CONSÓRCIO AMESP

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA MICRORREGIÃO DO MÉDIO SAPUCAÍ

APÊNDICE A

CADERNO DE DIAGNÓSTICOS DE ENGENHARIA.

FÁBRICA DE PROJETOS

ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
Janeiro, 2023
Belo Horizonte

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. Ipuiuna 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

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.

ANDRADAS

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

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.

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Andradas

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 Andradas 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 possiblidades 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

AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

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

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)
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

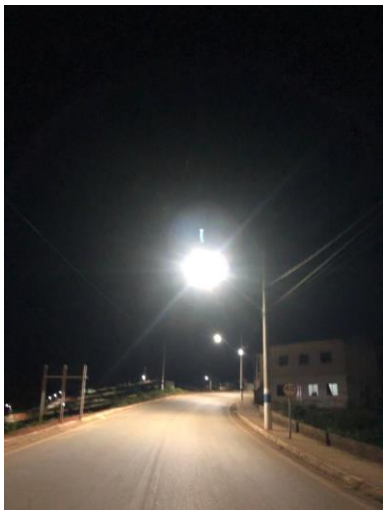
Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

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 2 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitscheck 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).

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

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	BKC79800000193	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 Andradas	Rua Dannyel De Oliveira De Paula 129 - Jardim Mantiqueira Ii	Trifásico	847
11B	BAB075002026	3007732551	Educação	Creche Ermelinda Casceli Andradas	Rua São José 391 - Vila Santa Rita	Bifásico	1.178
12B	AHW958003195	3004947592	Educação	Escola Jose Luiz Sasseron Andradas	Rua João G Lopes 213 - Jardim Primavera	Trifásico	946
13B	AHN969001043	3003672145	Educação	Escola Paulo A Drumond Andradas	Av Solon Ribeiro 188 - Vila Caracol	Trifásico	774
14B	ARC099011394	3003300006	Educação	Escola E Adolfo Marques Andradas	Rua Um 800 - Campestrinho	Trifásico	673
15B	AJE062042250	3003299991	Educação	Escola E Daura Dagmar Andradas	Rd Vargem Do Rigoni 89 - Vargem Do Rigoni	Monofásico	752
16B	AJE47008535	3006760775	Educação	Escola Mun. B Gonçalves Andradas	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 Andradas	Est Rochela 275 - Área Rural	Monofásico	492
19B	AHB046001977	3006637872	Educação	Escola Fca V Peçanha Andradas	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 Andradas	Rd Campestrinho 765 - Campestrinho	Bifásico	54
23B	AHP9250009681	3003299987	Esporte/ Lazer	Estádio Mun. 7 de setembro Andradas	Av Antônio Gonçalves 178 - Sete De Setembro	Trifásico	784
24B	AHP891002420	3003299975	Saúde	Posto Saúde Central Andradas	Rua Tiradentes 55 - Alto Alegre	Trifásico	1.415
25B	AHB079000052	3010078188	Saúde	Posto Saúde Jd Rio Negro Andradas	Rua Dos Ribeiros 9999 - Jardim Rio Negro	Trifásico	842
26B	AHB053000709	3003300003	Saúde	Posto Saúde Campestrinho Andradas	Rua onze 810 - Campestrinho	Trifásico	826
27B	ARC149007610	3003299999	Saúde	Posto Saúde Graminea Andradas	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

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	AEP867005284	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	Projetor 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.

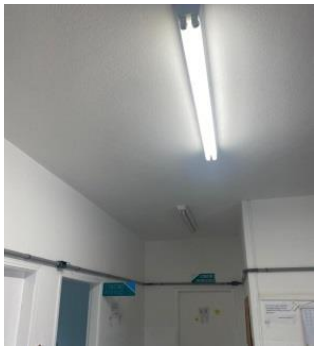
Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

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 disponibilidade[1] 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 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)
5A	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 Andradas.

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

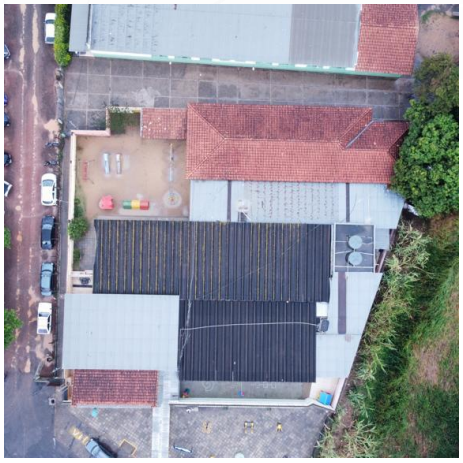


Figura 8 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Caracolzinho

Figura 9 – Padrão de entrada da Escola Municipal Caracolzinho

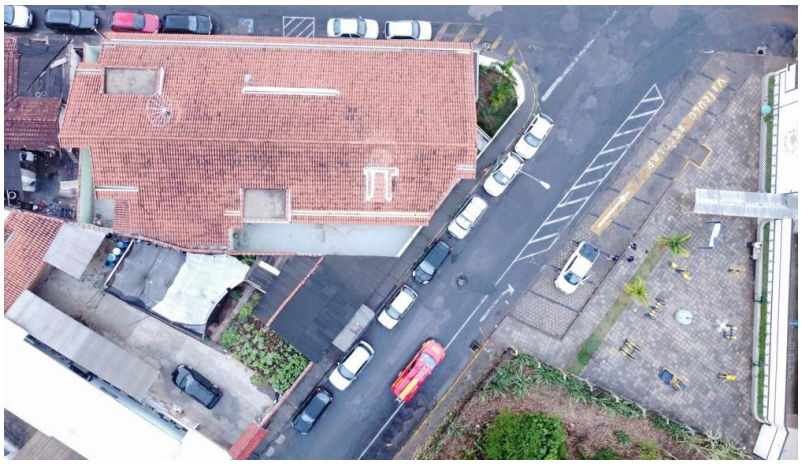


Figura 10 – Telhado cerâmico do Posto de Saúde Irmã Maria

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.

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 instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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 orçamento[4] 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 oorçamento[4] 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 orçamento[4] considerada para a construção das usinas para

[4] Ver **Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.**

atendimento aos prédios públicos, é de R$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R$ 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 orçamento[4] 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

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

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

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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, representado 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.

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	0,66	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

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)
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschec k de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20

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)
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

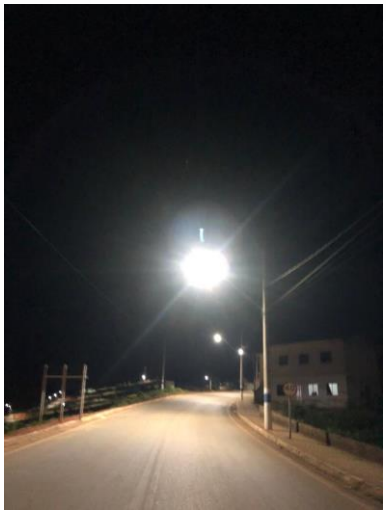
Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

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

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

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

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

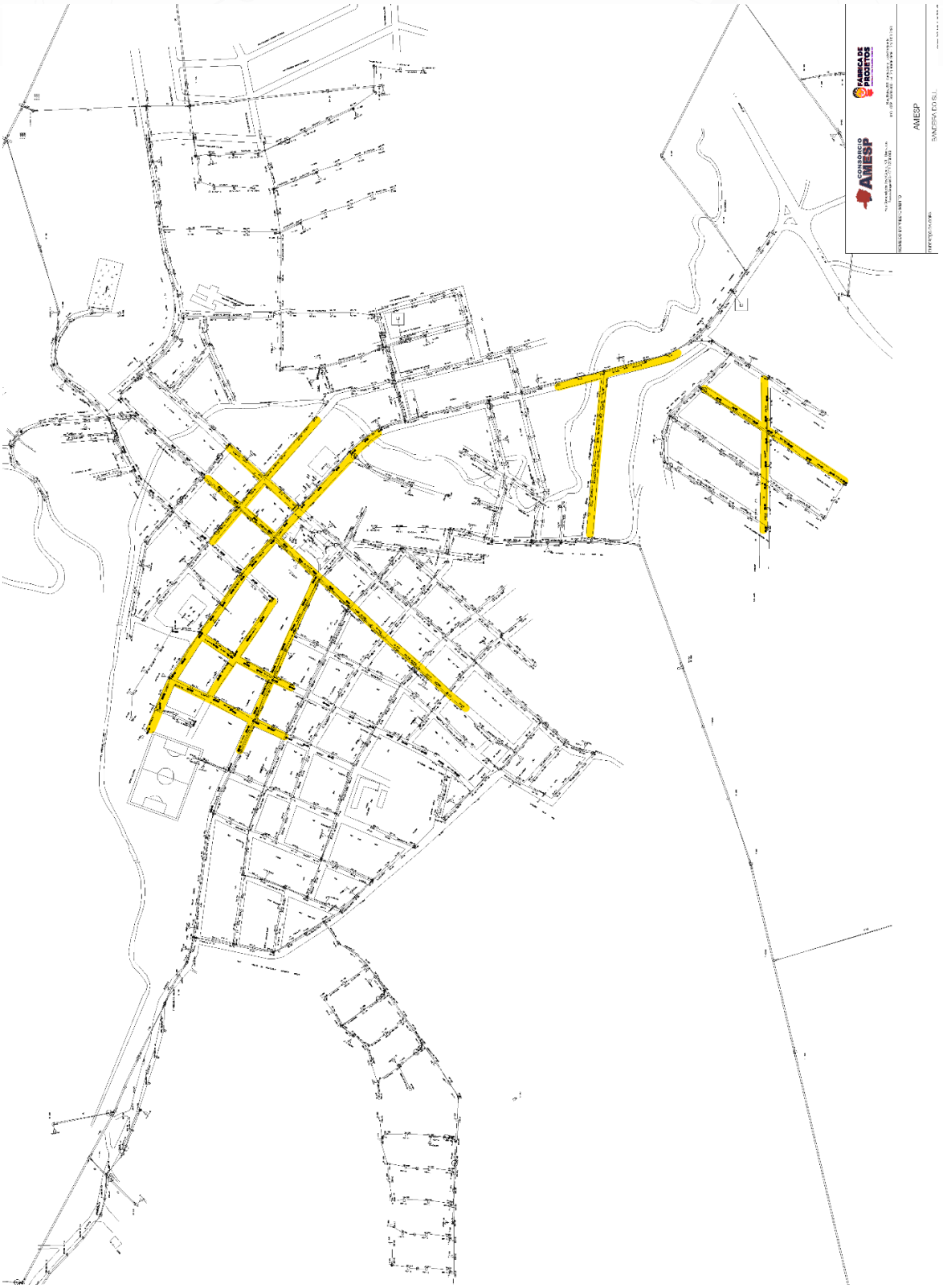


Figura 8 – Mapa cadastral do município de Bandeira do Sul com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios 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

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	Projetor 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

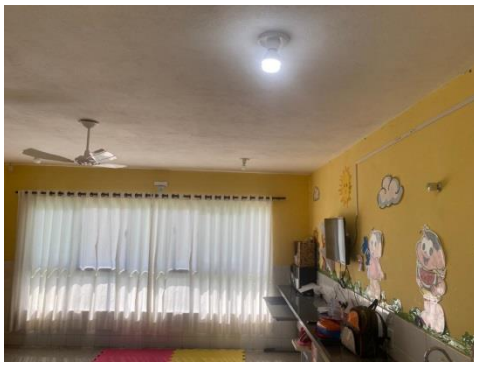
Foram identificadas também 748 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

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**

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

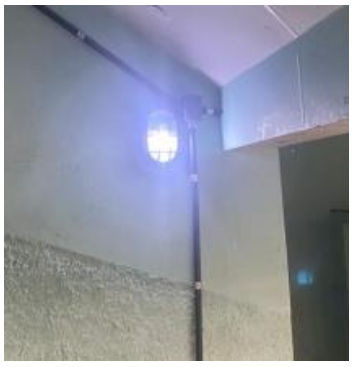
As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Bandeira do Sul.



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

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

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 instaladas[1], que por sua vez já estão depreciadas[2].

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 orçamento[3] 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 orçamento[3] 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 orçamento[3] 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 orçamento[3] 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

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

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

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.

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.

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.

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.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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

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

2.4.3. Resultados

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

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

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

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Gomes de Oliveira						Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

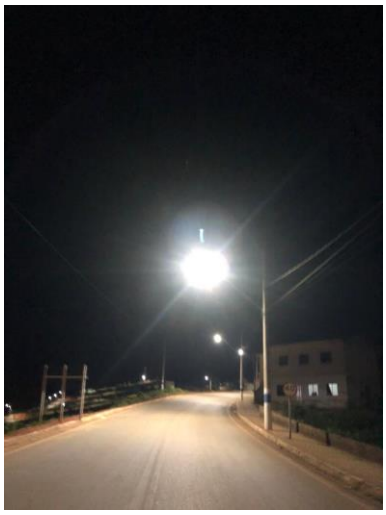
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

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

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

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

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

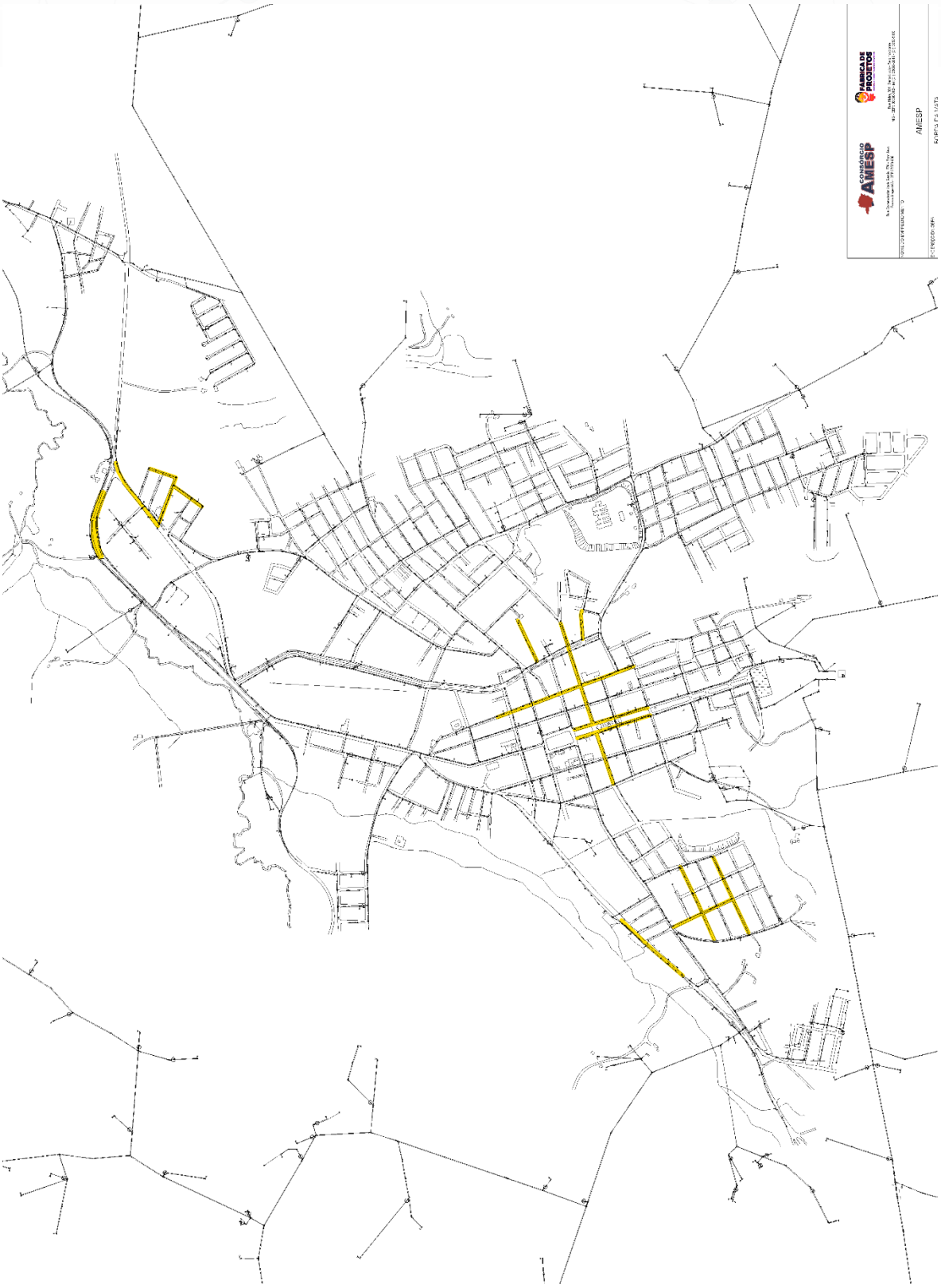


Figura 6 – Mapa cadastral do município de Borda da Mata com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios 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 vistoriadas 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

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 Cobra, 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 Olivio 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	APJ206003045	3011016525	Água E Esgoto	P.m. Borda Da Mata Poço Artesiano Serrinha	Est Serrinha 99999 Nr	Bifásico	1.270
44B	APJ20603634	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

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 visitados.

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.

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	Projetor 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**

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 sobrepor retangular com lâmpadas florescentes, 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.

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 disponibilidade[1] 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).

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

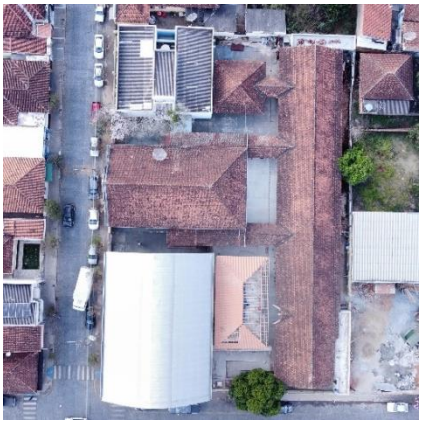


Figura 8 – Telhado cerâmico da Escola Municipal B. Braga Cobra

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

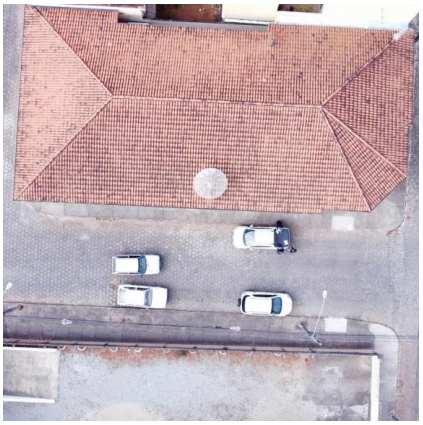


Figura 10 – Telhado cerâmico da UBS Monsehor Pedro Cintra

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

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 instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

[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.

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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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.**

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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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**			

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.

BUENO BRANDÃO

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

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

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

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.

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.

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

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.

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.

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.

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

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

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

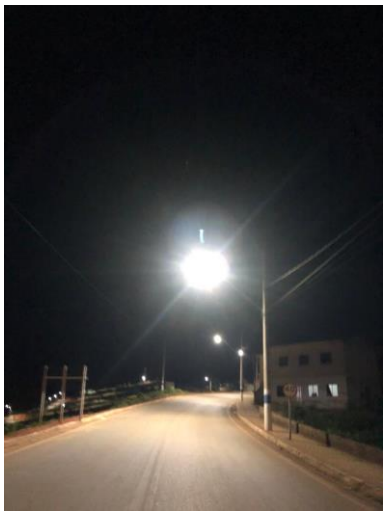
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

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

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

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

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

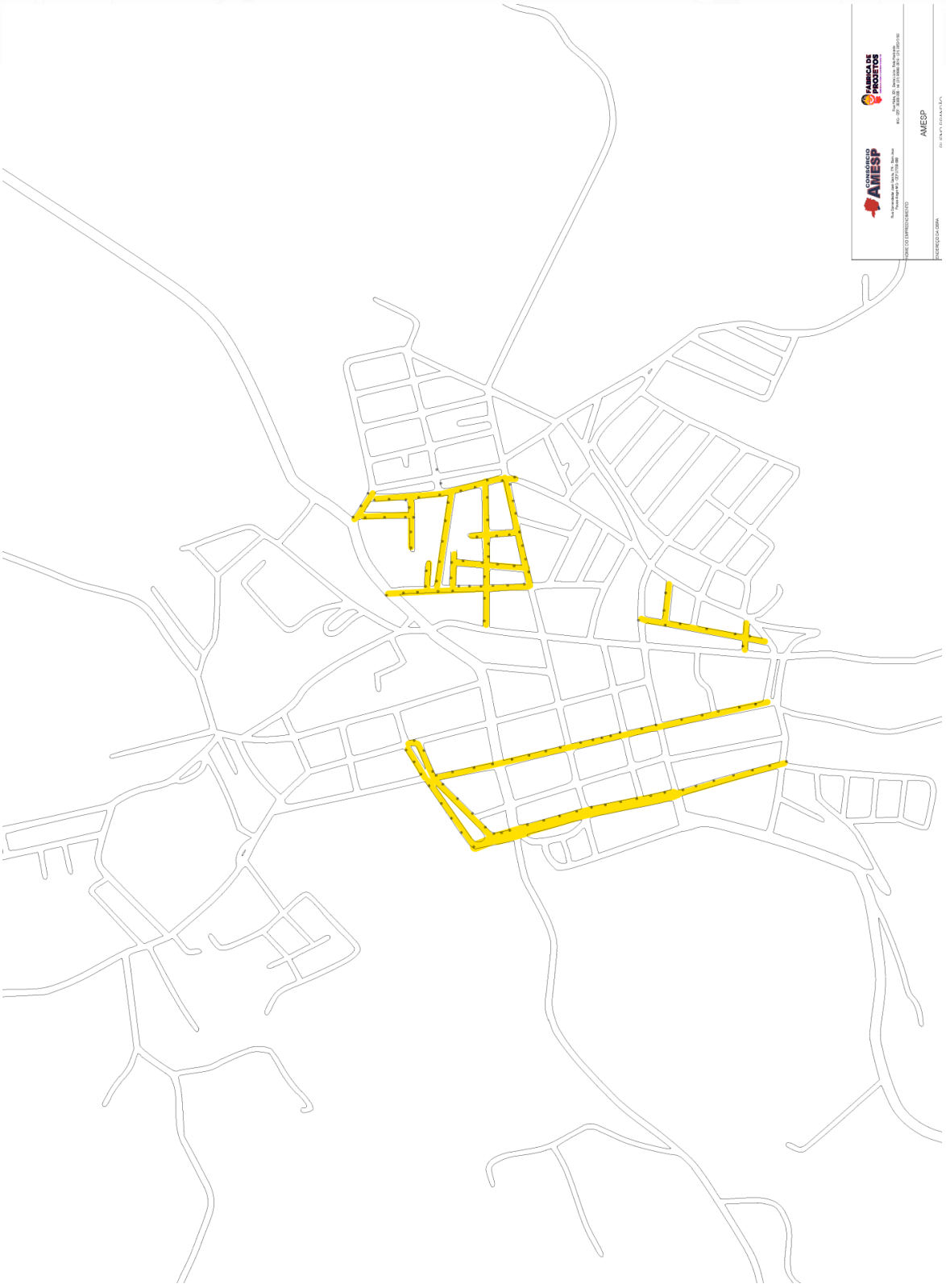


Figura 8 – Mapa cadastral do município de Bueno Brandão com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de 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 Heliana Goncalves 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

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	Agua 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 Brigagao	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 Joao	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	00000B27610	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 Joao	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.

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	Projetor 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.

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.

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 disponibilidade[1] 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).

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 instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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.

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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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.**

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 orçamento[4] 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**			

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.

CACHOEIRA DE MINAS

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

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

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

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.

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.

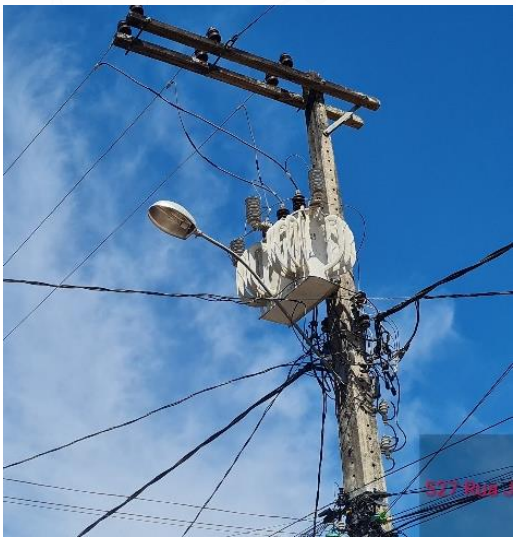


Figura 1 – Foto de poste de concreto DT com luminária aberta e lâmpada vapor de sódio 70W, localizado na Rua João Machado Homem.

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.

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, 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.

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.

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

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

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

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

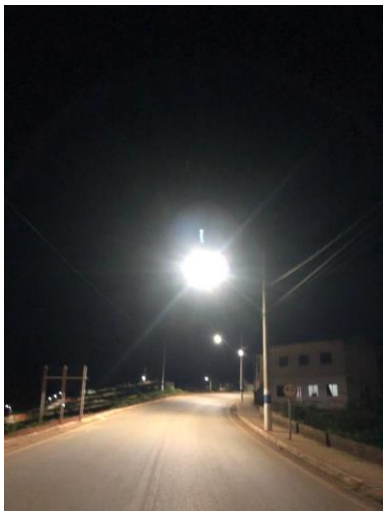
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

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

detrimento do menor consumo de energia.

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

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

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

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de 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

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 Almoxarifado	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	APJ222598267	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

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	Projetor 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**

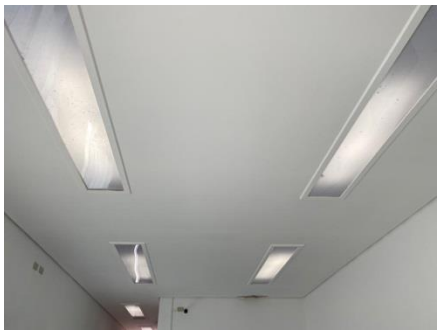
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

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.

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.

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 disponibilidade[1] 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).

