	Padrão Evento Pca Com Congonhal	Pca Com Ferreira Matos 16	Trifásico	-
38B	AGA811002063	3003992805	Saúde	Posto Saúde Centro Congonhal	Rua Jose A Ferraz 108	Bifásico	182
39B	AMM214014682	3001394420	Saúde	Posto Saúde B Primavera Congonhal	Rua Rubens V Dos Santos 166	Monofásico	181
40B	AEP925009081	3003299287	Saúde	Posto Telefone S Domingos Congonhal	Est São Domingos 99	Bifásico	9
Total							13.995

*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 unidades que não foram visitadas.

Considerando a tarifa média de R\$ 0,8497 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R\$ 11.890,99 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:

Nas 10 instalações visitadas, foram identificadas aproximadamente 1.330 luminárias, agrupadas em 9 tipos, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	569 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	369 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	22 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	68 unidades
LUM 5	Refletor	151 unidades
LUM 6	Projeto LED	116 unidades
LUM 7	Luminária de iluminação pública ornamental (Globo)	3 unidades
LUM 8	Luminária de embutir retangular x1 lâmpadas (120 cm)	3 unidades
LUM 9	Luminária de sobrepor retangular LED	29 unidades
Total		1.330 unidades

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas 1.605 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	640 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	741 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	44 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	10 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED tubular (120 cm)	38 unidades
LAMP 6	Vapor metálico de 200 W	60 unidades
LAMP 7	Vapor metálico de 400 W	24 unidades
LAMP 8	Vapor de sódio de 400 W	48 unidades
Total		1.605 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 Congonhal, 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 Congonhal conclui em um total de 3.076 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

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

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

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

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

4. 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 94 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 13.995 kWh, incluindo o custo de disponibilidade¹ de 2.700 kWh.

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



Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 363 kWp. O consumo energético remanescente (43.505 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 48%.

4.2. Capacidade estimada de geração

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

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

Cód.	Nº do Medidor	Nº da Instalação CEMIG	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
3A	BKC707009916	3011086200	Escola M. João Lúcio dos Santos	Rua João P. Lopes, 325 – Bela Vista	Trifásico	Telhado cerâmico	6.700	56	40
4A	BAC129001307	3011573147	Cmei Prof. Vita Alves de Lima	Rua Cesário Alvim, 558 – Jardim Planalto	Trifásico	Telhado cerâmico	9.300	78	60
TOTAL							16.000	134	100

4.2.1. Relatório fotográfico

As Figuras 8 e 9 a seguir apresentam a vista aérea de algumas edificações da PM de Congonhal.



Figura 8 – Telhado cerâmico da CEMEI Prof. Vita Alves de Lima

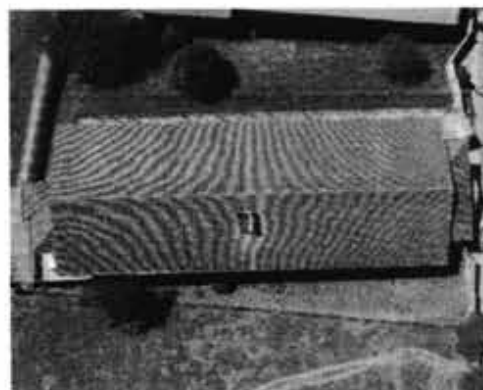


Figura 9 – Telhado cerâmico da Escola Municipal João Lúcio dos Santos



**FABRICA DE
PROJETOS**

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES



4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para consumo dos prédios públicos, de 16.000 kWh/mês, com a instalação de 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 4.700 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

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

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Congonhal, foi dimensionada uma redução de aproximadamente 48% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado de forma resumida na Tabela 8 a seguir.

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

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED,

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

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

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	52
	125	52	14
	250	61	4
	400	110	9
Vapor de Sódio	70	42	265
	100	52	997
	150	52	38
	250	83	2
LED	60	52	14
	100	61	414
	130	110	2
	150	110	228
TOTAL			2.039

Dessa forma, para estimativa de orçamento⁴ para a troca da iluminação pública do município, considerando-se um custo por ponto de R\$ 1.332,43, obteve-se um CAPEX total igual a R\$ 2.716.817,97.

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

Estima-se que o município de Congonhal possui aproximadamente 3.076 pontos de iluminação. Como estimativa de orçamento⁴ para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerando-se um custo por ponto de R\$ 602,51 e assim o CAPEX total igual a R\$ 1.853.320,76.

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

⁴ Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.



5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Congonhal possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 94 kWp. A estimativa de orçamento⁴ para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, considerando-se um custo por kWp de R\$ 6.000,00 e o CAPEX total estimado para este município é igual a R\$ 564.750,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Congonhal possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 363 kWp. Como estimativa de orçamento⁴ para a construção das usinas para iluminação pública, considerando-se um custo por kWp de R\$ 6.600,00, obteve-se um CAPEX total igual a R\$ 2.392.790,40.

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 de sistemas solares conectados à rede para o município de Congonhal.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R\$ 2.716.817,97	R\$ 1.853.320,76	R\$ 564.750,00	R\$ 2.392.790,40
Valor total estimado	R\$ 7.527.679,13			