4.2. Capacidade estimada

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

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

Cód.	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
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. Edleia 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.

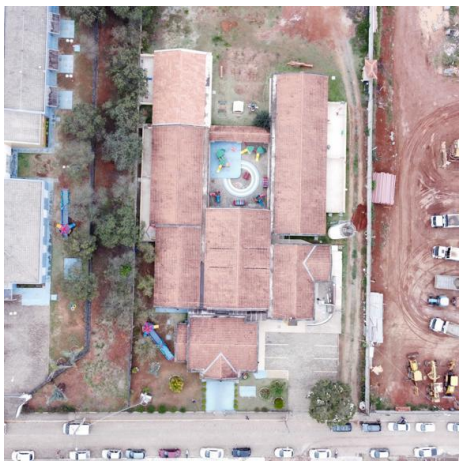


Figura 8 – Telhado cerâmico da Creche Prof. Edileia

Figura 9 – Medidor eletrônico da Creche Prof. Edileia

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

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 instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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 aluminío, 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	60	52	11
	70	52	26
	91	61	31
	100	61	294
	150	110	44
Total			**1.711**

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento[4] 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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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 **Apendice 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 orçamento[4] 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**			

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.

CAMANDUCAIA

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

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

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

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.

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.

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.

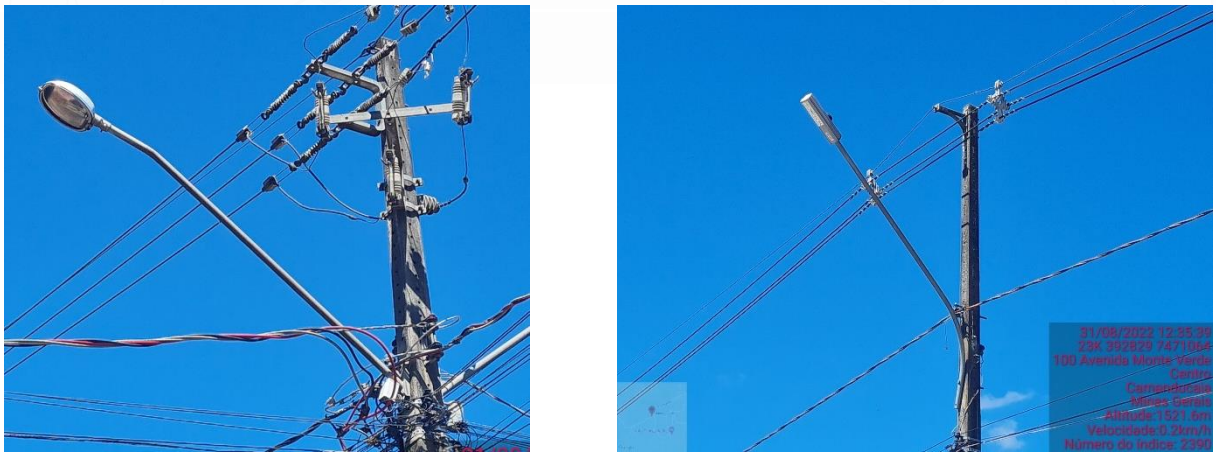


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação

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.

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.

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.

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

30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotos sensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 4 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.

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

2.4.3. Resultados

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

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo 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
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20

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)
	Gomes de Oliveira						Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

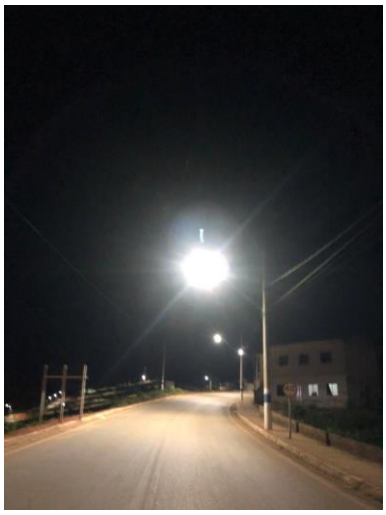
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

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

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de 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 Kubitscheck 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.

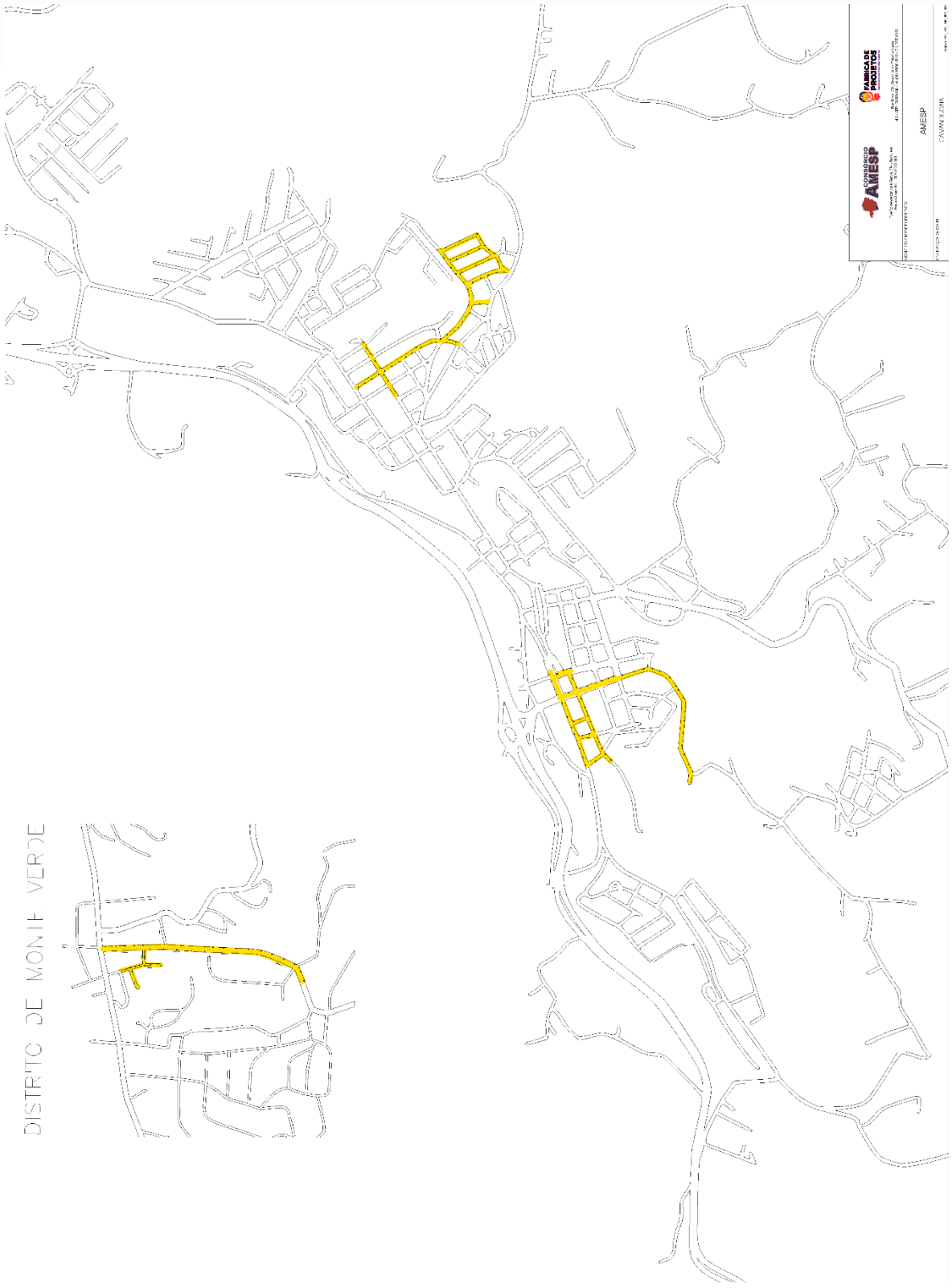


Figura 6 – Mapa cadastral do município de Camanducaia com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de 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

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	000000B4963	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	00000B16639	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	00000B29123	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. Camanducainha 584	Monofásico	45
37B	9/3067156-4	30001050437	Administração	Torre De Transmissão	Rural B. Camanducainha 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	000000T8604	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	-

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	Apoio 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 Kemps	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	00000B12702	Educação	Supletivo	Rua Clovis De Souza 70	Bifásico	348
60B	9/3067152-3	00000B18814	Educação	Cemei Milton Sales	Rua Jose Vargas 167	Bifásico	314
61B	9/3067132-5	00000T10251	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 Jaguary	Travessa Jaguari 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 Camanduacaia	Rua Projetada Da Ângelo C	Bifásico	388

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	000000B7519	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	Projetor LED	122 unidades
LUM 8	Luminária highbay	13 unidades
LUM 9	Luminária Paflon 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.

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

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 disponibilidade[1] 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).

Tabela 7 - Relação das unidades identificados 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 Chiardia	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 Camanducaia	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 Camanducaia.

Figura 8 – Telhado cerâmico e metálico da CEMEI Gentil Faria

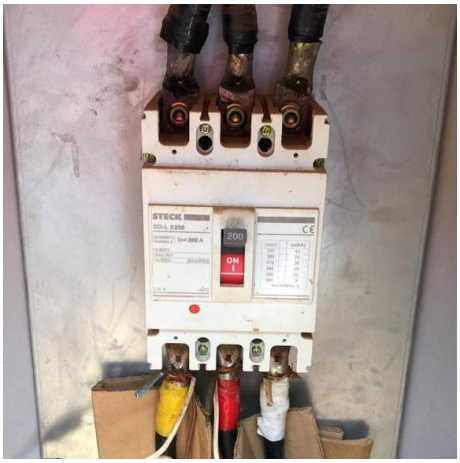


Figura 9 – Disjuntor da CEMEI Gentil Faria

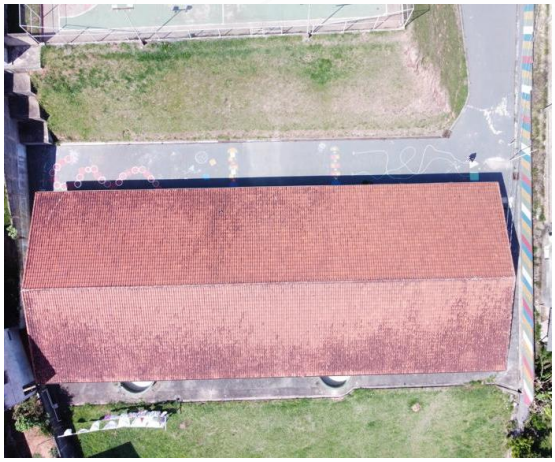


Figura 10 – Telhado cerâmico da CEMEI Luiz Chiaradia

Figura 11 – Medidor eletrônico da CEMEI Luiz Chiaradia

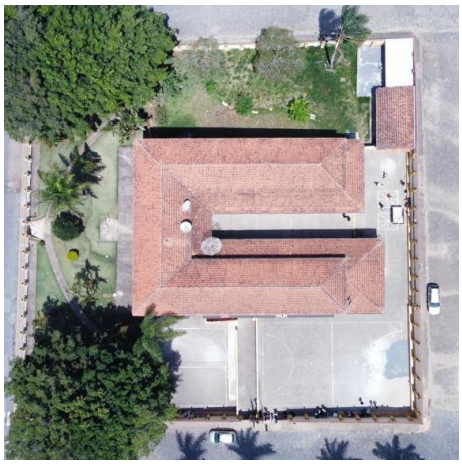


Figura 12 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Dr. Moreira Brandão

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

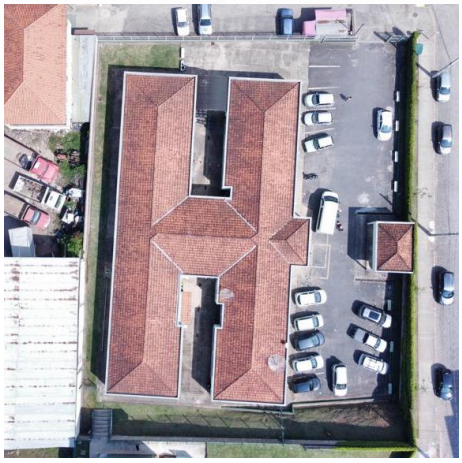


Figura 16 – Telhado cerâmico do Centro Municipal de Saúde

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

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 instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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.**

kWp. A estimativa do orçamento[4] 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 orçamento[4] 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**			

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.

CAMPESTRE

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

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

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

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.

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 boros silicato, 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 boros silicato, com alojamento para equipamento incorporado e com

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.

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, 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.

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 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.

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 (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patricio Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitscheck de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
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

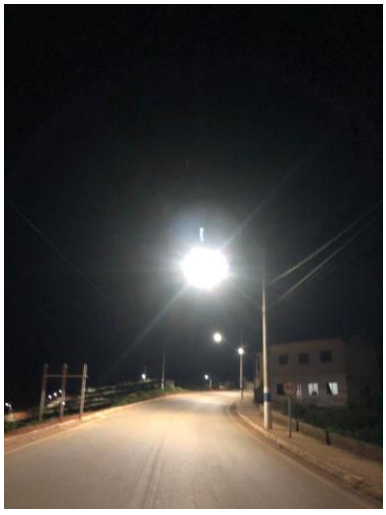
Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

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.

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

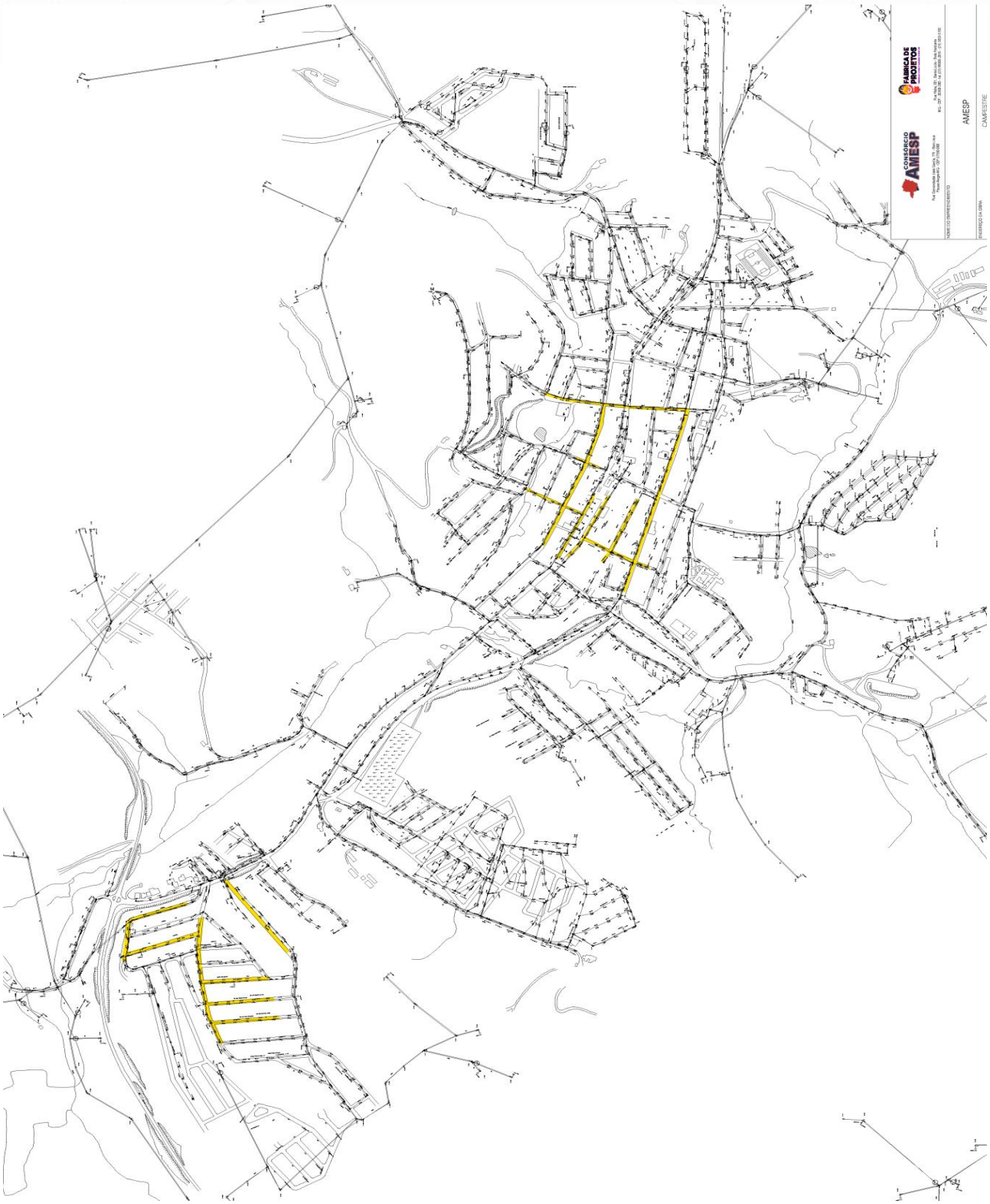


Figura 7 – Mapa cadastral do município de Campestre com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de 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 Gonçalvez,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 Símia 400 - Centro	Trifásico	592

Cód. *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
13B	3010846443	APD100071355	Administração	Casa Passagem Samaritano Campestre	Rua Jadir Gonçalves Ferreira 58 - Agostinho Patrus	Bifásico	511
14B	3003338772	AHB896002450	Administração	Chácara Campinho Campestre	Est Campinho 56 - Campinho	Trifásico	335
15B	3003300762	APB095002707	Administração	Tele centro Narieta Viana Campestre	Rua Marieta Viana 41 - Centro	Bifásico	247
16B	3011096458	AME112023491	Administração	Cras Joaquim Ramos Campestre	Rua Joaquim Ramos 100 - Centro	Monofásico	102
17B	3014584810	AMM214002619	Administração	Município De Campestre	Av Pedro Loyola 165 - Jardim Progresso	Monofásico	72
18B	3003300758	ABN894089232	Administração	Posto Telefônico Campestre	Rua Conego Arthur Occhiuzo 48 - Centro	Monofásico	46
19B	3010995559	AMD118023291	Administração	Conselho Tutelar E Emater Campestre	Rua Zilda Prado Ferreira 126 - Centro	Monofásico	25
20B	3006637385	AJN035000066	Água E Esgoto	Aterro Sanitário Varg Rio Campestre	Est Vargem Do Rio 580 - Vargem Do Rio	Monofásico	222
21B	3014523000	APJ206026731	Água E Esgoto	Ete Residencial Aurora	Rua Projetada Nove 90 - Residencial	Bifásico	-
22B	3002854915	AHQ887000520	Educação	Colégio Conego Arthur Campestre	Pça. Delfim Moreira 125 - Centro	Trifásico	1.237
23B	3003300763	AHF073003509	Educação	Uaitec Cvt Campestre	Pça. Nossa Senhora Aparecida 108 - Centro	Trifásico	735
24B	300330075	AHB99600282	Educação	Creche Fco Copo Bianco Campestre	Rua Francisco Capobianco 676 - Centro	Trifásico	532
25B	3003300752	APD126008753	Educação	Biblioteca Municipal Campestre	Pça. Delfim Moreira 8 - Centro	Bifásico	485
26B	3003672151	AHP925002422	Educação	Escola M Cantinho Saber Campestre	Av Campestre 218 - Centro	Trifásico	405
27B	3006256041	AJU019004808	Educação	Escola Rural Pedra Grande Campestre	Faz Rr Ortofoto 911 - Área Rural	Monofásico	315
28B	3002674910	AJO864001057	Educação	Escola Bairro Pião Campestre	Zona Rural (Si Pião 999) - Pião	Monofásico	214
29B	3006659084	AJN043002115	Educação	Escola Mun. Vargem Rio Campestre	Est Vargem Do Rio 560 - Vargem Do Rio	Monofásico	141
30B	3003391457	AHT008009366	Educação	Escola Mun. Semear Campestre	Rua Conego Arthur Occhiuzo 48 - Centro	Trifásico	51
31B	3006641201	AJN043000163	Educação	Escola Rural Pitangueiras Campestre	Zona Rural - Área Rural	Monofásico	39
32B	3011564058	ARB137016083	Esporte/Lazer	Jardim Ponte Pça. Delfim Campestre	Pça. Delfim Moreira 199 - Centro	Trifásico	1.019
33B	3012440532	ARC123041062	Esporte/Lazer	Padrão Evento Pça. A Zenum Campestre	Pça. Ana Zenun 50 - Centro	Trifásico	177
34B	3003512231	ARC123041072	Esporte/Lazer	Padrão Evento Trailer Campestre	Pça. Brasil 1 - Centro	Trifásico	53
35B	3014498363	APH203001038	Saúde	Farmácia De Minas	Rua Aurora Ramos 84 - Centro	Bifásico	215
36B	3003391459	ABN90204046	Saúde	Posto Saúde Posses Campestre	Pça. Do Grupo 121 - Posses	Monofásico	166
37B	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.

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	Projetor 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**

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

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

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 disponibilidade[1] 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 identificados de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
3A	3012020005	BAC129005368	CEMEI Prof. Maria José	Rua Francisco Campos Gonçalvez,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).

Figura 9 – Telhado cerâmico da CEMEI Prof. Maria José

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

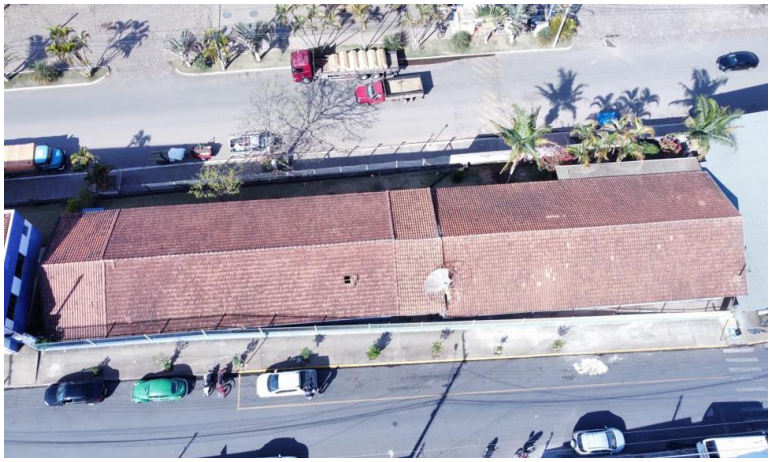


Figura 11 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Iolanda Capobianco

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.

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 instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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.

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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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.**

aproximadamente 249 kWp. Como estimativa de orçamento[4] 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

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

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

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

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.

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.

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 Clicério 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 boros silicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé foto controlador, 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

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.

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.

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

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

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patricio Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
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

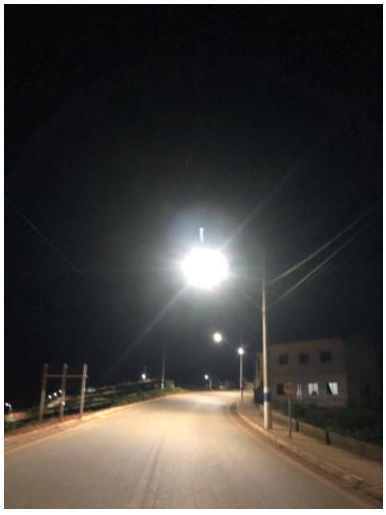
Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

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.

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

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

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de 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 Assitência 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 Za - 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

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 Almoxarifado	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 86 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 Assitência 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	AIJ107012435	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.

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	Projetor 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.

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

LUM 6 - Projetor LED
Local: E.M Prof. Wanderleia

LUM 4 - Arandela
Local: Garagem

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 disponibilidade[1] 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).

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	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 Za - Centro	Bifásico	Cerâmico	1.600	14	10
TOTAL							**6.300**	**54**	**40**

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A segui, 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.

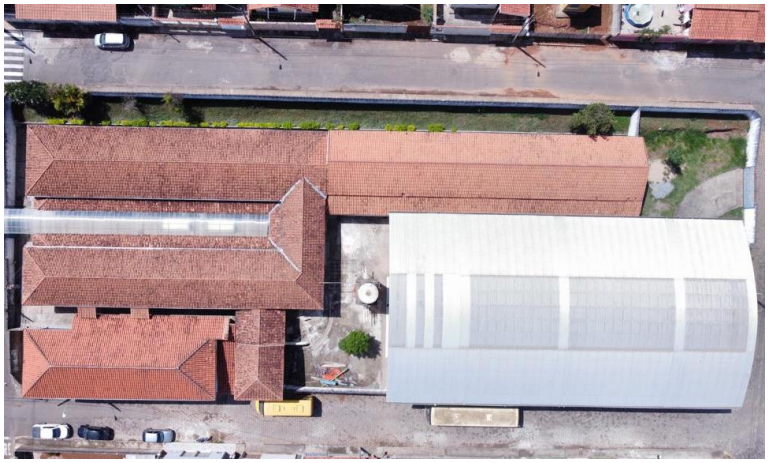


Figura 8 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Prof. Wanderleia

Figura 9 – Disjuntor da Escola Municipal Prof. Wanderleia

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 instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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)
	100	52	240
	150	52	38
	250	83	9
LED	100	61	8
	150	110	61
Total			**1.260**

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento[4] 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 demostrado anteriormente, estima-se que o município de Carmo da Cachoeira possui aproximadamente 1.309 pontos de iluminação. Para o orçamento[4] 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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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**			

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.

CONCEIÇÃO DOS OUROS

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

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

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.

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.

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 boros silicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé foto controlador, 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.

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.

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.

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

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

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

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

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

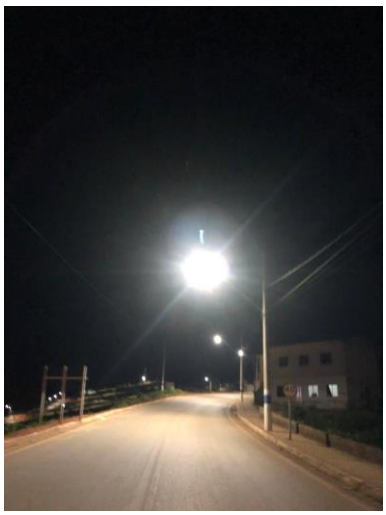
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

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

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

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

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

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

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de 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 Almoxarifado	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	APO118025403	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

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	Policia 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 Jeferson 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 - Chácaras	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 Camanducaia 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.

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.

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

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

energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 8.977 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] 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 identificados de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
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).

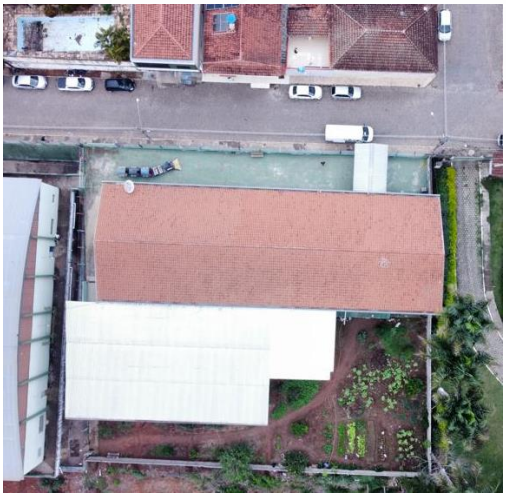


Figura 8 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Prof. Inês

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

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 Ouros, 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 instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.
[3] Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente a antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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.**

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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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**			

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

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

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

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

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.

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 Morais 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.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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

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

2.4.3. Resultados

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

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

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

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

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

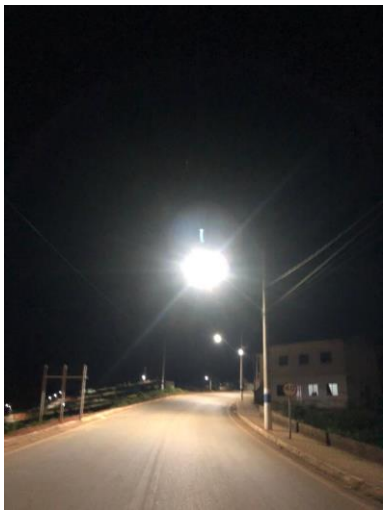
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

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

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

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

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

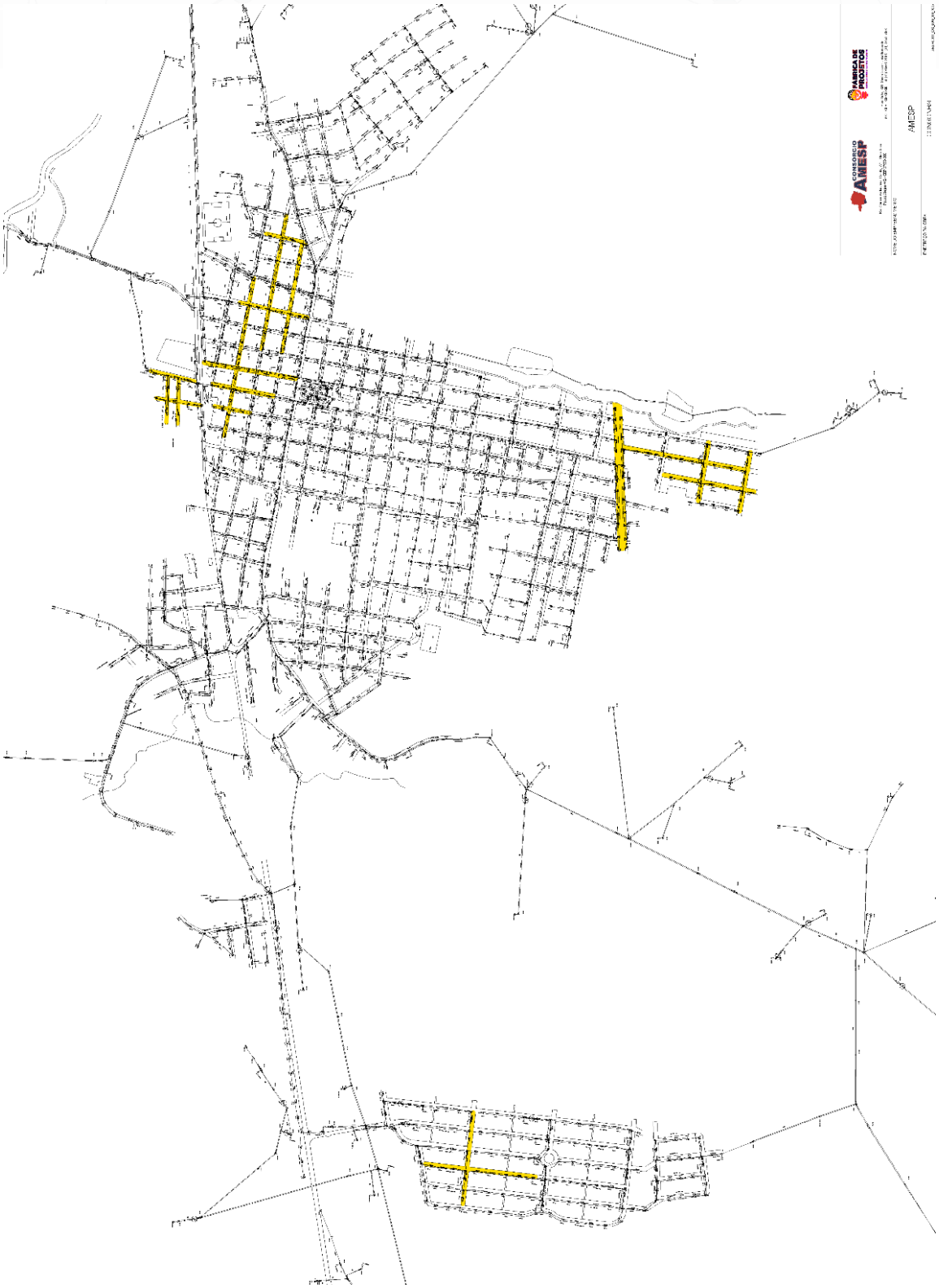


Figura 7 – Mapa cadastral do município de Congonhal com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de 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 Patrocínio 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

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	Policia 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	Policia Militar Congonhal	Rua Prudente Morais 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.

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	Projetor 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 disponibilidade[1] 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 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)
3A	BKC707009916	3011086200	Escola M. João Lúcio dos Santos	Rua Joao 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

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 instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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 orçamento[4] 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**			

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.

ESPÍRITO SANTO DO DOURADO

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

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

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos 23
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 Espírito Santo do Dourado/MG, pertencente à Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

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

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

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

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

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

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

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

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

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

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

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

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

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

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

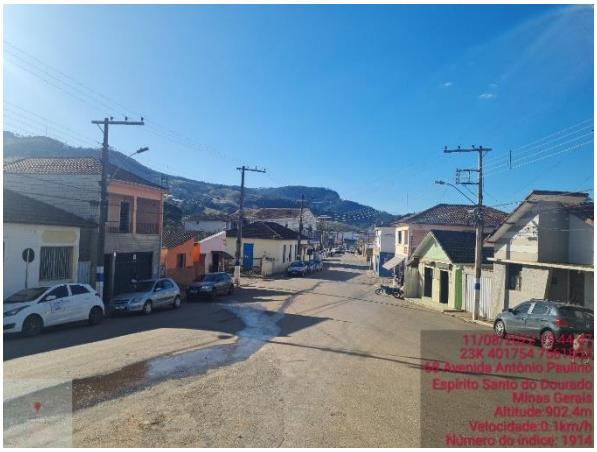


Figura 2 – Poste de concreto DT com luminária LED, localizado na Avenida Antônio Paulino

2.2.2. Tipologias encontradas

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

2.2.2.1. Lâmpadas

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

2.2.2.2. Luminárias

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

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

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

2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos

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

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

2.2.2.4. Balastros

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

2.2.2.5. Braços e suportes

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

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

2.2.2.6. Postes

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

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

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

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

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

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

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

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

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

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

2.3.3. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação

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

2.3.4. Braços e suportes

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

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

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

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

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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

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

2.4.3. Resultados

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

de braço.

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

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

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

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

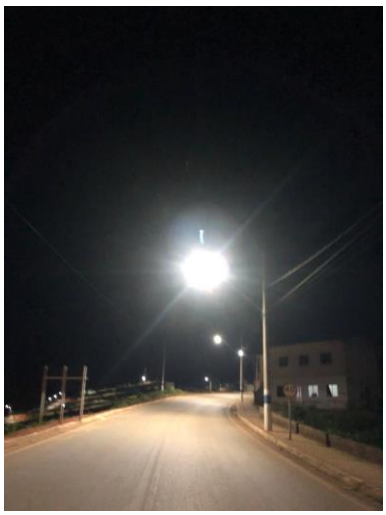
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

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

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

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

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

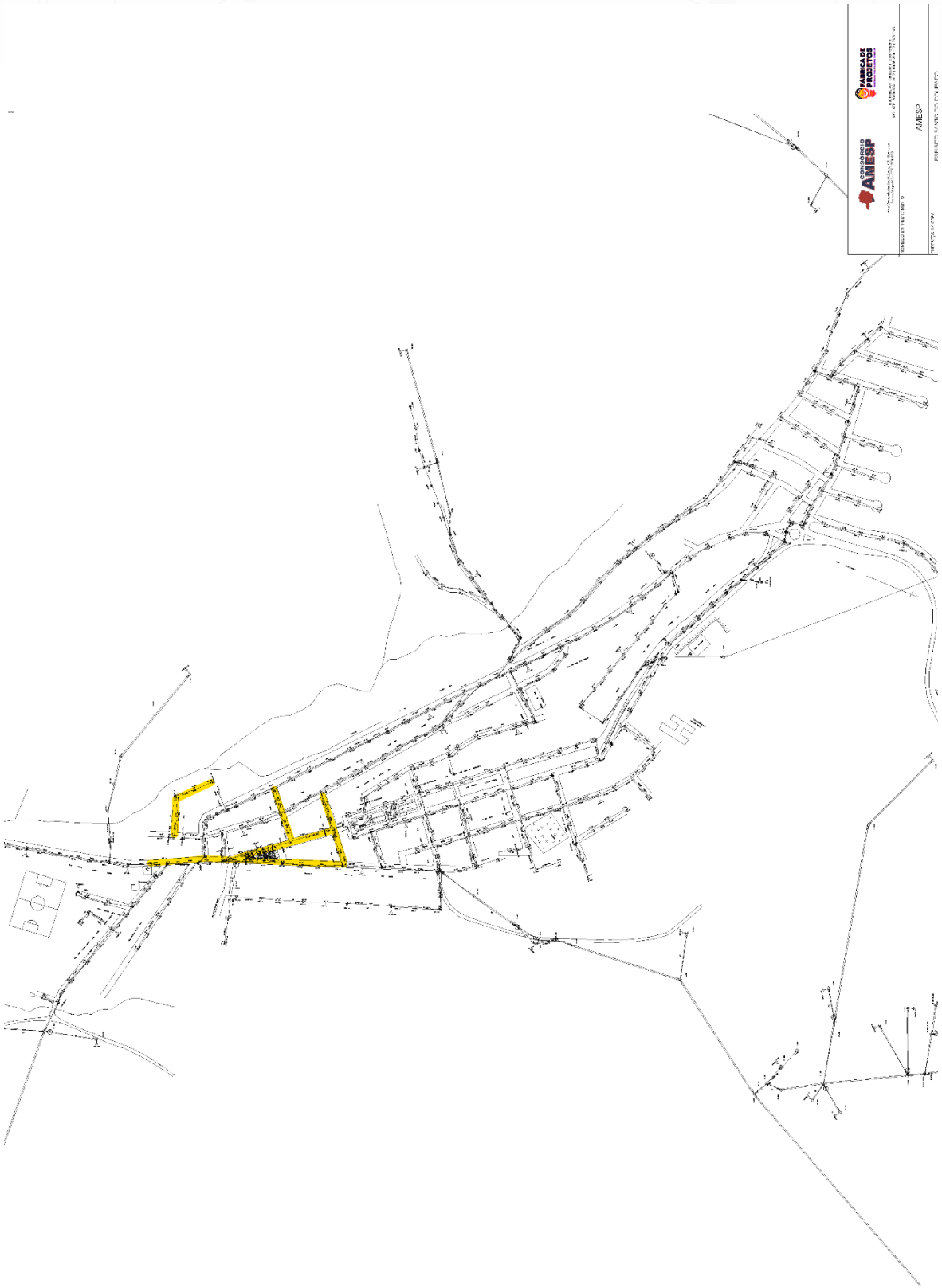


Figura 6 – Mapa cadastral do município de Espírito Santo do Dourado com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

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

3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados

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

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

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

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

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

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

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

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

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

Tabela 5 – Tipos de luminárias levantadas

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

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas 476 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

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

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

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

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

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

LUM 5 - Refletor
Local: Estádio Municipal

LUM 6 – Projetor LED
Local: Ubs Centro Sul

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

LUM 4 - Luminária tipo arandela
Local: Cemei Benedita Candida

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

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

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

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

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

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

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

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

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

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

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

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

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 39 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 6.092 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 1.410 kWh.

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

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

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

4.2. Capacidade estimada

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

Tabela 7 - Relação das unidades 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	AHD027002442	3006276059	Ubs Tereza Rodrigues Martins	Av. Pref. João Serapião Mateus, 157 - Centro	Trifásico	Cerâmico	6.000	50	36
TOTAL							**6.000**	**50**	**36**

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

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

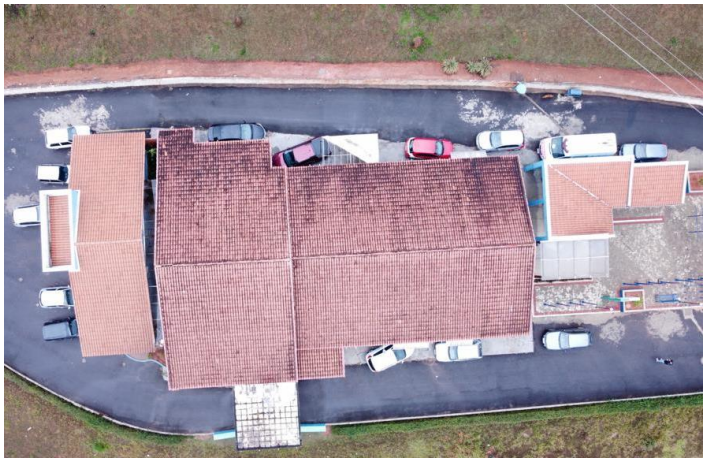


Figura 8 – Telhado cerâmico da Ubs Tereza Rodrigues Martins

Figura 9 – Telhado cerâmico da CEMEI Benedita Cândida

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

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

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

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

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

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

Para definição das potências das luminárias LED propostas, foi considerado o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.
[3] Considerou cerca de 50% de depreciação para o Sistema de IP convencional.

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

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

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

Dessa forma, para estimativa de orçamento[4] para a troca da iluminação pública do município, considerou um custo por ponto de R$ R$ 1.332,43, obteve-se um CAPEX igual a R$ 819.442,40.

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

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme demostrado anteriormente, estima-se que o município de Espírito Santo do Dourado possui aproximadamente 1.218 pontos de iluminação. Como estimativa de orçamento[4] para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerou um custo por ponto de R$ 602,51, obteve-se em um CAPEX equivalente a R$ 733.857,18.

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

[4] Ver **Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.**

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Espírito Santo do Dourado possui um potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 39 kWp. Como estimativa de orçamento[4] para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, considerou um custo de R$ 6.000,00 por kWp, obteve-se um CAPEX igual a R$ 234.100,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Espírito Santo do Dourado possui um potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 121 kWp. Como estimativa de orçamento[4] para a construção das usinas para iluminação pública, considerou um custo por kWp de R$ 6.600,00, obteve-se um CAPEX igual a R$ 797.400,45.

5.5. Resumo do CAPEX

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

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

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

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.

ESTIVA

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

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

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

1. Introdução

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

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

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

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

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

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

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

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

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

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Estiva

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

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

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

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

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

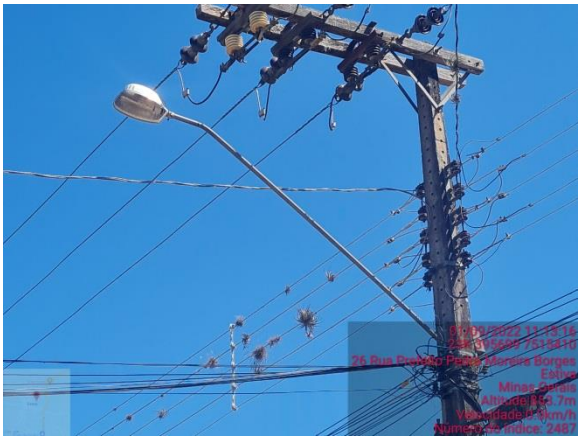


Figura 2 – Poste de concreto DT com luminária aberta e lâmpada Vapor de Sódio, localizado na Rua Prefeito Pedro Moreira Borges.

2.2.2.Tipologias encontradas

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

2.2.2.1Lâmpadas

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

2.2.2.2.Luminárias

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

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

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

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

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

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

2.2.2.3.Relés foto controladores e tipos de comandos

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

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

2.2.2.4.Balastros

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

2.2.2.5.Braços e suportes

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

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

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

2.2.2.6.Postes

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

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

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

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

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

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

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

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

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

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

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

2.3.3. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação

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

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

2.3.4. Braços e suportes

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

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

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

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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

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

2.4.3. Resultados

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

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

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

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

Superdimensionado
Subdimensionado

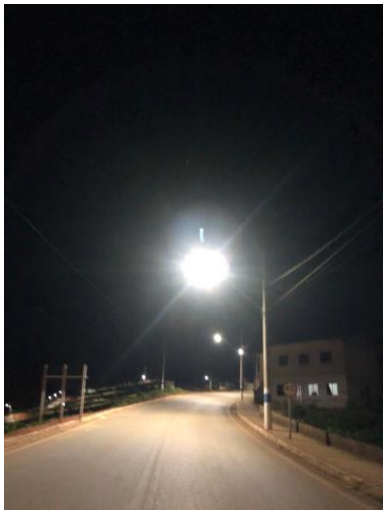
Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)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

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

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

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

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

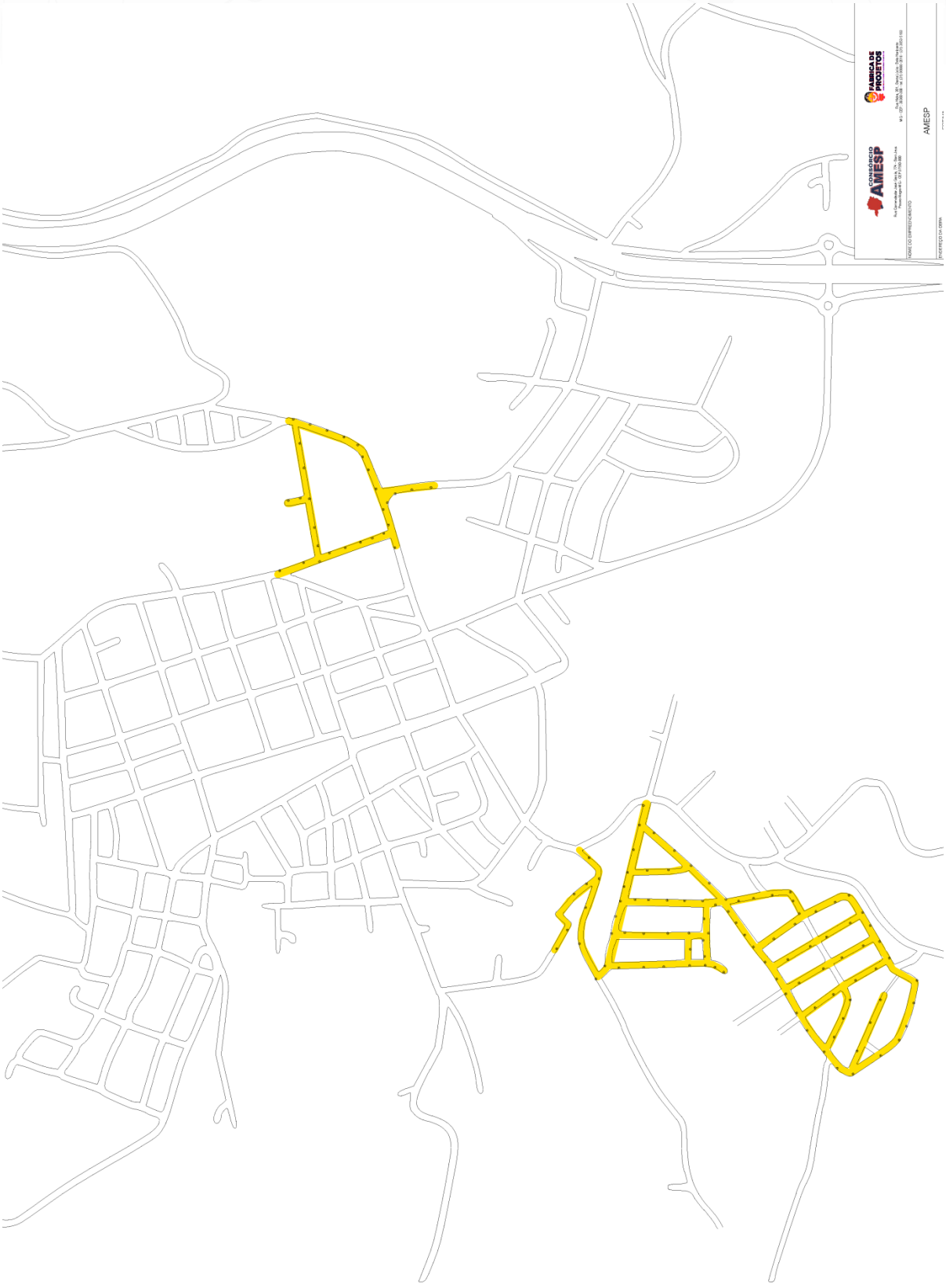


Figura 6 – Mapa cadastral do município de Estiva com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

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

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

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

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

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

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

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

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

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

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

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

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

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

3.3.2. Lâmpadas

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

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

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

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

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

LUM 1 – Porta base E-27
Local: Secretaria Municipal de Saúde, corredores internos e salas.

LUM 5 – Refletor
Local: Estádio Municipal

LUM 2 – luminária de sobrepor retangular x2 (120 cm)
Local: Unidade Básica de Saúde Jose Joaquim Pereira "SR. DEDÉ

LUM 4 – Luminária tipo arandela
Local: Posto de Saúde

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

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

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

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

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

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

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

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

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

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

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

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

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

4.2. Capacidade estimada

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

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

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

4.2.1. Relatório fotográfico

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

Figura 8 – Telhado cerâmico da CEMEI Mauro Ribeiro

Figura 9 – Padrão de entrada da CEMEI Mauro Ribeiro

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

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

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

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

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

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

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

5. Orçamentos de obra, operação e serviços – CAPEX

5.1. Iluminação pública

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

Para definição das potências das luminárias LED, sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[1] , que por sua vez já estão depreciadas[2] .

[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.

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

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

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

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento[3] na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R$ 1.332,43 obteve-se um custo total de CAPEX igual a R$ 1.532.20,67.

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

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Estiva possui aproximadamente 2.677 pontos de iluminação. Para oorçamento[3] da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R$ 602,51, sendo assim o custo total estimado para o CAPEX é R$ 1.612.919,27.

[3] Ver **Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.**

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

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Estiva possui, possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 208 kWp. A estimativa de orçamento[3] para a construção das usinas de solo para atendimento à prédios públicos, é de R$ 6.000,00 por KWp. O custo estimado total de CAPEX estimado para o município é igual a R$ 1.249.350,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Estiva possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 189 kWp. A estimativa de orçamento[3] considerada para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública é de R$ 6.600,00 KWp. O custo estimado total de CAPEX e igual a R$ 1.244.557,05.

5.5. Resumo do CAPEX

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

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

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

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.

INCONFIDENTES

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

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

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

1. Introdução

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

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

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

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

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

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

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

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

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

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Inconfidentes

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

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

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

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

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

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

2.2.2.Tipologias encontradas

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

2.2.2.1. Lâmpadas

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

2.2.2.2.Luminárias

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

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

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

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

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

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

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

2.2.2.3.Relés fotocontroladores e tipos de comandos

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

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

2.2.2.4.Balastros

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

2.2.2.5.Braços e suportes

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

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

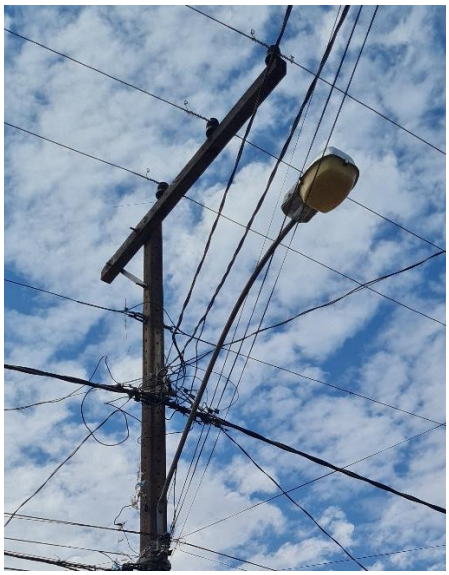


Figura 4 – Braços tipo Leve I sem sapata de fixação (fora de padrão CEMIG)

2.2.2.6.Postes

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

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1.Introdução

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

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

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

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

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

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

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

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

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

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

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

2.3.3. Refratores de policarbonato danificados

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

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

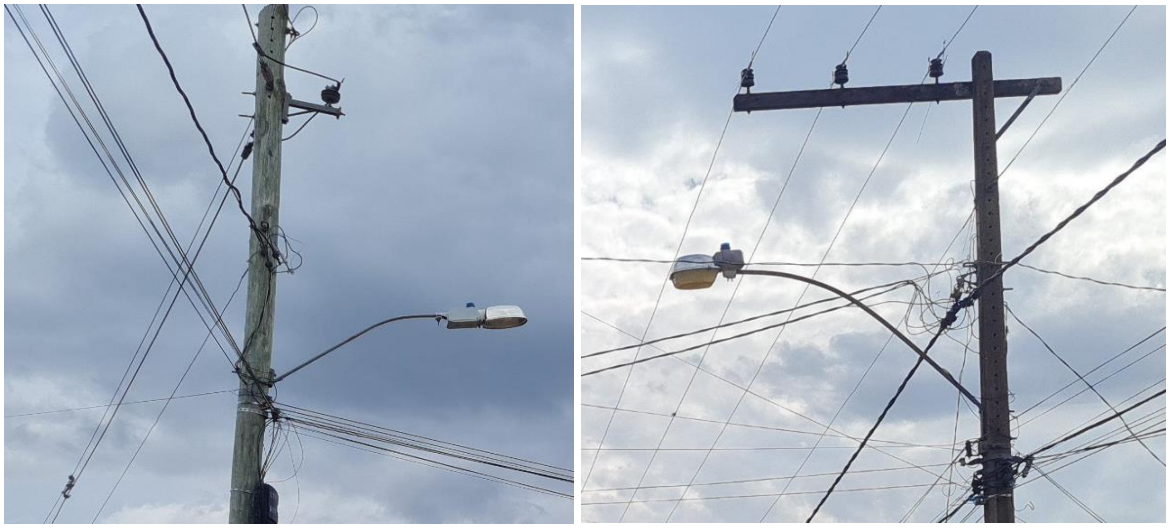


Figura 5 – Luminárias com refrator danificado (amarelado e sem refrator)

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

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

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

2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

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

2.3.6. Braços e suportes

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

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

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

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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

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

2.4.3. Resultados

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

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	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	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20

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

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Afonso Troisi						Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

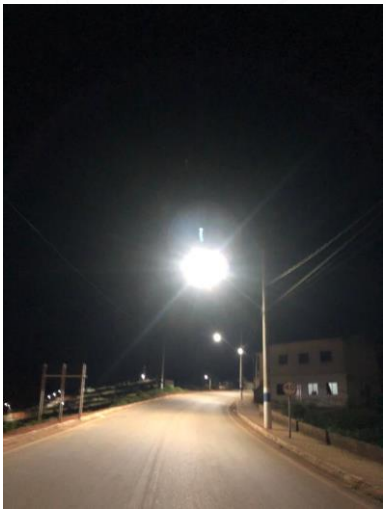
Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

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

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

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

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

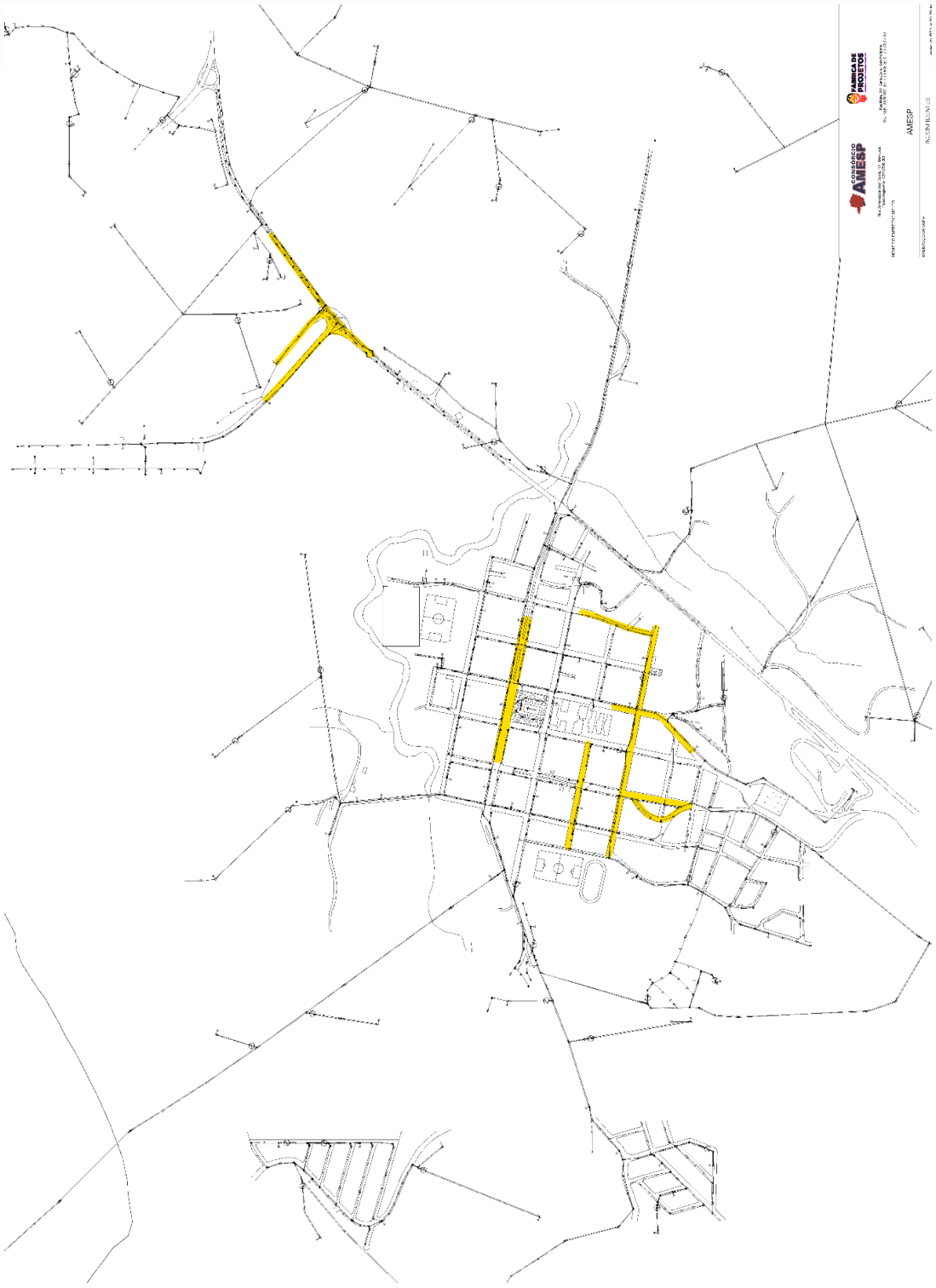


Figura 8 – Mapa cadastral do município de Inconfidentes com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

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

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

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

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

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

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

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

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

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

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

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

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

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

3.3.2. Lâmpadas:

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

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

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

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

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

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

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

LUM 5 - Refletor
Local: Poliesportivo

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

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

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

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

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser 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 Inconfidentes, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

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

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

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

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

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

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

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

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 37 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 6.217 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 1.730 kWh.

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

4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

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

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

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

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

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

Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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

Tabela 7 – Equivalência para troca da iluminação pública

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

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

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

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

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R$ 1.332,43 resultando no custo total de R$ R$ 1.433.691,09.

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

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Inconfidentes possui aproximadamente 1.416 pontos de iluminação. Como estimativa de orçamento[4] para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerou um custo por ponto de R$ 602,51 resultando no custo total de R$ 853.154,16.

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

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Inconfidentes possui, possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 37 kWp. Como estimativa de orçamento[2] para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, considerou um custo por kWp de R$ 6.000,00, resultando no custo estimado total de R$ 224.350,00.

[4] Ver **Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.**

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Inconfidentes possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 220 kWp. Como estimativa de orçamento[4] para a construção das usinas para iluminação pública, considerou um custo por kWp de R$ 6.600,00, resultando no custo estimado total de R$ 1.449.606,40.

5.5. Resumo do CAPEX

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

Tabela 8 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

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

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.

IPUIUNA

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

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

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

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

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

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

2. Iluminação Pública

2.1. Introdução

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

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

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

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

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

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

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

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

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

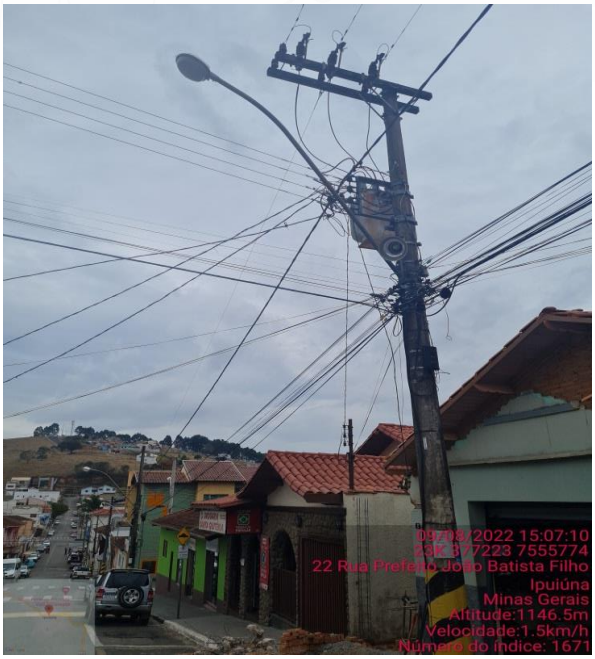


Figura 1 - Poste de concreto circular com luminárias fechadas com lâmpada vapor de sódio de 250 W, localizado na via Rua Prefeito João Batista Filho.

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

2.2.2.Tipologias encontradas

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

2.2.2.1. Lâmpadas

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

2.2.2.2. Luminárias

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

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

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

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

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

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

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

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

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

2.2.2.4. Balastros

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

2.2.2.5. Braços e suportes

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

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

2.2.2.6. Postes

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

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

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

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

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

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

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

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

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

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

2.3.2. Refratores de policarbonato danificados

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

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

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

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

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação

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

2.3.5. Braços e suportes

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

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

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

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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

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

2.4.3. Resultados

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

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

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

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

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

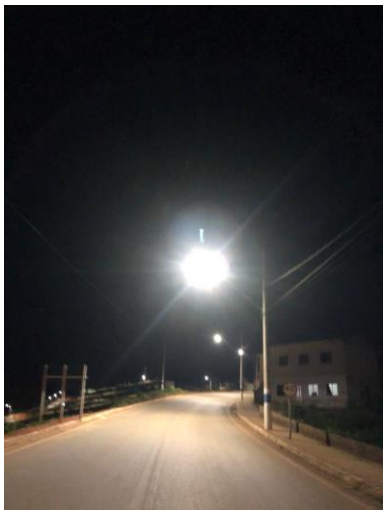
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

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

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

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

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

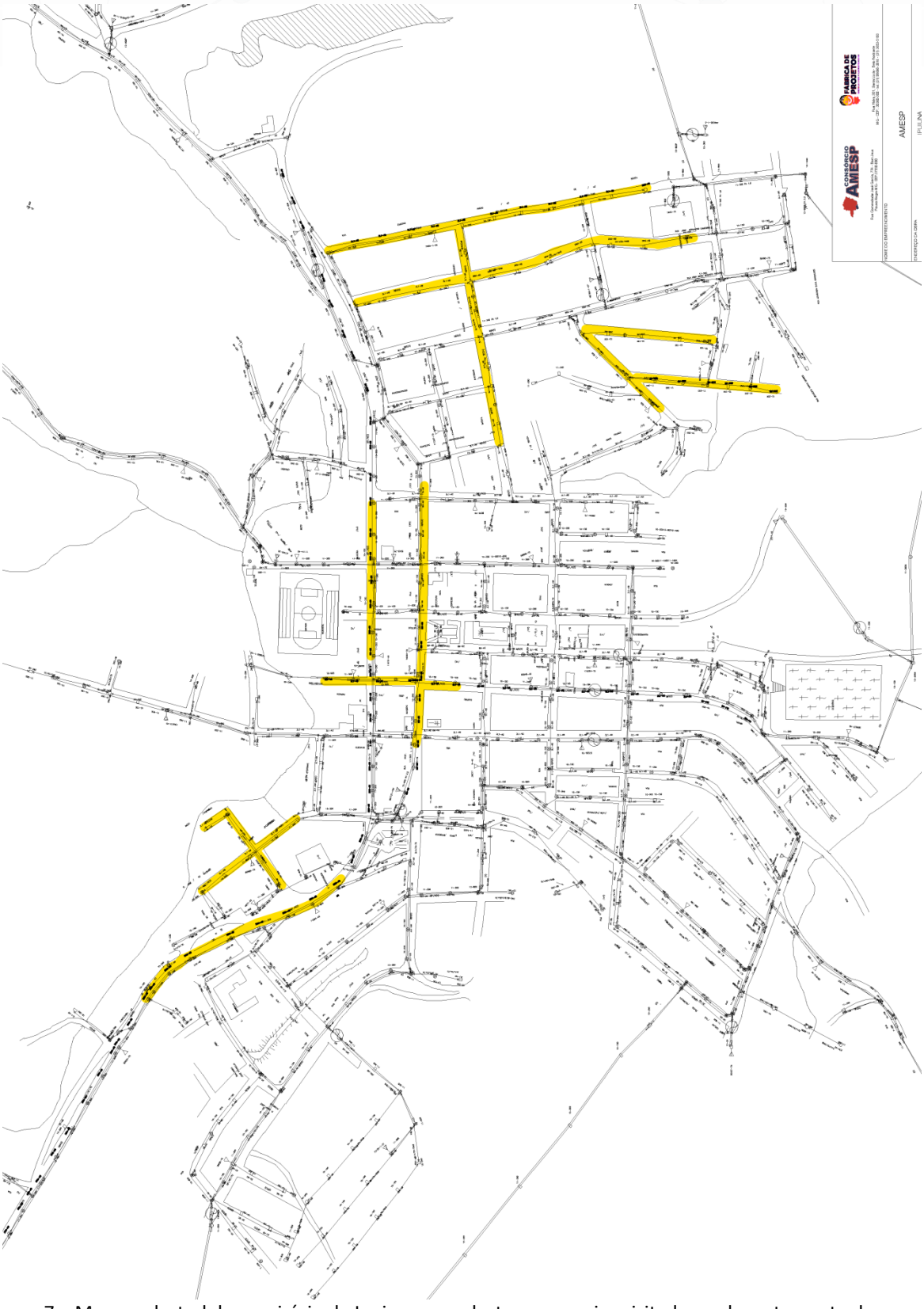


Figura 7 – Mapa cadastral do município de Ipuiuna com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

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

3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados

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

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

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

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

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

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

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

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

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

Tabela 5 – Tipos de luminárias levantadas

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

3.3.2. Lâmpadas

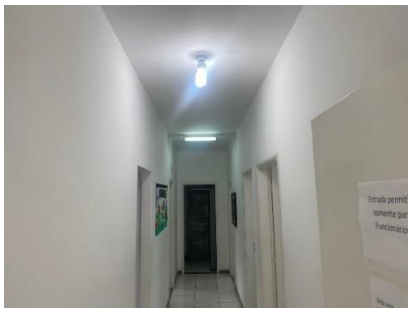
Nas 8 instalações visitadas, foram identificadas 764 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

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

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

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



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

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

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

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

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

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

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

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

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Ipuiuna, 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 Ipuiuna conclui em um total de 1.317 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

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

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

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

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

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

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR

4.1. Introdução

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

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

soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 8.786 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 1.750 kWh.

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

4.2. Capacidade estimada

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

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

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

4.2.1. Relatório fotográfico

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

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

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

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

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

Figura 12 – Disjuntor da Escola Municipal Vicentina de Aguiar Brandão

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

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

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

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

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

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

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

Para definição das potências das luminárias LED propostas, foi considerado o fluxo luminoso das luminárias convencionais atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

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

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

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

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

De forma, para estimativa do orçamento[4] para a troca da iluminação pública do município, considerou um custo por ponto de R$ 1.332,43, resultando no custo total de R$ 1.215.173,12.

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

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Ipuiuna possui aproximadamente 1.317 pontos de iluminação. Como estimativa de orçamento[4] para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerou um custo por ponto de R$ 602,41, resultando no custo total de R$ 793.505,67.

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

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Ipuiuna possui, possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 59 kWp. Como estimativa de orçamento[4] para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, considerou um custo por kWp de R$ 6.000,00, resultando no custo estimado total de R$ 351.800,00.

[4] Ver apêndice **H – Planilha de Quantidades de Referência.**

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Ipuiuna possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 156 kWp. Como estimativa de orçamento[4] para a construção das usinas para iluminação pública, considerou um custo por kWp de R$ 6.600,00, resultando no custo estimado total de R$ 1.032.493,00.

5.5. Resumo do CAPEX

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

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

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

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.

JACUTINGA

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

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

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

1. Introdução

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

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

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

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

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

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

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

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

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

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Jacutinga

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

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

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

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

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

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

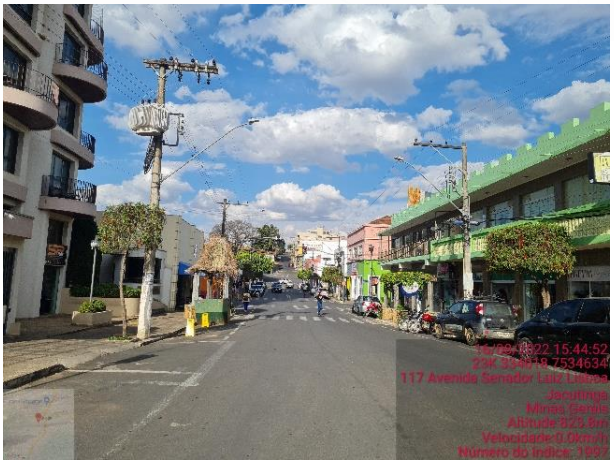


Figura 2 – Poste de concreto Circular com luminária LED, localizado na Avenida Senador Luiz Lisboa.

2.2.2. Tipologias encontradas

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

2.2.2.1. Lâmpadas

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

2.2.2.2. Luminárias

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

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

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

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

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

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

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

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

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

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

2.2.2.4. Balastros

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

2.2.2.5. Braços e suportes

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

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

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

2.2.2.6. Postes

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

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

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

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

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

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

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

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

2.3.2. Refratores de policarbonato danificados

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

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

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

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

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

2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

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

2.3.6. Braços e suportes

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

2.2. Medições luminotécnicas

2.2.1. Malha para verificação detalhada

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

2.2.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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

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

2.2.3. Resultados

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

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

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

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

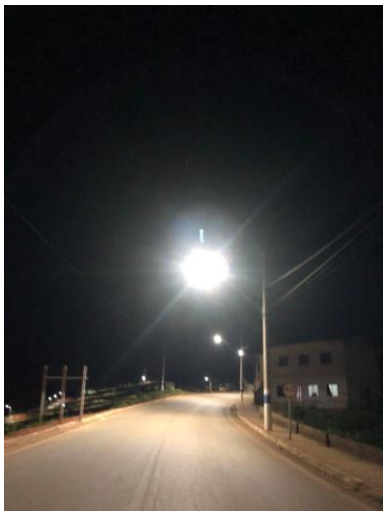
Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

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.

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

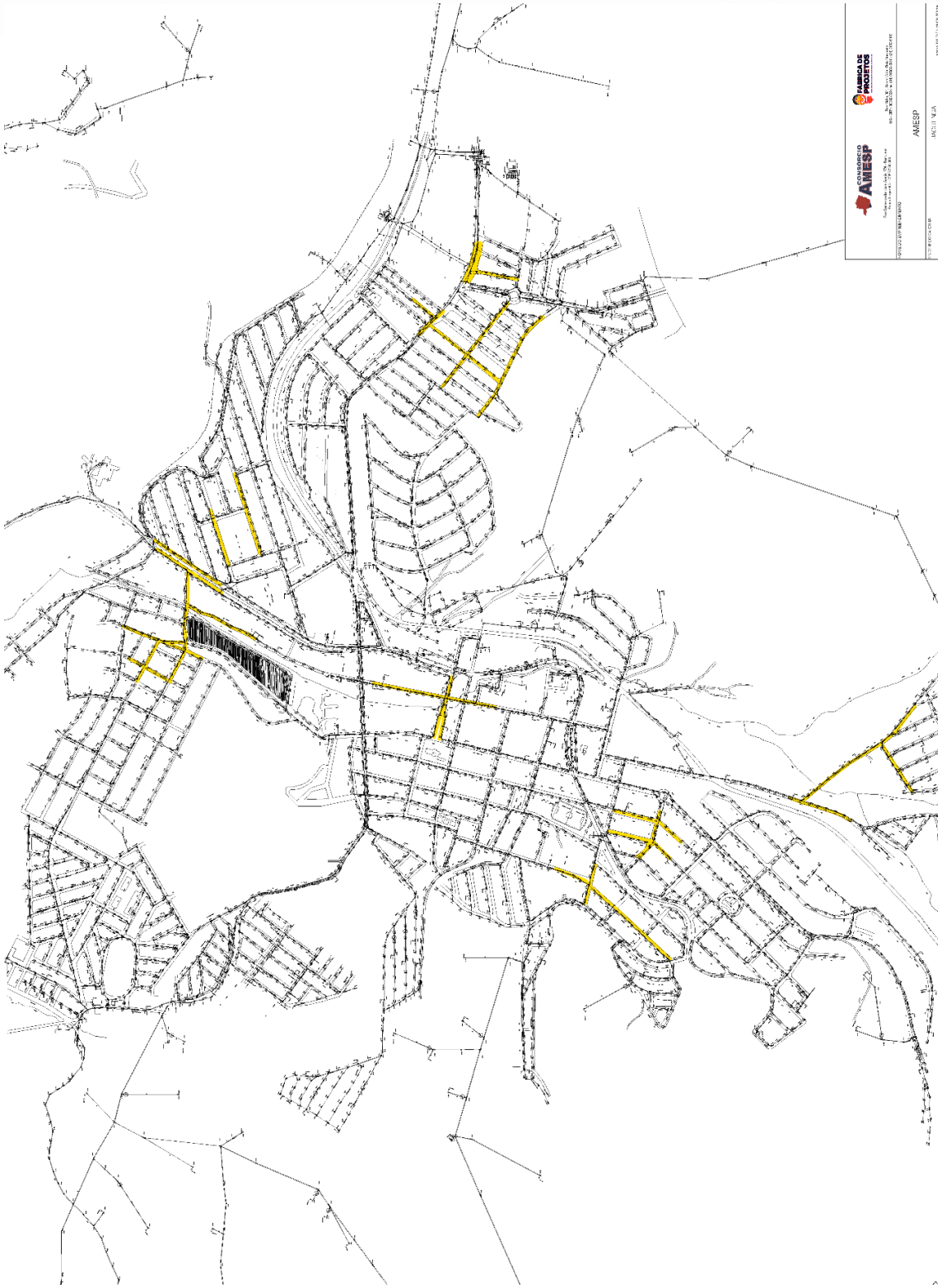


Figura 8 – Mapa cadastral do município de Jacutinga com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

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

3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados

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

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

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

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

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

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

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

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

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
					33 Cx - Centro		
109B	3012631284	APD159027291	Saúde	Posto De Saúde Belo Horizonte	Rua Adolfo R Palomo 244 Cx 2 - Popular B Horizonte/Jacutinga	Bifásico	642
						Total	**136.676**

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

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

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

Tabela 5 – Tipos de luminárias levantadas

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

3.3.2. Lâmpadas:

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

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

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

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

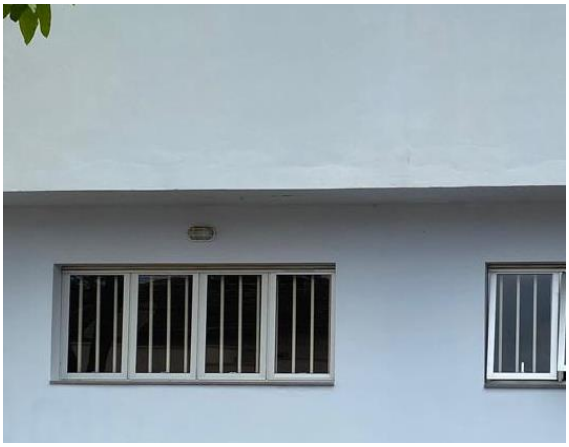
As fotografias a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Jacutinga.

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

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

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

LUM 6 – Projetor LED
Local: Prefeitura



LUM 3 - Luminária tipo arandela
Local: Esf Alice R

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

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

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

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

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

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

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

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

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

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

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

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 1.068 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 136.676 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 8.460 kWh.

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

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

4.2. Capacidade estimada

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

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

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

4.2.1. Relatório fotográfico

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

Figura 10 – Telhado cerâmico da Creche Vereador Dr. Urbano

Figura 11 – Disjuntor da Creche Vereador Dr. Urbano

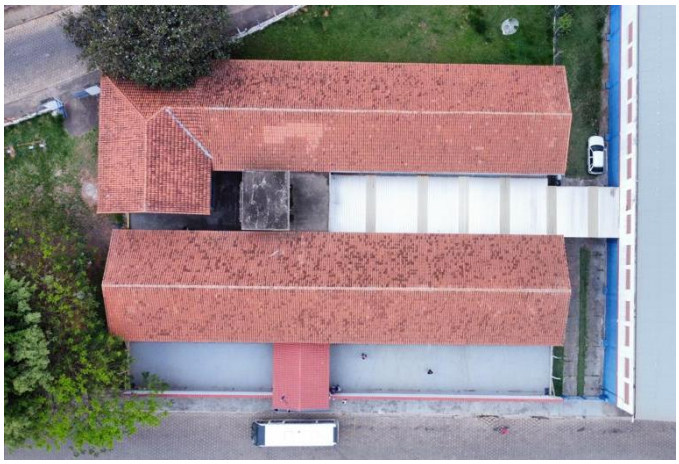


Figura 12 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Prof. Wilma Peroni

Figura 13 – Disjuntor da Escola Municipal Prof. Wilma Peroni

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

Figura 15 – Disjuntor da Escola Municipal Alfeu Duarte

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

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

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

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

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

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

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

Importante destacar que, para definição das potências das luminárias LED propostas, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias convencionais atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

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

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

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

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

De forma, para estimativa do orçamento[4] para a troca da iluminação pública do município, considerando-se um custo por ponto de R$ 1,332,43, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R$ 5.682.799,73.

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

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme demostrado anteriormente estima-se que o município de Jacutinga possua aproximadamente 9.163 pontos de iluminação em seus prédios públicos e áreas adjacentes. Como estimativa de orçamento[4] para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerou um custo por ponto de R$ 602,51, obteve-se em um custo total de R$ 5.520.799,13.

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

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

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

[4] Ver **Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.**

Como estimativa de orçamento[4] para a construção das usinas para atendimento a esses prédios e áreas públicas, considerou um custo por kWp de R$ 6.000,00, obteve-se um custo estimado total de CAPEX equivalente a R$ 6.410.800,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Jacutinga possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo remanescente da iluminação pública de aproximadamente 751 kWp. Como estimativa de orçamento[4] para a construção das usinas para iluminação pública, considerou um custo por kWp de R$ 6.600,00, obteve-se um custo estimado total de CAPEX igual a R$ 4.958.507,40.

5.5. Resumo do CAPEX

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

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

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

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.

MONTE SIÃO

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

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

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

1. Introdução

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

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

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

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

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

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

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

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

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

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

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

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

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

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

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

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

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

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

2.2.2. **Tipologias encontradas**

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

2.2.2.1. Lâmpadas

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

2.2.2.2. Luminárias

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

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

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

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

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

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

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

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

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

2.2.2.4. Balastros

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

2.2.2.5. Braços e suportes

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

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

Figura 4 – Braços tipo Leve II fora de padrão.

2.2.2.6. Postes

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

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

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

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

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

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

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

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

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

2.3.2. Refratores de policarbonato danificados

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

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

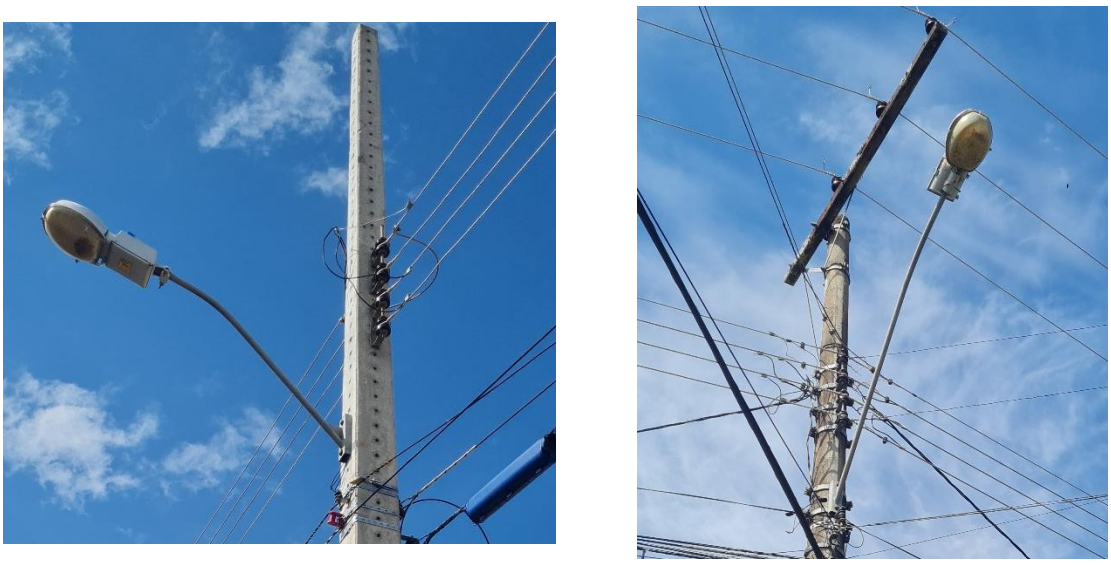


Figura 5 – Luminárias com refrator danificado (amarelado)

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

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

2.3.4. **Plaquetas de identificação georreferência de pontos de iluminação**

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

2.3.5. **Braços e suportes**

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

2.4. **Medições luminotécnicas**

2.4.1. **Malha para verificação detalhada**

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

2.4.2. **Luxímetro utilizado para medições de iluminância**

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

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

2.4.3. **Resultados**

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

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

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

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

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

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

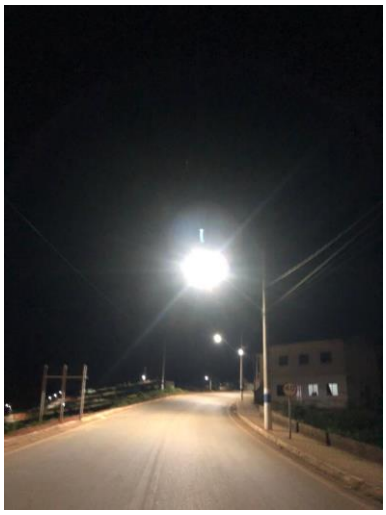
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

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

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

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

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

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

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

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

3.2. Consumo energético dos espaços públicos levantados

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.3. **Levantamento do sistema de iluminação existente**

3.3.1. **Luminárias**

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

Tabela 5 – Tipos de luminárias levantadas

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

3.3.2. **Lâmpadas**

Foram identificadas 1.566 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

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

3.3.3. **Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias**

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

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

LUM 4 – Refletor
Local: Escola Municipal Padre Reinaldo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.4. **Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos**

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

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

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

4. Sistema fotovoltaico conectado à rede – SFCR

4.1. Introdução

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

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados neste documento concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 506 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 66.524 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 5.800 kWh.

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

4.1.1. Capacidade estimada

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

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

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

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

4.1.2. **Relatório fotográfico amostral**

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

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

Figura 11 – Disjuntor da Escola Municipal Elvira De Castro Bernardes

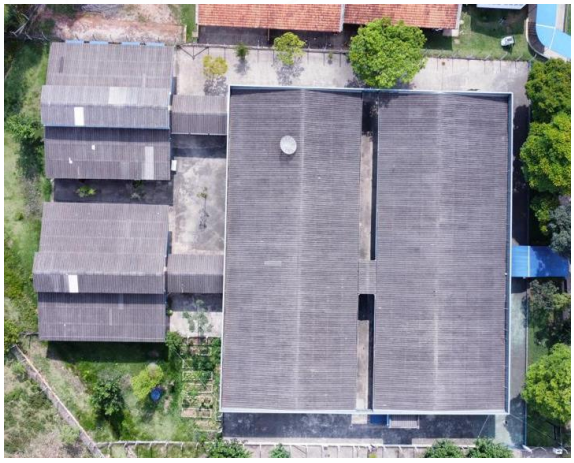


Figura 12 – Telhado metálico da Escola Municipal Padre Reginaldo

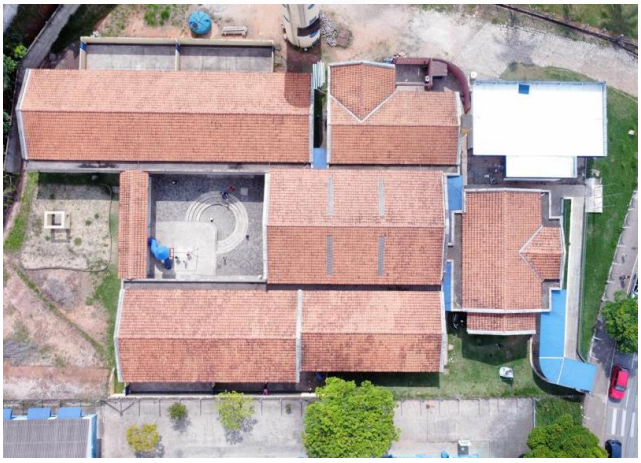


Figura 13 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Pingo de Gente

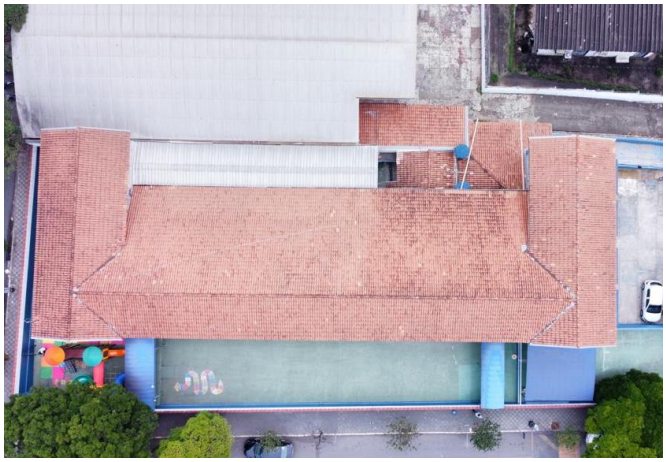


Figura 14 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Trem da Alegria

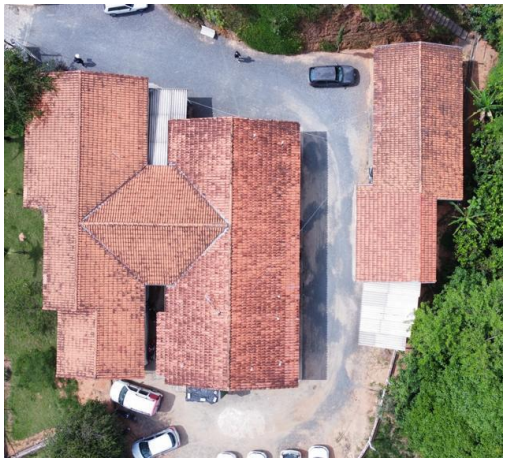


Figura 15 – Telhado cerâmico do Pronto Socorro Raimundo H. Silva

4.2. **Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR**

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

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

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

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

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

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

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

Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.
[3] Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente a antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

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

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R$ 1.332,43 e um CAPEX total igual R$ 4.965.954,19.

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

5.2. **Iluminação dos prédios públicos**

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Monte Sião possui aproximadamente 11.379 pontos de iluminação em seus prédios públicos e áreas adjacentes. Para o orçamento[4] da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R$ 602,51 e assim o CAPEX total igual a R$ 6.855.961,29

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

5.3. **Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos**

Estima-se que o município de Monte Sião possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 506 kWp. A estimativa de orçamento[4] considerada para a construção das usinas para

[4] Ver **Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.**

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

5.4. **Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública**

Estima-se que o município de Monte Sião possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo remanescente da iluminação pública de aproximadamente 629 kWp. A estimativa de orçamento[4] considerada para a construção das usinas em solo para atendimento da iluminação pública é de R$ 6.500,00 por kWp e o CAPEX total igual a R$ 4.150.839,00.

5.5. **Resumo do CAPEX**

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

Tabela 9 – Orçamentos – CAPEX

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

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.

NATÉRCIA

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

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

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

1. Introdução

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

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

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

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

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

2. Relatório levantamento da iluminação pública

2.1. Introdução

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

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

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

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Natércia

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

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

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

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

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

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

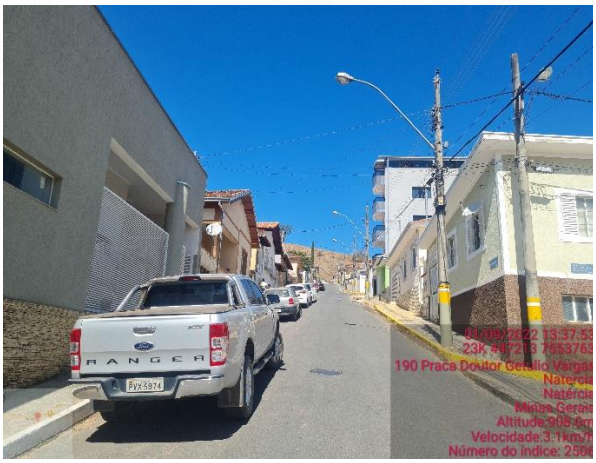


Figura 2 – Poste do tipo concreto circular com luminárias fechadas com lâmpada vapor de sódio, localizado na Praça Dr. Getúlio Vargas

2.2.2. Tipologias encontradas

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

2.2.2.1. Lâmpadas

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

2.2.2.2. Luminárias

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

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

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

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

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

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

2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos

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

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

2.2.2.4. Balastros

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

2.2.2.5. Braços e suportes

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

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

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

2.2.2.6. Postes

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

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

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

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

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

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

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

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

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

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

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

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

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

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

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

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

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

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

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

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

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

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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

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

2.4.3. Resultados

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

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

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

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

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

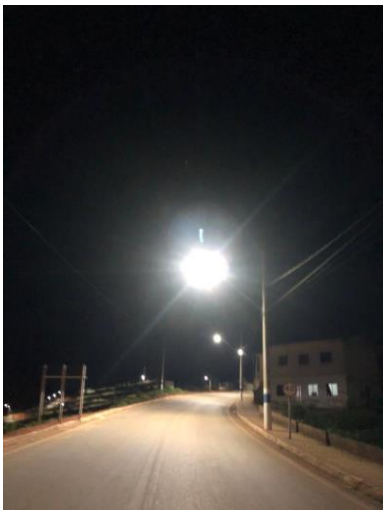
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se

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

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

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

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

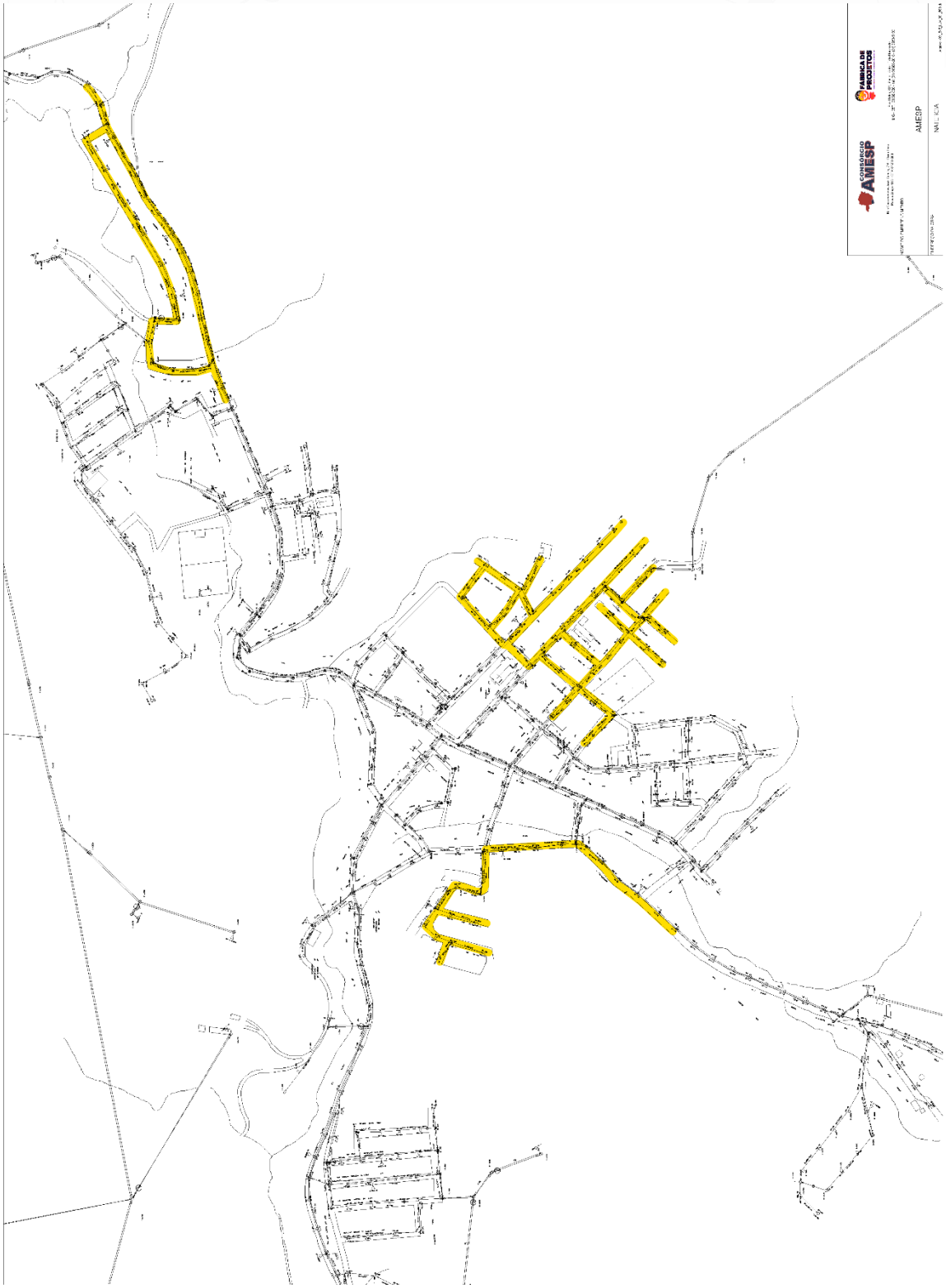


Figura 6 – Mapa cadastral do município de Natércia com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

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

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

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

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

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

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

Cód *	Medidor/Medição	Nº da instalação CEMIG	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço Da Unidade Consumidora	Classe	Consumo (kWh)
14B	ARC123030949	3005678326	Esporte/ lazer	Clube	Rua Prefeito Jose Nacacio 120 Gl - Centro	Trifásico	23
15B	APB087049194	3010493389	Administração	Conj Habitacional	Rua Jose Teodoro Dos Reis 35 - Santa Catarina	Bifásico	100
16B	AEA05000906	3000313577	Administração	Cras	Rua Cristiano Caetano 34 - Centro	Bifásico	63
17B	AMM206040071	3006443810	Educação	Creche	Rua Jose Souza Campos 457 El - Chapada/Natércia	Monofásico	44
18B	ARC123004074	3011617564	Esporte/ lazer	Estádio Municipal Jose Carlos Da Silva	Rua Geraldo Honorato Souza 520 - Chapada	Trifásico	145
19B	APH195007486	3014079093	Administração	Pca Maria Duarte Vilas Boas	Pca Maria Duarte Vilas Boas 30 - Chapada	Bifásico	330
20B	ABR963102974	3004735731	Administração	Policia Militar	Pca Joao H V Boas 29 - Centro	Monofásico	-
21B	AJJ115007716	3011308154	Saúde	Posto Saúde Fagundes	Fagundes 419437 Pt - Área Rural/Natércia	Monofásico	2
22B	AEX992019787	3003298673	Administração	Pref Mun Natércia	Est Vargem Comprida 1 Cx Nr 02 - Vargem Comprida	Bifásico	1.151
23B	AHB988009038	3003298692	Administração	Pref Mun Natércia	Rua Jose Souza Campos 1350 - Chapada	Trifásico	183
24B	AHB988001620	3004466028	Administração	Pref Mun Natércia	Rua São Pedro 127 - Centro	Trifásico	139
25B	BMH035000634	3006837392	Administração	Pref Mun Natércia	Est Vargem Comprida 1 - Vargem Comprida	Trifásico	95
26B	AMB07941296	3003298694	Administração	Pref Mun Natércia	Est Fagundes 1 Cx - Fagundes/Natércia	Monofásico	29
27B	AMH138131455	3004489304	Administração	Pref Mun Natércia	Rua Manoel E Carvalho 75 Cx - Centro	Monofásico	11
28B	AML203033114	3004642605	Administração	Pref Mun Natércia	Est Bocaina 1 Cx - Bicaina/Natércia	Monofásico	2
29B	ABN951063719	3004199040	Administração	Pref Mun Natércia	Est Vargem Comprida 1 Cx Nr 01 - Vargem Comprida	Monofásico	-
30B	ABN886036631	3003298699	Administração	Pref Mun Natércia	Est Usina 1900 Cx - Usina	Monofásico	-
31B	AMM206072681	3003298695	Administração	Pref Mun Natércia	Est Pinhalzinho 1 - Pinhalzinho	Monofásico	1
32B	AMM206115877	3003298690	Administração	Pref Mun Natércia	Est Varginha 1 - Varginha	Monofásico	0
33B	AHT16001917	3006154500	Administração	Pref Munic De Natércia	Rua Quatro 100 Cx - João Lino Sobrinho	Trifásico	250
34B	AJK134005626	3005452382	Administração	Pref Municipal Natércia	Est São Bernardo 1305 Cx - São Bernardo/Natércia	Monofásico	117
35B	BMP863003593	3004315250	Administração	Prefeitura Munic Natércia	Rua Jose Goulart S Brum 1 Cx - Centro	Trifásico	348
36B	ABR963102981	3004710200	Administração	Prefeitura Municipal De Natércia	Pça João H V Boas 29 Cx A - Centro	Monofásico	30
37B	APG192038201	3007126095	Administração	Procuradoria Geral Justiça	Pca Antônio V Silva 114 - Centro	Bifásico	77
38B	AMJ98061988	3011497135	Administração	Psf Bairro Santa Catarina	Rua Antônio De Paula Assis 5 Cx - Santa Catarina/Natércia	Monofásico	146
39B	AJK134010150	3006841278	Administração	Tanque Atirado	Bairro Do Atirado 99999 - Área Rural	Monofásico	48
40B	APJ222597658	3014904146	Administração	Torre De Tv Digital	Torre De Tv Bairro Boi Malhado 9999 - Área Rural	Bifásico	-
41B	AMN209011964	3014475168	Saúde	Unidade Básica De Saúde	Unidade Básica De Saúde 999 - Área Rural	Monofásico	116
						Total	**10.624**

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

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

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

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

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

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

3.3.2. Lâmpadas

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

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

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

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

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

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

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

LUM 5 – Refletor
Local: Escola Municipal Coronel Goulart

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

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

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

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

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

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

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

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

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

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

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

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

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 69 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 10.624 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 2.390 kWh.

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

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

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

4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

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

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Natércia, foi proposta uma redução de aproximadamente 54% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 7. Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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

Tabela 7 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de Lâmpada ou Luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (UN)
Vapor de Mercúrio	80	42	302
	125	52	134
	250	61	1
	400	110	12

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

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

Tipo de Lâmpada ou Luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (UN)
Vapor de Sódio	70	42	58
	100	52	93
LED	100	61	150
		TOTAL	**750**

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R$ 1.332,43, resultando no custo total de R$ R$ 999.320,00.

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

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Natércia possui aproximadamente 1.568 pontos de iluminação. Para o orçamento[4] da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou um custo por ponto de R$ 602,51, sendo assim, o custo total estimado para o CAPEX é R$ 944.735,68.

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

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Natércia, possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 69 kWp. A estimativa do orçamento[4] considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos é de R$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R$ 411.700,00.

[4] Ver Apêndice **H – Planilha de Quantidades de Referência.**

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Natércia possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 112 kWp. A estimativa de orçamento[4] considerada para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública é de R$ 6.600,00 por kWp. O custo total de CAPEX igual a R$ 741.264,70.

5.5. Resumo do CAPEX

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

Tabela 8 – Orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R$ 999.320,00	R$ 944.735,68	R$ 411.700,00	R$ 741.264,70
Valor total estimado	**R$ 3.097.020,38**			

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.

PARAISÓPOLIS

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

1. Introdução 4
2. Iluminação pública 4
   2.1. Introdução 4
      2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município 4
   2.2. Levantamento do sistema de IP existente 5
      2.2.1. Metodologia 5
      2.2.2. Tipologias encontradas 6
         2.2.2.1. Lâmpadas 6
         2.2.2.2. Luminárias 6
         2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos 7
         2.2.2.4. Balastros 8
         2.2.2.5. Braços e suportes 8
         2.2.2.6. Postes 8
   2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública 9
      2.3.1. Introdução 9
      2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos 9
      2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator 10
      2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação 10
      2.3.5. Braços e suportes (apenas quando houver braço fora de padrão) 11
   2.4. Medições luminotécnicas 11
      2.4.1. Malha para verificação detalhada 11
      2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância 11
      2.4.3. Resultados 12
3. Relatório levantamento da iluminação interna e externa dos espaços públicos 17
   3.1. Introdução 17
   3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados 17
   3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente 19
      3.3.1. Luminárias 19
      3.3.2. Lâmpadas 20
      3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias 20
      3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado 21
   3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos 21
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR 22

4.1. Introdução 22
4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR 22
5. Orçamentos – CAPEX 23
5.1. Iluminação pública 23
5.2. Iluminação dos prédios públicos 24
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos 24
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública 24
5.5. Resumo do CAPEX 25

1. Introdução

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

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

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

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	64 unidades consumidoras	2.897 pontos de IP
Consumo médio mensal	27.032 kWh	142.011 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R$ 0,8132	B4A – R$ 0,4585
Custo médio mensal com energia	R$ 21.983,50	R$ 65.112,04

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

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

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

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

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

Tipo de	Potência	Potência	Potência	Quantidade	Quantidade	Potência	Consumo*

lâmpada	unitária da lâmpada (W)	unitária do balastro (W)	unitária total (W)	lâmpadas (un)	relés (un)	total (kW)	(kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	89,60	414	373	37,54	13.300,40
	125	13,75	138,75	1.069	962	149,48	52.957,91
	250	25,00	275,00	125	113	34,51	12.226,38
	400	36,00	436,00	4	4	1,75	619,40
Vapor de Sódio	50	12,00	62,00	40	36	2,52	893,93
	70	14,00	84,00	334	301	28,42	10.067,62
	100	17,00	117,00	377	339	44,52	15.771,41
	150	22,00	172,00	71	64	12,29	4.353,70
	250	30,00	280,00	27	24	7,59	2.688,73
	400	38,00	438,00	2	2	0,88	311,12
	100 IP 24H	17,00	117,00	1	1	0,12	46,01
LED	100	0,00	101,20	41	37	4,14	1.468,26
	150	0,00	151,20	35	32	5,29	1.873,39
	200	0,00	201,20	357	321	71,79	25.432,55
Total				**2.897**	**2.609**	**400,84**	**142.010,81**

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

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, 19 vias distintas, totalizando 125 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 6.

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

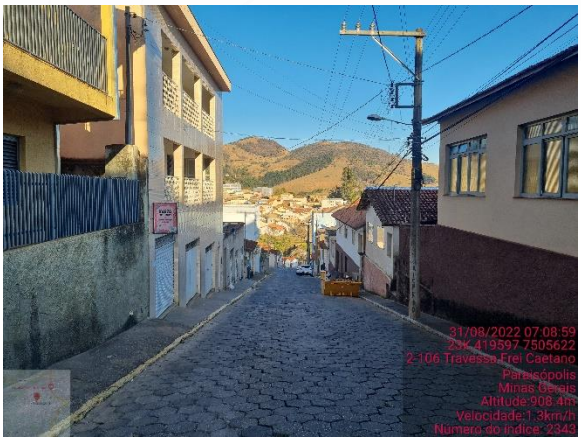


Figura 1 - Poste de concreto circular com luminárias abertas com lâmpada vapor de sódio de 125 W, localizado na via Rua Doutor Jouber Guimarães.

Figura 2 – Poste de concreto circular com luminárias abertas com lâmpada vapor de sódio de 100 W, localizado na Rua Santos Dumont

2.2.2. Tipologias encontradas

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

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, o principal tipo de lâmpada instalada na cidade é a de vapor de Mercúrio, com destaque para a lâmpada na potência de 125 W.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 552 pontos de luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé foto controlador, representando um total de 19% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta, representam a maioria na composição do parque de luminárias com aproximadamente 1.912 pontos, um percentual de 66% das luminárias existentes.

Além dessas luminárias, foram identificadas luminárias ornamentais em postes de aço ornamentais de 6 m como pode ser verificado na Praça Coronel José Vieira.

Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também a existência de luminárias LED (433 pontos, aproximadamente 15% do total) em vias de acesso (rodovia), vias centrais e no entorno da Praça Coronel José Vieira.

Embora a maioria do parque seja composto por luminárias abertas, para as luminárias fechadas, tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o fabricado em policarbonato. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano e poli curvo

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

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

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

Aproximadamente 53% dos pontos são comandados de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada, na própria luminária.

O restante do parque, os pontos são comandados em grupo, com o acionamento através de relé instalado em base de 50A e alimentação por “cabo controle”.

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

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 19% do parque (552 pontos) possuem balastros do tipo integrado. Os balastros do tipo externo formam a quantidade de 1.912 unidades.

2.2.2.5. Braços e suportes

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

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

Ressalta-se que atualmente apenas os braços tipo curto, médio e pesado são utilizados como padrão da CEMIG, os demais tipos são fora de padrão e recomenda-se a substituição dos mesmos.

2.2.2.6. Postes

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

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

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 7 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 31 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias da área urbana (região central) estão asfaltadas e/ou com calçamento tipo bloquete ou poliédrico, apresentam passeio e meio fio demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 7 m para vias de rolamento e 1,3 m para passeios.

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

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 31 m e 37 m.

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

Tendo em vista que foram encontrados 13 tipos de potência diferentes para lâmpadas e luminárias instaladas, podemos concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a Prefeitura Municipal.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

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

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

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, 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.

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

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

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

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação

Foi identificado plaquetas numeradas com identificação nos pontos que compõe o parque de iluminação do município.

A identificação dos pontos sugere que o município tem o parque georreferenciado e cadastrado.

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

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

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

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

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

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

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

2.4.3. Resultados

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

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

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo 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
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20

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)
	Kubitschec k de Oliveira						Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
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

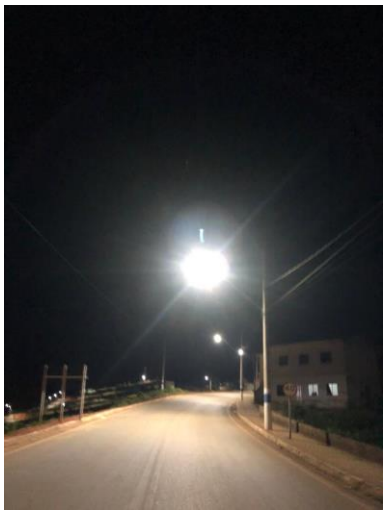
Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

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.

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



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

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

3. Relatório levantamento da iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

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

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 6 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

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

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

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
1A	3004389726	AHW958006470	Administração	Rodoviária	Av. José Pereira D. Dias, S/N - Novo Horizonte	Trifásico	531
2A	3003298504	ARB087008487	Administração	Almoxarifado	Av. Rio Branco, 844 - Centro	Trifásico	344
3A	30003298501	AME112116592	Administração	Pref. Mun. Paraisópolis	Rua Marechal Deodoro, 363 - Centro	Monofásico	100
4A	3002290755	BMW939001783	Administração	Cras/ Centro Cultural	Rua Benedito Valadares, 64 - Centro	Trifásico	70
5A	3003705060	AHP925001315	Esporte/Lazer	Estádio Mun. São José	Av. Guarda M. Carneiro, 337 - Centro	Trifásico	1.795
6A	30061952251	BMH019000379	Esporte/Lazer	Ginásio Poliesp. Prof. H. Rocha	Av. Guarda M. Carneiro, 337 - Centro	Trifásico	695
7B	3003298517	AJY005003245	Administração	P.m. Paraisópolis Repetidor Tv B Gran	Rua Do Brejo Sn Cx - Centro	Monofásico	1.561
8B	3005771886	AEU035006166	Administração	Município De Paraisópolis	Rua Costas 533 El - Costas	Bifásico	1.259
9B	3003298500	APH187039791	Administração	Paraisópolis Sede Municipal	Pça Centenário 103 Cx Nr 01 - Centro	Bifásico	1.065
10B	3003919686	APD100074826	Administração	P.m. Paraisópolis Dist Costa	Pça São João Batista 1 Cx - Costas	Bifásico	612
11B	3012811045	APJ222597695	Administração	P.m. Paraisópolis Construção Ete	Ponte De Ferro 9999 Cx - Área Rural	Bifásico	498
12B	3003839761	APD100031903	Administração	Cemitério	Tra Fre Caetano 772 Cm - Centro	Bifásico	491
13B	300653976	AMH138156635	Administração	P.m. Paraisópolis Reciclagem De Lixo	Est Carneiros 920 Ec - Carneiros	Monofásico	485
14B	3003916900	AGA704006527	Administração	P.m. Paraisópolis Calçadão	Tra Sebastião J Barros 165 Cx - Centro	Trifásico	419

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
15B	3005985890	AHU969001126	Administração	Prefeitura M Paraisópolis	Rua Vinte Cinco De Janeiro 5 Cx - Vila Frei Orestes	Trifásico	413
16B	3003298506	ARB087008286	Administração	Pref. Mun. Paraisópolis Xxx	Rua Silviano Brandão 112 Cx - Centro	Trifásico	314
17B	3003298510	AHW958009658	Administração	Paraisópolis Concha Acústica	Pça Coronel Jose Vieira 150 Cx - Centro	Trifásico	306
18B	3006195253	AET941001387	Administração	Paraisópolis Praça Museu	Tra Alves De Lima 10 Cx - Centro	Bifásico	268
19B	3003901546	APG192069373	Administração	Matadouro	Est. Ponte De Ferro 180 Cx - Ponte De Ferro	Bifásico	222
20B	3001210746	AME112026341	Administração	Meio Ambiente	Rua Sete De Setembro 702 Cs - Centro	Monofásico	209
21B	3005372936	APJ222557935	Administração	Paraisópolis Quadra Poliesportiva	Pça São Benedito 98 Cx - Centro	Bifásico	200
22B	3003298514	AME179048149	Administração	Mun. Paraisópolis	Pça Monsenhor Dutra 1 Cx Nr 2 - Centro	Monofásico	192
23B	3003298509	AHB988001675	Administração	Paraisópolis Chafariz	Pça Coronel José Vieira 120 Cx - Centro	Trifásico	144
24B	3005887922	APD118039491	Administração	Prefeitura M Paraisópolis	Tra Sebastião J Barros 64 Cx - Centro	Bifásico	135
25B	3006316039	APG192071826	Administração	Paraisópolis Museu	Rua Benedito Valadares 64 Cs - Centro	Bifásico	105
26B	3003298501	AME112116592	Administração	Município De Paraisópolis	Rua Marechal Deodoro 363 Cx - Centro	Monofásico	95
27B	3006771495	AHU746000203	Administração	Calçadão	Rua São Jose 1 Cx - Centro	Trifásico	70
28B	3004473969	BMW939001790	Administração	Galpão	Av Rio Branco 684 Cx - Centro	Trifásico	49
29B	3013983636	AMJ180053707	Administração	Banheiro Público Costas	Rua Antônio Mota Da Silva 1 Cx - Costas	Monofásico	19
30B	3014170597	APH195025499	Administração	Guarita Do Distrito Industrial	Rod. Mg 295 Distrito Industrial 1 Cs - Área Rural	Bifásico	17
31B	3004642603	ABN886011436	Administração	Prefeitura M Paraisópolis	Est Pinhalzinho 550 Cx - Pinhalzinho	Monofásico	15
32B	3005851996	ABG002034099	Administração	Junta Militar	Pça Monsenhor Dutra - Centro	Monofásico	12
33B	3006115565	AML211007162	Administração	Ponto De Taxi	Pça Presidente Vargas 1 Co - Centro	Monofásico	10
34B	3006638727	AEU035006082	Administração	Paraisópolis Praça	Est Recoco 470 Cx - Recoco	Bifásico	5
35B	3004510495	ABN951063568	Administração	P.m. Paraisópolis IBGE	Pça Monsenhor Dutra 1 Cx - Centro	Monofásico	3
36B	3011953017	APD126137712	Administração	Oficina Do Cras	Av Rio Branco 684 Cx - Centro	Bifásico	1
37B	3004122754	AME112126747	Administração	Prefeitura de M Paraisópolis	Est. Jacintos 540 Cx - Jacintos	Monofásico	1
38B	3004582753	ABR963030418	Administração	Capela Cemite	Rua Marechal Deodoro - Centro	Monofásico	-
39B	3004047991	AJU993007401	Administração	P.m. Paraisópolis Lagoa	Est. Da Lagoa 1 Cx - Lagoa	Monofásico	-
40B	300401394	BAC129002908	Educação	Escola Mons Sebastião Vieira	Rua Cumbica 501 - Jardim Aeroporto	Trifásico	1.588
41B	3005771884	AHD001002365	Educação	Escola Bueno De Paiva	Pça Coronel José Vieira 38 L - Centro	Trifásico	1.250
42B	3005771885	ARK191027613 e AHQ879002126	Educação	Escola Tia Emília	Tra José Dias Medeiros, 133 - Alto Da Gloria	Trifásico	1.069
43B	3013232637	ARC164010991	Educação	Creche	Rua Dr Álvaro Augusto De Almeida 40 Cx - Centro	Trifásico	1.032
44B	301301281	ARC172006512	Educação	Escola Mun. Conceição Adair	Rua Diamantina - Alto Dos Fernandes	Bifásico	998
45B	3004760593	AME112089020	Educação	Prefeitura M Paraisópolis Em Jacintos	Est. Jacintos 420 El - Jacintos	Monofásico	148
46B	3003298527	AMI131255696	Educação	Em Nossa Sra. Dos Ros	Est. Pinhalzinho 550 El - Pinhalzinho	Monofásico	-
47B	3006652268	APD100060498	Esporte/Lazer	Paraisópolis Parque	Rua Doutor Pedro Rosa 9999 Cx - Pernilongo	Bifásico	1.253

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
48B	3003298519	ARD118032509	Esporte/Lazer	Área De Lazer M B C	Est Serra Usina 265 Cx - Serra Usina	Trifásico	225
49B	3006701735	AEU043016558	Esporte/Lazer	Paraisópolis Quadra Poliesportiva	Av Egídio Dias Carvalho 1 Qd - Alto Dos Fernandes	Bifásico	158
50B	3006464488	AHP925007738	Esporte/Lazer	Paraisópolis Quadra Poliesportiva	Rua Vinte Cinco De Janeiro 108 Qd - Vila Frei Orestes	Trifásico	110
51B	3014293372	APJ206003597	Esporte/Lazer	Quadra Boa Vista Ii	Rua Flamboyant 101 Cx - Pinheiros	Bifásico	71
52B	3006483973	AEU035003362	Esporte/Lazer	Paraisópolis Pista Skate	Rua Dr Álvaro Augusto De Almeida 95 Cd - Centro	Bifásico	23
53B	3007502465	AHB061006442	Esporte/Lazer	Paraisópolis Campo De Futebol	Rua Costas 370 Cf - Costas	Trifásico	22
54B	3006817408	AEA050009666	Esporte/Lazer	Paraisópolis Quadra Esportiva	Rua Doutor Geraldo E Carvalho 405 Qd - Doutor Geraldo	Bifásico	-
55B	3006295770	AHU985002922	Esporte/Lazer	Paraisópolis Quadra Poliesportiva	Rua Pouso Alegre 705cx - Centro	Trifásico	-
56B	3012757237	APD159062902	Esporte/Lazer	P.m. Paraisópolis Quadra Respar	Rua Antônio B L Ribeiro 289 Cx - Respar	Bifásico	-
57B	3011270060	BAC129008417	Saúde	Policlínica	Av Jose Pereira S Dias 265 Cx - Jardim Vale Do Sol	Trifásico	2.182
58B	3003688555	ARD118033174	Saúde	Poste De Saúde	Tra Sebastião J Barros - Centro	Trifásico	1.251
59B	3010358009	AHU985000759	Saúde	Esf Iii	Av Alfredo Machado Carvalho 355 - Residencial Paraiso	Trifásico	784
60B	3007647260	AHF073004645	Saúde	Esf I	Rua Pouso Alegre 181 Os - Centro	Trifásico	723
61B	311086919	ARC107020922	Saúde	Esf Ii	Rua Silviano Brandão 211 Cx - Centro	Trifásico	676
62B	3011518940	AFD1260844393	Saúde	Farmácia Municipal	Rua São Jose 14 Cx - Centro	Bifásico	455
63B	30003298502	AMI13119934	Saúde	Secretaria De Saúde	Rua Marechal Deodoro, 363 - Centro	Monofásico	252
64B	30003298530	APD100010842	Saúde	Posto De Saúde Distrito Dos Costa	Rua Luís Resende 533 Cx A - Costas	Bifásico	129
						Total	**27.032**

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

Considerando a tarifa média de R$ 0,8132 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R$ 21.983,50 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 348 luminárias, agrupadas em 6 tipos, nas 06 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	103 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	40 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	10 unidades
LUM 4	Refletor	191 unidades
LUM 5	Projetor LED	2 unidades
LUM 6	Luminária arandela ornamental	2 unidades
Total		**348 unidades**

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 396 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	84 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	20 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	80 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	21 unidades
LAMP 5	Lâmpada mista	4 unidades
LAMP 6	Vapor metálico de 200 W	55 unidades
LAMP 7	Vapor metálico de 400 W	132 unidades
Total		**396 unidades**

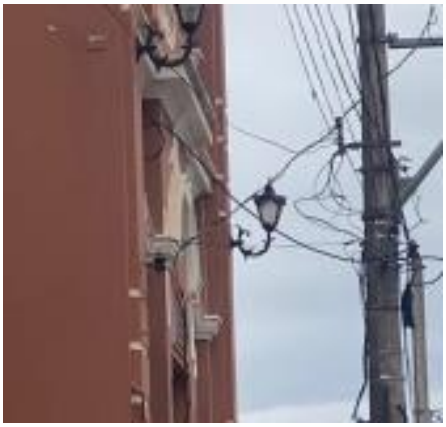
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

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

LUM 1 – Porta-Lâmpadas Base E-27
Local: Centro Cultural

LUM 5 – Projetor LED
Local: Almoxarifado

LUM 4 - Refletor
Local: Estádio



LUM 6 - Luminária arandela ornamental
Local: Prefeitura

Figura 7 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estimar a quantidade total de luminárias no município, foi utilizado um fator igual a 0,244 – valor esse obtido a partir da relação entre a quantidade de pontos de iluminação e o consumo energético das respectivas instalações levantadas.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Paraisópolis, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Paraisópolis conclui em um total de 6.099 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo, nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, percebeu-se a predominância de porta-lâmpadas com lâmpadas fluorescente e refletores com lâmpadas de vapor metálico. Identificou-se também a utilização de lâmpadas LED, o que mostra que já há uma atualização na tecnologia. Contudo, atenta-se que a utilização de luminárias LED integradas é mais adequada do que a simples

troca da lâmpada em luminárias depreciadas e construídas para uso com lâmpadas incandescentes, de descarga e/ou fluorescentes.

Dessa forma, identificou-se que o município ainda utiliza tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento conclui-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 191 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4 de 27.032 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 4.110 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 544 kWp. O consumo energético remanescente (65.325 kWh) foi considerado após modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 54%.

4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

Para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo para identificar possíveis áreas e demais soluções de engenharia do município para instalação dos SFCR.

[1] O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Paraisópolis, foi proposto uma redução de aproximadamente 54% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 7.

Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, foi considerado o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 7 – Equivalências para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	414
	125	52	1069
	250	61	125
	400	110	4
Vapor de Sódio	50	42	40
	70	42	334
	100	52	377
	150	52	71
	250	83	27
	400	150	2
	100 IP 24 H	42	1
LED	100	61	41
	150	110	35
	200	150	357
TOTAL			**2.897**

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

[3] Considerou 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.

Através deste anteprojeto, para estimativa do orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R$ 1.332,43, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R$ 3.860.040,05.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Paraisópolis possui aproximadamente 6.099 pontos de iluminação. Para o orçamento[4] da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R$ 602,51, sendo assim, o custo total estimado para o CAPEX é R$ 3.674.708,49.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Paraisópolis possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 191 kWp. A estimativa do orçamento[2] considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos é de R$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R$ 1.146.100,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Paraisópolis possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 544 kWp. A estimativa de orçamento[4] considerada para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública é de R$ 6.600,00 por kWp. O custo total de CAPEX igual a R$ 3.592.878,30.

[4] Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 8 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Paraisópolis.

Tabela 8 – Orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R$ 3.860.040,05	R$ 3.674.708,49	R$ 1.146.100,00.	R$ 3.592.878,30
Valor total estimado	**R$ 12.273.726,84**			

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.

POÇO FUNDO

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

1. Introdução 4
2. Iluminação publica 4
2.1. Introdução 4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município 4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente 5
2.2.1. Metodologia 5
2.2.2. Tipologias encontradas 6
2.2.2.1. Lâmpadas 6
2.2.2.2. Luminárias 6
2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos 7
2.2.2.4. Balastros 8
2.2.2.5. Braços e suportes 8
2.2.2.6. Postes 8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública 8
2.3.1. Introdução 8
2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos 9
2.3.3. Refratores de policarbonato danificados 10
2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator 11
2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação 11
2.3.6. Braços e suportes 11
2.4. Medições luminotécnicas 11
2.4.1. Malha para verificação detalhada 11
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância 11
2.4.3. Resultados 12
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos 17
3.1. Introdução 17
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados 17
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente 19
3.3.1. Luminárias 19
3.3.2. Lâmpadas 19
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias 19

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado 20
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos 21
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR 21
4.1. Introdução 21
4.2. Capacidade estimada 22
4.2.1. Relatório fotográfico amostral 22
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR 23
5. Orçamentos – CAPEX 24
5.1. Iluminação pública 24
5.2. Iluminação dos prédios públicos 25
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos 25
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública 25
5.5. Resumo do CAPEX 25

1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético dos municípios, visando à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Poço Fundo/MG membro da Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Poço Fundo, encontraram-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	40 unidades consumidoras	1.698 pontos de IP
Consumo médio mensal	17.410 kWh	79.993 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R$ 0,8357	B4A – R$ 0,4503
Custo médio mensal com energia	R$ 14.549,41	R$ 36.022,63

2. Iluminação publica

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Poço Fundo, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.

Tabela2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Poço Fundo

Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (un)	Quantidade relés (un)	Potência total (kW)	Consumo* (kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	91	64	58	5,81	2.056
	125	13,75	140	538	484	75,29	26.651
	250	25,00	276	28	25	7,73	2.738
Vapor de Sódio	70	14,00	85	256	230	21,81	7.716
	100	17,00	118	616	554	72,81	25.768
	150	22,00	173	191	172	33,08	11.711
	400	38,00	439	5	5	2,20	777
Total				**1.698**	**1.528**	**218,54**	**77.420**

*Considerando 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

Somado às demais contas de energia na modalidade tarifária B4A (praças, avenidas, etc.), o município de Poço Fundo possui consumo total médio mensal de 79.993 kWh com iluminação pública.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 15 vias distintas, totalizando 125 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 7.

Em todos os postes levantados existiam apenas uma luminária, à exceção dos pontos localizados nas esquinas, praças e trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.

Figura 1 - Poste de concreto circular com lâmpada vapor de sódio 150 W, localizado na Avenida Dr. Lélio de Almeida

Figura 2 – Postes de concreto circular com lâmpada vapor de mercúrio 125 W, localizado na Rua Professor Ramos

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé fotocontroladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Poço Fundo.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, o principal tipo de lâmpadas instaladas na cidade é de vapor de sódio com destaque para as lâmpadas na potência de 100 W.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 1.068 pontos das luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé fotocontrolador, representando um total de 63% das luminárias existentes.

O restante do parque é composto por luminárias abertas que correspondem a aproximadamente 37% (630 pontos).

Além dessas luminárias, foram identificadas também luminárias ornamentais tipo bola em policarbonato leitoso instaladas em postes de aço ornamentais de 4,5 m.

Durante a etapa de levantamento não foram identificadas luminárias LED em vias e praças do município.

O tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o fabricado em policarbonato. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano, policurvo e com refrator em policarbonato.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos

A maioria dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé fotocontrolador do tipo eletrônico instalado em tomada externa, ou existente na própria luminária.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 75% do parque (1.274 pontos) possuem balastros do tipo integrado. Os balastros do tipo externo formam a quantidade de cerca de 424 unidades.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e demais vias visitadas, destacam-se os braços tipo médio, representando cerca de 44% do total de pontos, com medidas de acordo com o padrão da CEMIG, distribuidora local.

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 4% de braços tipo Leve I e 4% de braços tipo leve II, conforme apresentado na Figura 4 a seguir, os quais foram retirados do padrão da distribuidora de energia ainda na década de 1980. Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados com padrão.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo circular. Também foi identificado um número significativo postes do tipo madeira e concreto duplo T.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8,00 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 33 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado, todas as vias da área urbana (região central) no trecho percorrido pelo levantamento estão asfaltadas, as vias apresentam passeio e meio fio demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 9,00 m para vias de rolamento e 1,80 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). A rede de baixa tensão apresenta em proporcionalidade tanto a rede isolada quanto a rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 30 m a 45 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública de Poço Fundo.

Tendo em vista que foram encontrados 7 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Uma rápida inspeção visual nos principais corredores de trânsito da cidade é suficiente para comprovar o baixo índice de iluminância média (E_{med}). Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificaram-se níveis de iluminância abaixo dos valores mínimos recomendados por norma, o que provoca uma sensação de insegurança e falta de visualização adequada na via durante esse período.

Os principais motivos para o não atendimento aos critérios de iluminância média (E_{med}) e fator de uniformidade (U) são a utilização de lâmpadas de descarga com fluxo luminoso inferior ao necessário para a via, falta de uma manutenção preventiva, espaçamento inadequado entre pontos de luminárias, depreciação da luminária em função de um conjunto ótico ineficaz e luminárias com refratores muito velhos e amarelados ou ainda luminárias sem refratores.

No que tange às luminárias LED instaladas no município e considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos, também considerando os critérios estabelecidos pela NBR 5101/18, pode se afirmar que as luminárias LED existentes nas vias do município estão superdimensionadas, 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.

2.3.3. Refratores de policarbonato danificados

Conforme se pode verificar em alguns exemplos detalhados na Figura 4 abaixo, identificou-se luminárias com o refrator em policarbonato amarelado, quebrado ou mesmo faltando. Esse fato revela deficiência no processo de manutenção preventiva, o que acarreta a necessidade de substituição não só do refrator, mas de todo o conjunto.

Figura 4 - Luminárias com refrator de policarbonato amarelado ou faltando.

2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

Atualmente em Poço Fundo verifica-se que várias luminárias já não mais possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos auxiliares instalados em luminárias fechadas com alojamento, dificultando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.6. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotossensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotossensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 5 apresenta o aparelho utilizado para realização das

medições de campo.

Figura 5 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Adami						Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patricio Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

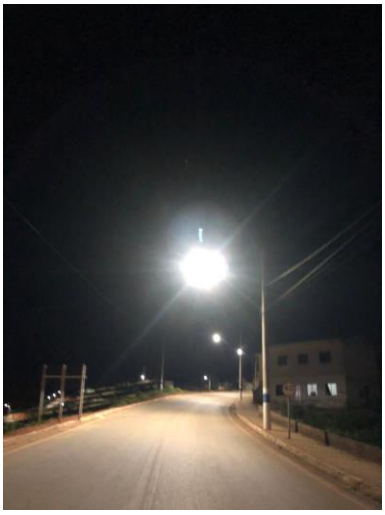
Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 6 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

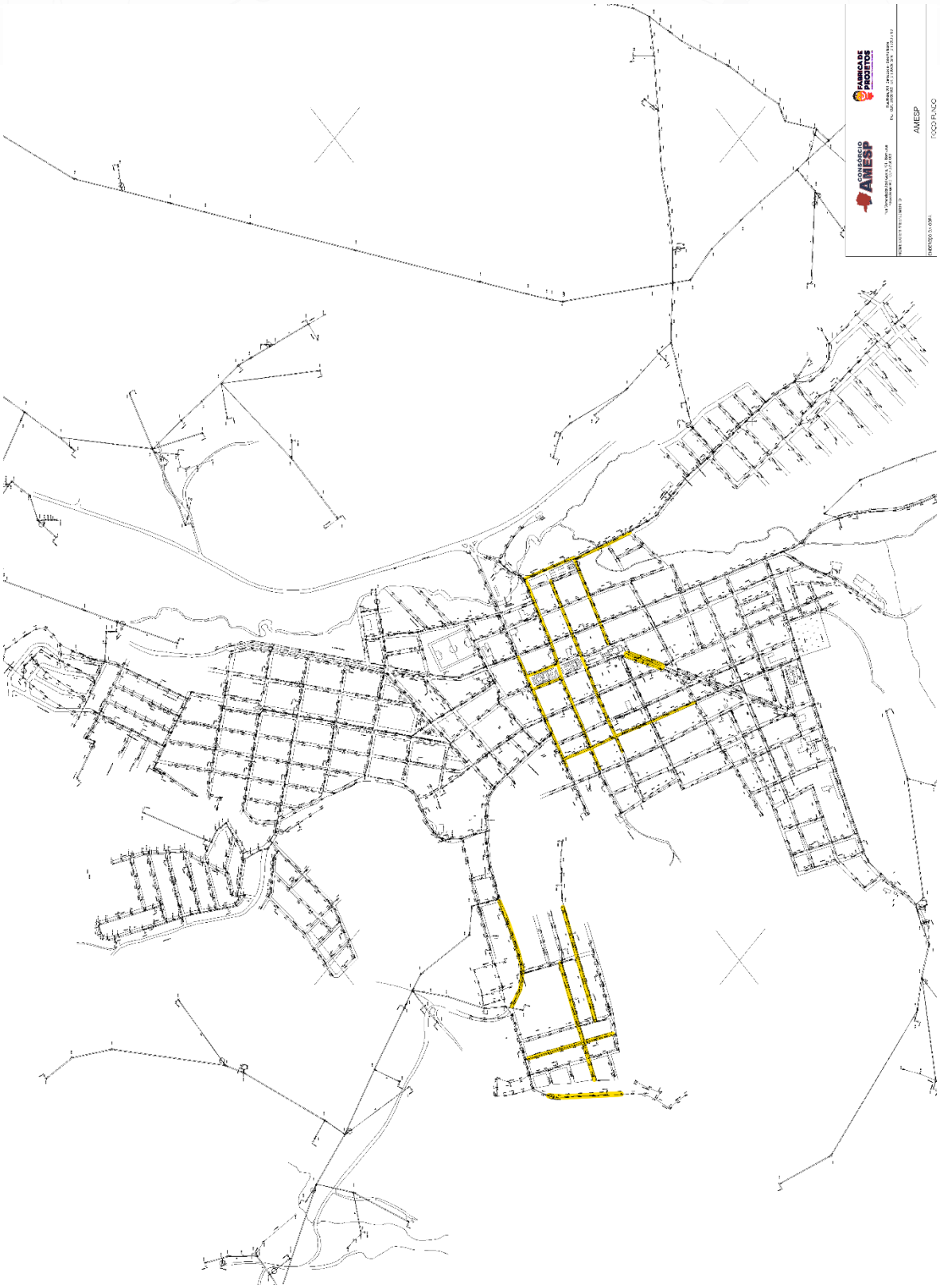


Figura 7 – Mapa cadastral do município de Poço Fundo com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios públicos de Poço Fundo, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 5 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Poço Fundo

Cód. *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	3003300688	ARC123014339	Administração	Rodoviária Poço Fundo	Rua João Paulino Da Costa, 155 - Centro	Trifásico	1.139
2A	3006406534	APG218035876 e ADB822007349	Educação	Esc. Mun. Prof. Carlito Ferreira	Praça Tancredo Neves, 626 /1 E 2 - Centro	Bifásico	354
3A	3003300698	AHT966002596	Saúde	Centro De Saúde Municipal - Tiquinho Dentista	Rua Arcanjo Mendes, 264 - Centro	Trifásico	1.169
4A	3013224471	ARC164011229	Saúde	Ubs São José	Rua Messias A. Ferreira, 128 - Vila Fernandes	Trifásico	761
5A	3011062422	ARC107023969	Saúde	Centro Odontológico Hercy Ferreira	Rua 2 De Abril, 287 - Nova Guimirim	Trifásico	376
6B	3003300695	AGK704004492	Administração	Sede Municipal	Pca Tancredo Neves, 1 Cx - Centro	Trifásico	1.553
7B	3003300684	ARC107009600	Administração	Almoxarifado	Pca Tancredo Neves, 60 Am - Centro	Trifásico	1.354
8B	3003300693	AJR872019757	Administração	Torre De Tv	Est Barro Branco, 390 Cx - Barro Branco	Monofásico	756
9B	3012172137	BAG164103127	Administração	Projeto Carnaval	Av. Jose Evilasio Assi, 49 Cx - Nova Gimirim	Trifásico	375
10B	3003028717	AMI149099787	Administração	Quartel Policia Militar	Rua Tiradentes, 432 Co - Centro	Monofásico	340
11B	3000151152	APH187035978	Administração	Secretaria De Assistência Social	Rua Garibaldi Aquino, 202 Cs - Nova Gimirim	Bifásico	155
12B	3003300687	AHD001006275	Administração	Cemitério	Rua Osorio Grilo, 235 Cm - Centro	Trifásico	144
13B	3010754245	ARB095026707	Administração	Matadouro Municipal	Av. Ver Antonio Batista De Carvalho, 200 Cx - Centro	Trifásico	91

Cód. *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
14B	3010614720	APB087001115	Administração	Velório	Rua Capitão Antonio Goncalves, 631 Cx - Centro	Bifásico	58
15B	3013159758	APD142024366	Administração	Cemitério Municipal	Rua Ximenes Cezar, 351 Fr - Paiolinho	Bifásico	38
16B	3006634110	AHD043000675	Administração	Fábrica De Bloco	Rua Prefeito Izaias Carvalho, 150 In - Centro	Trifásico	31
17B	3003300702	ABR948022386	Administração	Torre De Tv	Pca Tancredo Neves, 228 Cx - Centro	Monofásico	-
18B	3004735749	ARM206006750	Água e Saneamento	Poço Artesiano	Est Paiolinho, 5305 Bg - Paiolinho	Trifásico	1.582
19B	3010914757	APD100048137	Água e Saneamento	Captação Agua Agrovila	Endereço rural S N Agrovila - B. Piedade 99999 - Área Rural	Bifásico	457
20B	3012845066	APJ214049209	Educação	Creche	Rua Joao Teodoro Ferreira, 426 Cx - Centro	Bifásico	547
21B	3003300699	AHF073003585	Educação	Creche	Rua Benjamin Constant, 540 Co - Centro	Trifásico	473
22B	3005678334	AEA993027900	Educação	Escola Prefeito Carlito	Pca Tancredo Neves, 3030 El - Centro	Bifásico	392
23B	3013967368	APH187037758	Educação	Escola Barra Grande	Rua Barra Grande, 301 Cx - Barra Grande	Bifásico	245
24B	3003300701	ABY955047019	Educação	Escola Barra Grande	Rua Barra Grande, 300 El - Barra Grande	Monofásico	210
25B	3003300694	AME112172188	Educação	Escola Professora Rita	Pca Castelo Branco, 420 El - Paiolinho	Monofásico	157
26B	3003300707	APD142034186	Educação	Escola Barreiro	Est Barreiro, 9000 El - Barreiro	Bifásico	118
27B	3003300704	ABN878026064	Educação	Escola Goncalves	Rua Goncalves, 405 El - Goncalves	Monofásico	108
28B	3010707613	AEA043001679	Esporte/Lazer	Padrão De Eventos	Pca Tancredo Neves, 154 Cx - Centro	Bifásico	729
29B	3011256370	AHB061000093	Esporte/Lazer	Padrão De Eventos	Pca São Francisco, 115 Cx - Centro	Trifásico	331
30B	3014417100	ARK191023606	Esporte/Lazer	Quadra Coberta	Quadra Coberta, 9999 Cx - Área Rural	Trifásico	122
31B	3010137112	ARC164004153	Esporte/Lazer	Campo Futebol Paiolinho	Rua Jose Domingues, 9999 Co - Paiolinho	Trifásico	92
32B	3013166821	ARC164002959	Esporte/Lazer	Poliesportivo Bairro Nova Gimirim	Rua Jairo Elias De Araújo, 102 Fr - Nova Gimirim	Trifásico	47
33B	3012220316	AMI149041728	Esporte/Lazer	Padrão De Eventos	Pca São Francisco, 1 Cx - Centro	Monofásico	25
34B	3010707583	AEU050009044	Esporte/Lazer	Padrão De Eventos	Pca São Francisco, 344 Cx - Centro	Bifásico	13
35B	3010519574	AHBN944001716	Esporte/Lazer	Padrão De Eventos	Av. Doutor Lelio Alemida, 242 Cx - Centro	Trifásico	-
36B	3000679270	AHW958009623	Saúde	Sec. Mun. Saúde De Poço Fundo	Rua Odete Dos Anjos, 190 In - Centro	Trifásico	1.614
37B	3013402798	ARC164022787	Saúde	Unidade Básica De Saúde São Lucas	Pca Tancredo Neves, 22 Cx - Centro	Trifásico	715
38B	3003300700	APD167130025	Saúde	Posto De Saúde	Rua Governador Valadares, 342 Ps - Paiolinho	Bifásico	305
39B	3012599460	APC149053409	Saúde	Centro Odontológico	Rua Dois De abril, 287 Cx - Centro	Bifásico	241
40B	3011242232	APD118112208	Saúde	Farmácia Básica	Rua Arcanjo Mendes, 264 Cx - Centro	Bifásico	192
						Total	**17.410**

*O código com a letra A indica as instalações que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada acima. O código com a letra B indica as instalações que não foram visitadas.

Considerando a tarifa média de R$ 0,8357 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R$ 14.549,41 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 282 luminárias, agrupadas em 8 tipos, nas 05 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	168 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	69 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	1 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	12 unidades
LUM 5	Refletor	5 unidades
LUM 6	Projetor LED	18 unidades
LUM 7	Luminária de Iluminação pública convencional	7 unidades
LUM 8	Luminária de embutir retangular x1 lâmpadas (120 cm)	2 unidades
Total		**282 unidades**

3.3.2. Lâmpadas

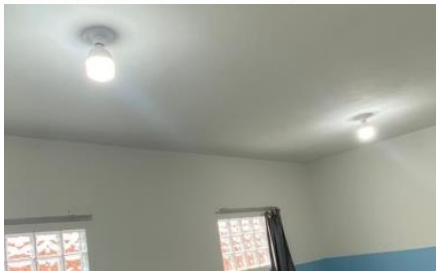
Foram identificadas também 333 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	35 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	2 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	140 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	145 unidades
LAMP 5	Vapor metálico de 100 W	4 unidades
LAMP 6	Vapor de mercúrio de 200 W	3 unidades
LAMP 7	Vapor de mercúrio de 80 W	4 unidades
Total		**333 unidades**

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Poço Fundo.



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Posto de Saúde

LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: UBS São José

LUM 6 - Projetor LED
Local: E.M. Prof. Carlito

LUM 1 e 2 – Porta lâmpada e luminária de sobrepor retângulas x 2 lâmpadas (120 cm)
Local: E.M Prof. Carlito

LUM 4 - Luminária tipo arandela
Local: Centro Odontológico

LUM 7 - Luminária de Iluminação pública convencional
Local: E.M. Prof. Carlito

Figura 8 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Poço Fundo, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Poço Fundo conclui em um total de 3.600 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, constatou-se uma predominância de porta lâmpadas com lâmpadas LED bulbo e luminárias retangulares para duas lâmpadas fluorescentes tubulares.

Contudo, atenta-se que a utilização de luminárias LED integradas é mais adequada do que a simples troca da lâmpada em luminárias depreciadas e construídas para uso com lâmpadas incandescentes, de descarga e/ou fluorescentes.

Dessa forma, pode-se concluir que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 122 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 17.410 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 2.810 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 267 kWp. O consumo energético remanescente (31.997 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 60%.

[1] O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).

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)
3A	AHT966002596	3003300698	Posto de saúde Antônio Cândido	Rua Arcanjo Mendes, 264	Trifásico	Cerâmico	6.000	50,4	36
2A	APG218035876 e ADB822007349	3006406534	E.M. Prof. Carlito	Praça Tancredo Neves, 626	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
TOTAL							**7.560**	**63,4**	**46**

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir, as figuras 9 a 12 e apresentam alguns exemplos de edificações, padrões de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Poço Fundo.

Figura 9 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Prof. Carlito

Figura 10 – Padrão de entrada da Escola Municipal Prof. Carlito

Figura 11 – Telhado cerâmico do Centro de Saúde Municipal Dr. Antônio C. de Oliveira

Figura 12 – Disjuntor do Centro de Saúde Municipal Dr. Antônio C. de Oliveira

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para o consumo de prédios públicos de no mínimo 7.560 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais e postos de saúde.

Identificou-se também que, se houver aumento de carga E.M. Prof. Carlito para um padrão de 200 A, cada local torna-se capaz de produzir cerca de 12.000 kWh/mês. Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 3.400 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando a autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Poço Fundo, foi proposta uma redução de aproximadamente 60% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 8.

Para definição das potências das luminárias LED em substituição da iluminação convencional, foi considerado o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foi elaborado um projeto luminotécnico por cenários padrão, atendendo aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	64
	125	52	538
	250	61	28
Vapor de Sódio	70	42	256
	100	52	616
	150	52	191
	400	150	5
TOTAL			**1.698**

Através deste anteprojeto, para estimativa do orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerou-se um custo por ponto de R$ 1.332.43, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R$ 2.262.460,48.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.
[3] Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente a anyiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.
[4] Ver apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Poço Fundo possui aproximadamente 3.600 pontos de iluminação. Como estimativa de orçamento[4] para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerando-se um custo por ponto de R$ 602,51, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R$ 2.169.036,00.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Poço Fundo possui, possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 122 kWp. Como estimativa de orçamento[4] para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, considerando-se um custo por kWp de R$6.000,00 obteve-se um custo total de CAPEX igual a R$ 730.0000,00

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de Poço Fundo possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 267 kWp. Como estimativa de orçamento[4] para a construção das usinas para iluminação pública, considerando-se um custo por kWp de R$ 6.600,00, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R$ 1.759.846,00.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação de sistemas solares conectados à rede para o município de Poço Fundo.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R$ 2.262.460,48	R$ 2.169.036,00	R$ 730.000,00	R$ 1.759.846,00
Total	**R$ 6.921.342,48**			

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.

SANTA RITA DO SAPUCAÍ

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

1. Introdução 4
2. Iluminação pública 4
2.1. Introdução 4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município 4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente 5
2.2.1. Metodologia 5
2.2.2. Tipologias encontradas 6
2.2.2.1. Lâmpadas 6
2.2.2.2. Luminárias 6
2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos 7
2.2.2.4. Balastros 8
2.2.2.5. Braços e suportes 8
2.2.2.6. Postes 8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública 8
2.3.1. Introdução 8
2.3.2. Refratores de policarbonato danificados 9
2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator 10
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação 10
2.3.5. Braços e suportes 10
2.4. Medições luminotécnicas 10
2.4.1. Malha para verificação detalhada 10
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância 10
2.4.3. Resultados 11
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos 16
3.1. Introdução 16
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados 16
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente 21
3.3.1. Luminárias: 21
3.3.2. Lâmpadas: 21
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias 22
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado 23
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos 23

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR 23
4.1. Introdução 23
4.2. Capacidade estimada 24
4.2.1. Relatório fotográfico amostral 25
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR 27
5. Orçamentos – CAPEX 27
5.1. Iluminação pública 27
5.2. Iluminação dos prédios públicos 28
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos 29
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública 29
5.5. Resumo do CAPEX 29

1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Santa Rita do Sapucaí/MG, pertencente à Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Santa Rita do Sapucaí, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	147 unidades consumidoras	5.257 pontos de IP
Consumo médio mensal	64.126 kWh	270.022 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R$ 0,8335	B4A – R$ 0,4585
Custo médio mensal com energia	R$ 53.448,23	R$ 123.791,59

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Santa Rita do Sapucaí, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Santa Rita do Sapucaí

Tipo de lâmpada/ luminária	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (un)	Quantidade relés (un)	Potência total (kW)	Consumo* (kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	90,80	188	169	17,05	6.033,91
	125	13,75	139,95	1.846	1.661	258,13	91.361,18
	250	25,00	276,20	101	91	27,88	9.869,29
	400	36,00	437,20	120	108	52,45	18.564,01
Vapor de Sódio	70	14,00	85,20	551	496	46,88	16.592,38
	100	17,00	118,20	1.367	1.230	161,42	57.131,58
	150	22,00	173,20	235	212	40,67	14.396,09
	250	30,00	281,20	304	274	85,45	30.243,58
	400	38,00	439,20	56	50	24,59	8.702,85
Multi vapor metálico	70	14,00	85,20	2	2	0,17	60,23
	150	22,00	173,20	7	6	1,21	428,82
LED	40	0,00	41,20	57	51	2,34	828,77
	50	0,00	51,20	31	28	1,58	560,46
	70	0,00	71,20	17	15	1,21	427,69
	80	0,00	81,20	184	166	14,92	5.280,33
	100	0,00	101,20	21	19	2,12	751,30
	145	0,00	146,20	170	153	24,83	8.789,60
Total				**5.257**	**4.731**	**762,90**	**270.021,84**

*Considerado 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 20 vias distintas, totalizando 200 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 7.

Em todos os postes pesquisados existia apenas uma luminária, à exceção de alguns pontos localizados nas esquinas, em praças ou trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.

Figura 1 - Poste de concreto duplo T com luminária aberta, localizado na Rua Delfim Renno Moreira

Figura 2 – Poste de concreto circular com luminárias LED, localizado na Av. Antônio de Cassio

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relés foto controladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Santa Rita do Sapucaí.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instalados na cidade são do tipo vapor de mercúrio e vapor de sódio, com destaque para as lâmpadas nas potências de 125 W (1.846 pontos) e 100 W (1.367 pontos), respectivamente.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de iluminação é composto por aproximadamente 2.523 pontos com luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, alojamento para equipamento incorporado e tomada integrada para relé fotocontrolador, representando um total de 48% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam cerca de 43% (2.261 pontos) do total.

Além dessas luminárias, foram identificadas também luminárias ornamentais tipo bola em policarbonato leitoso instaladas em postes de aço ornamentais de 4,5 m, como pode ser verificado no entorno do Santuário de Santa Rita de Cássia.

Durante a etapa de compilação de dados foi identificado também a existência de luminárias LED (aproximadamente 9% do total) em vias de acesso (rodovia), vias centrais e no entorno do Santuário de Santa Rita de Cássia.

O refrator fabricado em policarbonato é o tipo mais frequente encontrado nas luminárias da cidade. Também estão presentes luminárias fechadas em vidro plano e policurvo.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

A maioria dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé foto controlador eletrônico instalado em tomada na própria luminária.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Aproximadamente 48% do parque (2.523 pontos) possuem balastros integrados. Os do tipo externo representam 2.261 pontos.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e vias principais destacam-se os braços tipo médio, com medidas no padrão da CEMIG, distribuidora local.

Já nas vias mais afastadas da região central, foi identificada uma presença significativa de braços tipo leve I e curto.

Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados como padrão pela distribuidora de energia.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo circular. Também foram identificados postes de concreto DT.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8,00 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 33 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de compilação de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 7,00 m para vias de rolamento e 1,70 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Foi identificado também rede de baixa tensão do tipo isolada.

O espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre eles variando de 30 a 45 metros.

Os dados amostrais indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública de Santa Rita do Sapucaí.

Foram encontrados 17 tipos distintos de potências para as lâmpadas e luminárias instaladas e conclui-se que o parque de iluminação pública do município não está devidamente padronizado.

Quanto maior for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Refratores de policarbonato danificados

Conforme alguns exemplos detalhados na Figura 4 abaixo, identificou-se luminárias com o refrator em policarbonato amarelado, quebrado ou mesmo faltando. Esse fato revela deficiência no processo de manutenção preventiva, o que acarreta a necessidade de substituição não só do refrator, mas de todo o conjunto.

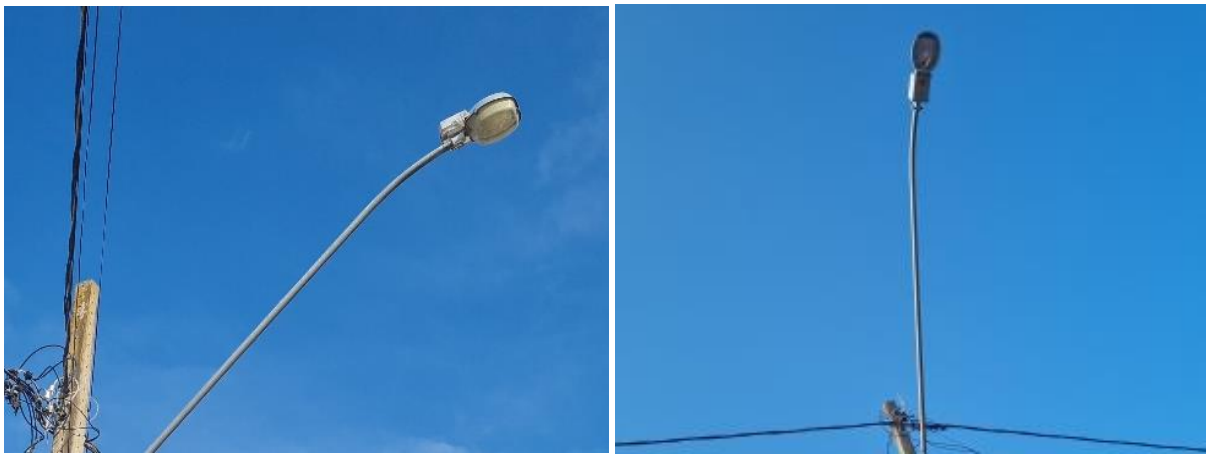


Figura 4 – Luminárias com refrator de policarbonato danificado ou faltando.

2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

As luminárias pesquisadas não estão devidamente etiquetadas, com a identificação de potência e tipo de equipamentos instalados, dificultando o processo de reconhecimento dos produtos instalados no ponto.

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.5. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotossensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotossensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 5 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.

Figura 5 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	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

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade 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	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patricio Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

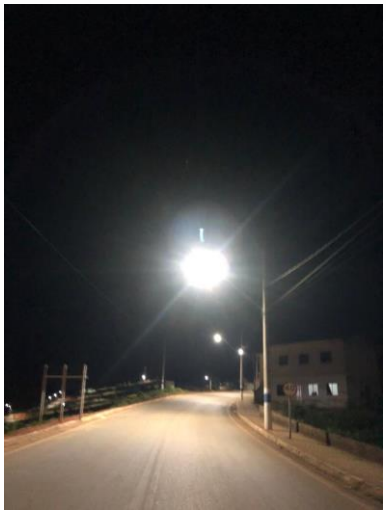
Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 6 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

Figura 7 – Mapa cadastral do município de Santa Rita do Sapucaí com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios públicos de Santa Rita do Sapucaí, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 17 unidades consumidoras de diferentes secretarias, como a Secretaria de Educação, de Saúde, de Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras com os espaços públicos do município e seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos visitados e não visitados

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo médio (kWh)
1A	3003298751	AHT990004149	Administração	Prefeitura Municipal (Sede)	Av. Antônio Paulino, 114 - Centro	Trifásico	916
2A	3003298731	APD118031388	Administração	Rodoviária	Pça Horácio Rosa 115 - Centro	Bifásico	639
3A	3003839762	BMZ922000880	Educação	Esc. Mun. Valeria Juneneira	Est. Do Pouso Do Campo 83 - Pouso Do Campo	Trifásico	4.172
4A	3003298745	AEA001006077	Educação	Esc. Mun. José Ribeiro De Carvalho	Rua Das Hortênsias, 90 - Recanto Das Margaridas	Bifásico	2.736
5A	3003298709	AEA019014606	Educação	Escola Mun. Cel. Joaquim Inácio	Rua Sancho Vilela, 188 - Novo Horizonte	Bifásico	1.507
6A	3002291004	BAC186401058	Educação	Creche Santa Rita	Rua Cincinato Marques, 103 - Centro	Trifásico	695
7A	3004086290	AEX943010680	Educação	Cmei Fernandes	Rua Osvaldo Campos Do Amaral, 790 - Fernandes	Bifásico	687
8A	3012550428	APD142024462	Educação	Escola Mun. José Ribeiro De Carvalho	Rua Das Hortências, 80 - Recanto Das Margaridas	Bifásico	474
9A	3003298766	APD118031385	Educação	Creche Margaridas	Av. Embaixador Olavo B. Pinto, S/N - Baracat	Bifásico	447
10A	3007061476	AC164002837	Educação	Esc. Mun. Vicente Ribeiro Do Vale	Rua Loreto Garcia 12 - Eletrônica	Trifásico	62
11A	3007493253	AHB061003763	Esporte/lazer	Ginásio N. Cidade Jacques	Rua Das Dalias, 99 - Baracat	Trifásico	1.393
12A	3006740953	AHD043001319	Esporte/lazer	Ginásio Polies Alcidão	Rua Adelino C Pinto 50 - Centro	Trifásico	845
13A	3011571116	ARD118001547	Esporte/lazer	Estádio Erasmo Cabral	Rua Adelino C Pinto 373602 - Centro	Trifásico	320

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo médio (kWh)
14A	3007245621	BKC707009806	Saúde	Pronto Socorro Mun. Srs	Rua Com. Custodio Ribeiro, 414 - Centro	Trifásico	3.098
15A	3010799128	ARI214003989	Saúde	Psf 3 E 4 Doutor Mário Brandão	Rua Crescencio Ribeiro 15- Maristela	Trifásico	2.017
16A	3004642606	AHD043009156	Saúde	Posto De Saúde	Rua Das Hortências, 124 - Recanto Das Margaridas	Trifásico	1.739
17A	3003705064	AHB996008205	Saúde	Psf 5	Rua Deodato Seda 453- Fernandes	Trifásico	1.355
18B	3003298723	ARN217008459	Administração	Paco Municipal	Rua Coronel Joaquim Neto 333	Trifásico	3.101
19B	3003298726	ARI180004594	Administração	Antigo Almoxarifado	Av Padre Bertolo 94	Trifásico	3.021
20B	3003512213	BKC707000011	Administração	Vaca Mecânica	Rua Jose Pinto Vilela 999	Trifásico	1.717
21B	3003672138	0	Administração	Semáforos Geral	Pca Santa Rita 99999	Bifásico	1.545
22B	3000491656	APB087034686	Administração	Policia Militar	Rua Coronel Joaquim Neto 285	Bifásico	1.247
23B	3000491588	APH187012894	Administração	Municipio De Santa Rita Do Sapucaí	Rua Com Custodio Ribeiro 393	Bifásico	1.134
24B	3001211408	ARC123022211	Administração	Casa Da Criança Irma Domitilia	Av Francisco A Ribeiro 468	Bifásico	1.062
25B	3003338763	BMW905000799	Administração	Lavanderia Comunitária	Rua Joaquim M Ribeiro 246	Bifásico	948
26B	3003298756	AJQ960000893	Administração	Equipamento Tv Cruzeiro	Est Do Cruzeiro 1751	Monofásico	716
27B	3000491646	AHU035002701	Administração	Secretaria Desenvolvimento Social	Rua Juca Castelo 91	Bifásico	664
28B	3000671928	ARK191019146	Administração	Secretaria De Educação	Av. Barão Do Rio Branco 297	Bifásico	639
29B	3011085431	APD118063505	Administração	Sala De Monitoramento	Av Francisco A Ribeiro 543 Sl 19	Bifásico	619
30B	3000858103	APB087032335	Administração	Creas E Cras	Rua Coronel Francisco M Costa 183	Bifásico	512
31B	3003298747	AHW958001782	Administração	Tg 04 040	Rua Osvaldo C Amaral 620	Trifásico	491
32B	3011083474	ARI180004585	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco A Ribeiro 543 Sa1	Trifásico	452
33B	3007106830	NI	Administração	Semaforo Rua Santa Rita	Pca Santa Rita 780	Monofásico	432
34B	3000314035	ARN209000882	Administração	Sede Guarda Municipal	Rua Doutor Jose Pinto Vilela 461	Trifásico	416
35B	3003298729	BKC707007227	Administração	Vestiario Estadio Erasmo Cabral	Av Sinha Moreira 99999	Trifásico	378
36B	3003298718	ARK183005001	Administração	Sec. De E Cultura Lazer E Turismo	Rua Cel Antonio Moreira Da Costa	Trifásico	369
37B	3012340996	AMI149061009	Administração	Totem Comunicação Visual Prefeitura	Pça Santa Rita 1000	Monofásico	342
38B	3013207323	AMH161201748	Administração	Camera Monitoramento Transito	Av Francisco A Ribeiro 99998	Monofásico	333
39B	3003732800	BKC707007507	Administração	Arquivo Central	Alm Jose C Duarte 57	Trifásico	329
40B	3007171979	ARK183014063	Administração	Almoxarifado Central 1	Av Frederico P Cunha 931	Trifásico	313
41B	3000491624	APB087035651	Administração	Secretaria De Obras	Av Delfim Moreira 339	Bifásico	288
42B	3007608924	AHN860008861	Administração	Incubadora De Empresas Bloco 20	Av Francisco A Ribeiro 543	Trifásico	239
43B	3011082360	APD118063512	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 12	Bifásico	185
44B	3003298749	AMH195110238	Administração	Clube De Maes	Rua Monsenhor Calazans 178	Monofásico	170
45B	3000491689	AET883009558	Administração	Almoxarifado Saude	Rua Cel Antonio Moreira Da Costa 318	Bifásico	167
46B	3003777749	APJ222598282 e AEP925010514	Administração	Albergue	Est. De Ferro 99999	Bifásico	151

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo médio (kWh)
47B	3006330276	AHD050000986	Administração	Biblioteca Municipal	Rua Coronel Joaquim Neto 306	Trifásico	145
48B	3011083477	APD100021227	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco A Ribeiro 543 Sa3	Bifásico	142
49B	3011085366	APD118015365	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 14	Bifásico	137
50B	3010491068	AHB053000645	Administração	Cartorio eleitoral	Av Sinha Moreira 270	Trifásico	130
51B	3011085317	APD118063501	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 11	Bifásico	121
52B	3007221840	AHB053004546	Administração	Arquivo Central	Pça Delfim Moreira 43	Trifásico	120
53B	3013528234	AMJ172011300	Administração	Internet Pça Antonio Vilela	Rua Daniel C Magalhães 13	Monofásico	115
54B	3000671842	AEA050006010	Administração	Conselho Tutelar	Rua João Renno 159	Bifásico	98
55B	3003298757	AJX984000100	Administração	Holofotes Cruzeiro	Est Do Cruzeiro 1752	Monofásico	97
56B	3006364332	AHN951007881	Administração	Almoxarifado Central 2	Av Frederico P Cunha 925	Trifásico	92
57B	3003298724	AME112009308	Administração	Museu Municipal	Pça Delfim Moreira 42	Monofásico	89
58B	3011085399	APD118063502	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 18	Bifásico	74
59B	3004553197	ABO963011275	Administração	Pref Mun Sta Rita Sapucai	Est União Ii 5220	Monofásico	62
60B	3011085433	APD118018145	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 20	Bifásico	60
61B	3011013979	APD118025463	Administração	Apartamento Mais Medicos	Rua Maria Andrade Moreira 96 Ap 102	Bifásico	57
62B	301183476	APD100021225	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco A Ribeiro 543 Sa2	Bifásico	55
63B	3011191182	APD118007500	Administração	Fundo Cemitério Municipal	Rua Aloisio Ribeirp 10	Bifásico	56
64B	3000314072	AEX992019518	Administração	Vigilancia Sanitaria Ii	Rua Juca Castelo 310	Bifásico	43
65B	3007187820	ARD118001551	Administração	Deposito Secretaria De Obras	Pca João Pessoa 44	Trifásico	35
66B	3011085393	APD118063566	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 17	Bifásico	36
67B	3011084768	APD118018177	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sa 7	Bifásico	31
68B	3011085312	APD118063504	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sa 10	Bifásico	30
69B	3011084782	APD100021231	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sa 8	Bifásico	27
70B	3011085362	APD118010074	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 13	Bifásico	27
71B	3013222639	AMH161219242	Administração	Camera Monitoramento	Av Frederico P Cunha 999	Monofásico	24
72B	3013224973	AMJ164019702	Administração	Camera De Monitoramento De Transito	Rua Pedro Seda 9999	Monofásico	24
73B	3013224282	AMH161219255	Administração	Camera Monitoramento Transito	Rua Moacir Marques	Monofásico	23
74B	3013215293	AMH161219257	Administração	Camera Monitoramento Transito	Praça Padre Anchieta	Monofásico	22
75B	3013207191	AMH161201744	Administração	Camera Monitoramento Transito	Pca Santa Rita 9999	Monofásico	22
76B	3011085368	APD118063503	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 15	Bifásico	22
77B	3013222608	AMH161219244	Administração	Camera Monitoramento	Av Delfim Moreira 999	Monofásico	22
78B	3013215298	AMH161201756	Administração	Camera Monitoramento Transito	Av Joao De Camargo 188	Monofásico	21
79B	3013207272	AMH161201745	Administração	Camera Monitoramento	Pca Santa Rita 9998	Monofásico	21

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo médio (kWh)
				Transito			
80B	3013294510	AMJ164019573	Administração	Camera De Monitoramento De Transito	Pça Santo Antonio 9999	Monofásico	21
81B	3013215370	AMH161201755	Administração	Camera Monitoramento Transito	Alm Jose C Duarte 99993	Monofásico	20
82B	3013214989	AMH161219241	Administração	Camera Monitoramento Transito	Av Joao De Camargo 99991	Monofásico	20
83B	3013294443	AMJ164165524	Administração	Câmera De Monitoramento De Transito	Rua Das Rosas 9999 Bl	Monofásico	20
84B	3013224564	AMJ164019707	Administração	Câmera De Monitoramento	Av Sebastião R Cunha 999	Monofásico	20
85B	3007217145	AEA050025616	Administração	Velório Municipal	Rua Do Crepúsculo 23	Bifásico	20
86B	3013294305	AMJ164019561	Administração	Câmera De Monitoramento De Transito	Pça Santa Rita 9999	Monofásico	18
87B	3013223665	AMH161219256	Administração	Câmera Monitoramento	Av Embaixador Bilac Pinto 999	Monofásico	17
88B	3013224207	AMH161201757	Administração	Câmera Monitoramento	Rua Sancho Vilela 999	Monofásico	17
89B	3013294246	AMJ164165522	Administração	Câmera De Monitoramento De Transito	Av Embaixador Bilac Pinto 90	Monofásico	17
90B	3011084762	APD1000212228	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco A Ribeiro 543 Sa6	Bifásico	17
91B	3013207378	AMH161219254	Administração	Câmera Monitoramento Transito	Av Antonio De Cassia 99999	Monofásico	15
92B	3013222666	AMH161219246	Administração	Câmera Monitoramento	Av Delfim Moreira 999	Monofásico	13
93B	3002846895	APD159081454	Administração	Casi Assistência Social	Av Antônio De Cassia 386	Bifásico	13
94B	3003298732	ABY955006639	Administração	Administração Rodoviária	Alm. Jose C Duarte 99999	Monofásico	13
95B	3002665896	AEP925023800	Administração	Centro Operário Santarritense	Rua Coronel Joaquim Inácio 82	Bifásico	11
96B	3011084839	APD100021232	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 9	Bifásico	11
97B	3011083491	APD100021226	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco A Ribeiro 543 Sa5	Bifásico	9
98B	3011085390	APD118063509	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 543 Sl 16	Bifásico	2
99B	3012020066	BAB141000692	Administração	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco Ribeiro 129	Bifásico	-
100B	3013528285	AMJ172011419	Administração	Internet Rua Astolfo Lemos Carneiro	Rua Astolfo Lemos Carneiro 15	Monofásico	-
101B	3014401905	AMM206072847	Administração	Refletor Totem	Av Embaixador Bilac Pinto 988	Monofásico	-
102B	3013207718	AMH161201746	Administração	Câmera Monitoramento Transito	Av Francisco A Ribeiro 99997	Monofásico	-
103B	3012976991	BAG156001128	Educação	Cmei Maria Terezinha Barude	Rua Joaquim M Ribeiro 376	Trifásico	880
104B	3003214730	AEA076007338	Educação	Creche Hespanha Del Castilho	Av João De Camargo 377	Bifásico	381
105B	3003298761	AJJ107005789	Educação	Em Francisco Falcão	Est. Do Balaio 5240	Monofásico	350
106B	3003298760	AJV971001605	Educação	Em Mariquinha Capistrano	Est. Cachoeirinha 5230	Monofásico	324
107B	3003298710	APD118031391	Educação	Em Francisco Silvério Filho	Est. Bom Retiro 650	Bifásico	218
108B	3010241070	ABP925043405	Educação	Creche Anchieta	Rua Joaquim M Ribeiro 246 A	Monofásico	168

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo médio (kWh)
109B	3003298762	AJN936004215	Educação	Escola Mun. Maria Jose Raposo	Est. Do Pouso Do Campo 33	Monofásico	96
110B	3004199041	ABA993054591	Educação	Em João De Camargo	Bairro Das Posses Matadouro Municipal 999	Monofásico	8
111B	3005345912	ABE989024328	Educação	Em Feliciano Marques Telles	Est. Da Capituva 99999	Monofásico	1
112B	3011370219	AMD126039289	Educação	Em São Jose Psf Rural	Fagundes 9999	Monofásico	0
113B	3003298764	ABR948009094	Educação	Em Francisco Balbino Pereira	Est Porto Sapucaí 5300	Monofásico	-
114B	3004164902	AME112026385	Educação	Em Izanira R De Carvalho	Rua Monte Belo 1235	Monofásico	-
115B	3004216527	ABG002033781	Educação	Em Vicente Ribeiro Do Vale	Est. Do Pouso Do Campo 99999	Monofásico	-
116B	3006592274	AJU027002696	Educação	Em Rodolfina Zordan	Est. São Jose 99999	Monofásico	-
117B	3011614442	BAC129008630	Esporte/lazer	Centro De Eventos	Rua Moacir Marques 214	Trifásico	3.434
118B	3006256034	APD118031392	Esporte/lazer	Praça São Vicente	Rua Martiniano Ribeiro 166 A	Bifásico	760
119B	3013133515	APD167115991	Esporte/lazer	Quadra Do Bairro Rua Nova	Rua Do Rosario 9999	Bifásico	412
120B	3003705063	BMW921001000	Esporte/lazer	Fonte Da Praça De Santa Rita	Pca Santa Rita 950	Trifásico	391
121B	3011836913	ARK183005052	Esporte/lazer	Quadra De Skate	Av Vitor S Pinto 100	Trifásico	329
122B	3003298734	AHP891009743	Esporte/lazer	Coreto	Pca Santa Rita 99999	Trifásico	301
123B	3007427574	ARC123040990	Esporte/lazer	Cinema	Pça Santa Rita 58	Trifásico	112
124B	3003615510	AEP925004375	Esporte/lazer	Praça Francisco Falcão	Praça Francisco Falcão 99999	Bifásico	110
125B	3003615509	AEA076001919	Esporte/lazer	Praça Do Massaro	Av Delfim Moreira 465	Bifásico	91
126B	3010103412	AEA068020377	Esporte/lazer	Gruta	Rua Prof. Maria Aparecida Marques 60	Bifásico	88
127B	3011167555	APD100048828	Esporte/lazer	Quadra De Esporte Anchieta	Rua Projetada 51	Bifásico	78
128B	3003298755	AFE005012009	Esporte/lazer	Praça Da Criança	Pça Antonio De Cassia 1740	Bifásico	55
129B	3014119384	APH195010380	Esporte/lazer	Praça Santana	Av Maria J Carvalho Renno 1	Bifásico	47
130B	3005598577	AHT990000373	Esporte/lazer	Praça Benedito Marques	Pca Benedito Marques 99999	Trifásico	31
131B	3003298744	ABN951072632	Esporte/lazer	Praça Vista Alegre	Av Vista Alegre 99999	Monofásico	9
132B	3003871502	AEX992007639	Esporte/lazer	Praça Benedito Inácio	Rua Capitão Vicente R Vale 99999	Bifásico	-
133B	3011083470	BKC707000240	Saúde	Incubadora Municipal De Empresa	Rua Francisco Andrade 543	Trifásico	2.003
134B	3003298714	ARB087019257	Saúde	Centro De Saúde	Rua Capitão João Antonio Dias 122	Trifásico	1.262
135B	3003298727	AHU043000017	Saúde	Unidade Materno Infantil	Av Delfim Moreira 265	Trifásico	973
136B	3000671957	AHN944000713	Saúde	Farmácia Central Nova	Rua Cel. Antonio Moreira Da Costa 120	Trifásico	580
137B	3010521510	APD100032077	Saúde	Psf 07 Santana	Av Perf. Antonio Capistrano Alkimin 225	Bifásico	552
138B	3001571813	AEA027008800	Saúde	CAPS R Cap Vicente R Vale	Rua Capitão Vicente R Vale 246	Bifásico	545
139B	3004889455	AHN977001610	Saúde	Sede Samu	Rua Amazonas 180 Lj1	Trifásico	476
140B	3012601711	APC149054725	Saúde	Farmácia De Minas Sancho Vilela	Rua Sancho Vilela 224	Bifásico	324
141B	3011083490	ARI180004315	Saúde	Incubadora Municipal De Empresa	Av Francisco A Ribeiro 543 Sa4	Trifásico	251

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Modalidade tarifária	Consumo médio (kWh)
142B	3002665697	AFD985004166	Saúde	Pics	Rua Coronel Francisco Palma 162	Bifásico	249
143B	3011423276	APD118059735	Saúde	Farmácia De Minas	Av Embaixador Bilac Pinto 10	Bifásico	219
144B	3000491597	AHQ897002129	Saúde	Posto De Saúde Familiar Oito	Rua Coronel Joaquim Neto 268	Trifásico	217
145B	3000491596	APB087035192	Saúde	Posto De Saúde Familiar Oito	Rua Coronel Joaquim Neto 264	Bifásico	193
146B	3000858136	AEA993020987	Saúde	Cape	Rua Coronel João Euzebio 107	Bifásico	124
147B	3002846979	APC131002903	Saúde	Psf 06	Rua Loreto Garcia 283	Bifásico	30
Total							**64.126**

*O código com a letra A indica as instalações que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada anteriormente. O código com a letra B indica as instalações que não foram visitadas em campo.

Considerando a tarifa média de R$ 0,8335 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R$ 53.448,23 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

Foram identificadas aproximadamente 1.321 luminárias, agrupadas em 12 tipos, nas 17 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	777 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	166 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x4 lâmpadas (120 cm)	1 unidades
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	25 unidades
LUM 5	Luminária tipo arandela	117 unidades
LUM 6	Refletor	66 unidades
LUM 7	Projetor LED	23 unidades
LUM 8	Luminária highbay	87 unidades
LUM 9	Luminária de embutir circular	38 unidades
LUM 10	Luminária de Iluminação pública convencional	6 unidades
LUM 11	Luminária de sobrepor retangular x1 lâmpada (120 cm)	11 unidades
LUM 12	Luminária de iluminação pública ornamental (Globo)	4 unidades
Total		**1.321 unidades**

3.3.2. Lâmpadas:

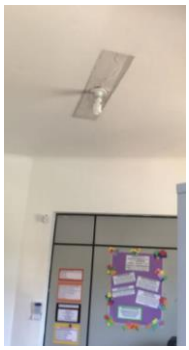
Foram identificadas também 1.490 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	984 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	50 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	345 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	2 unidades
LAMP 5	Lâmpada mista	22 unidades
LAMP 6	Não identificada	2 unidades
LAMP 7	Vapor metálico de 200 W	16 unidades
LAMP 8	Vapor metálico de 400 W	63 unidades
LAMP 9	Vapor de sódio de 100 W	6 unidades
Total		**1.490 unidades**

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Santa Rita do Sapucaí.



LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Cmei Margaridas

LUM 7 - Projetor LED
Local: Creche Santa Rita

LUM 8 - Luminária highbay
Local: E.M.Jose Ribeiro de Carvalho

LUM 2 – Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: E.M.Valeria Junqueira

LUM 6 - Refletor
Local: Estadio Erasmo Cabral

LUM 9 - Luminária de embutir circular
Local: E.M.Vicente Ribeiro do Valle

Figura 8 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estimar a quantidade total de luminárias no município, foi utilizado um fator igual a 0,244 – que representa o valor médio obtido pela razão entre a quantidade total de luminárias de todos os municípios da AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Santa Rita do Sapucaí foi obtido multiplicando-se esse fator pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral obteve um total de 11.322 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídos por luminárias LED.

Essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, constatou-se uma predominância de porta-lâmpadas, luminárias tipo arandela e luminárias de sobrepor retangulares convencionais com lâmpadas fluorescentes.

Dessa forma, conclui-se que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados neste documento concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 463 kWp. Foi considerada a soma do consumo

energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 64.126 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 8.520 kWh.

Para a demanda da iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 900 kWp. O consumo energético remanescente (108.009 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado, conforme anteprojeto, redução de 60%.

4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada dos espaços públicos visitados, de forma amostral, observando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).

Tabela 7 - Relação das unidades identificadas de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
4A	3003298745	AEA001006077	E.M. José Ribeiro de Carvalho	Rua Das Hortênsias, 90 - Recanto Das Margaridas	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
5A	3003298709	AEA019014606	E.M. Cel. Joaquim Inácio	Rua Sancho Vilela, 188 - Novo Horizonte	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
6A	3002291004	BAC186401058	Creche Santa Rita	Rua Cincinato Marques, 103 - Centro	Trifásico	Cerâmico	12.000	105	75
9A	3003298766	APD118031385	CEMEI Margaridas	Av. Olavo B. Pinto, S/N - Baracat	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
17A	3003705064	AHB996008205	PSF 5	Rua Deodato Seda 453- Fernandes	Trifásico	Cerâmico	4.000	34	30
TOTAL							**22.220**	**191**	**145**

[1] O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir, as figuras de 9 a 18 apresentam alguns exemplos de edificações, padrões de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e em áreas externas de responsabilidade da PM de Santa Rita do Sapucaí.

Figura 9 – Telhado cerâmico da Escola Municipal José Ribeiro de Carvalho

Figura 10 – Disjuntor da Escola Municipal José Ribeiro de Carvalho

Figura 11 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Cel. Joaquim Inácio

Figura 12 – Disjuntor da Escola Municipal Cel. Joaquim Inácio

Figura 13 – Telhado cerâmico da Creche Santa Rita

Figura 14 – Disjuntor do prédio da Creche Santa Rita

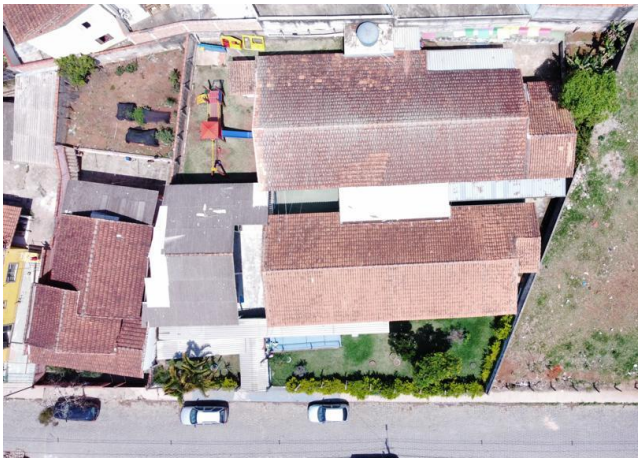


Figura 15 – Telhado cerâmico da CMEI Margaridas

Figura 16 – Padrão de entrada da CMEI Margaridas

Figura 17 – Telhado cerâmico da PFS 5

Figura 18 – Medidor eletrônico da PFS 5

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para o consumo de prédios públicos de no mínimo 22.220 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais e postos de saúde.

Identificou-se também que, se houver aumento de carga nas unidades CEMEI Margaridas, E.M. José Ribeiro de Carvalho e Posto de Saúde Irmã Maria para um padrão de 200 A, cada local torna-se capaz de produzir cerca de 12.000 kWh/mês. Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 11.700 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando a autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Para a melhoria da eficiência energética do município de Santa Rita do Sapucaí, foi proposto uma redução de aproximadamente 60% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 8.

Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

por sua vez já estão depreciadas[3].

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	188
	125	52	1.846
	250	61	101
	400	110	120
Vapor de Sódio	70	42	551
	100	52	1.367
	150	52	235
	250	83	304
	400	150	56
Multi vapor metálico	70	42	2
	150	52	7
LED	40	42	57
	50	42	31
	70	52	17
	80	52	184
	100	61	21
	145	110	170
		Total	**5.257**

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R$ 1.332,43 e um CAPEX total igual a R$ 7.004.566,99.

O valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo a potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Santa Rita do Sapucaí

[3] Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente a antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.
[4] Ver aoêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.

possui aproximadamente 11.322 pontos de iluminação. Para o orçamento[4] da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R$ 602,51 e assim o CAPEX total igual a R$ 6.821.618,22.

O valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Santa Rita do Sapucaí possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 463 kWp. A estimativa de orçamento[4] considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos é de R$ 6.000,00 por kWp R$ 2.780.300,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Santa Rita do Sapucaí possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo remanescente da iluminação pública de aproximadamente 900 kWp. A estimativa de orçamento[4] considerada para a construção das usinas em solo para atendimento da iluminação pública é de R$ 6.600,00 por kWp e o CAPEX total igual a R$ 5.940.484,00.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo do CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Santa Rita do Sapucaí.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R$ 7.004.566,99	R$ 6.821.618,22	R$ 2.780.300,00	R$5.940.484,00
Total	**R$ 22.546.969,21**			

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.

SÃO BENTO ABADE

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

1. Introdução 4
2. Iluminação pública 4
2.1. Introdução 4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município 4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente 5
2.2.1. Metodologia 5
2.2.2. Tipologias encontradas 6
2.2.2.1. Lâmpadas 6
2.2.2.2. Luminárias 6
2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos 7
2.2.2.4. Balastros 7
2.2.2.5. Braços e suportes 7
2.2.2.6. Postes 8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública 8
2.3.1. Introdução 8
2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos 9
2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator 9
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação 9
2.3.5. Braços e suportes 10
2.4. Medições luminotécnicas 10
2.4.1. Malha para verificação detalhada 10
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância 10
2.4.3. Resultados 11
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos 16
3.1. Introdução 16
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados 16
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente 17
3.3.1. Luminárias 17
3.3.2. Lâmpadas 18
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias 18
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado 19
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos 20

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR 20
4.1. Introdução 20
4.2. Capacidade estimada 21
4.2.1. Relatório fotográfico 21
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR 22
5. Orçamentos – CAPEX 23
5.1. Iluminação pública 23
5.2. Iluminação dos prédios públicos 24
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos 24
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública 25
5.5. Resumo do CAPEX 25

1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de São Bento Abade/MG, membro da Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de junho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de São Bento Abade, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	29 unidades consumidoras	589 pontos de IP
Consumo médio mensal	7.116 kWh	12.672 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R$ 0,7958	B4A – R$ 0,4191
Custo médio mensal com energia	R$ 5.663,24	R$ 5.310,98

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de São Bento Abade, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública do município de São Bento Abade

Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (un)	Quantidade relés (un)	Potência total (kW)	Consumo* (kWh)
Vapor de Mercúrio	125	13,75	138,75	2	2	0,28	99,00
LED	30	0,00	30,00	100	80	3,10	1.096,98
	60	0,00	60,00	438	350	26,70	9.460,51
	80	0,00	80,00	3	2	0,24	86,06
	120	0,00	120,00	6	5	0,73	257,15
Vapor de Sódio	100	17,00	117,00	40	32	4,72	1.671,82
Total				**589**	**471**	**35,77**	**12.671,52**

Considerando 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 9 vias distintas, totalizando 80 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 6.

Em todos os postes pesquisados existiam apenas uma luminária, à exceção de alguns pontos localizados nas esquinas, em praças ou trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.

Figura 1 - Poste de concreto DT com lâmpada vapor de sódio, localizado na Rua Milton T. de Souza.

Figura 2 – Poste de concreto circular com luminárias LED, localizado na Rua Gadbem dos Santos.

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé foto controladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) identificadas no município São Bento Abade.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instaladas na cidade são do tipo LED, com destaque para a lâmpada na potência de 60W, seguida pela lâmpada de LED de 30 W.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 16 pontos de luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro boros silicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé foto controlador.

Não foram identificadas luminárias abertas durante o levantamento.

Além dessas luminárias, foram identificadas luminárias ornamentais tipo bola com vidro leitoso em postes ornamentais.

Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas a existência de 573 luminárias LED (aproximadamente 97% do total) em vias de acesso e vias centrais e periféricas.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

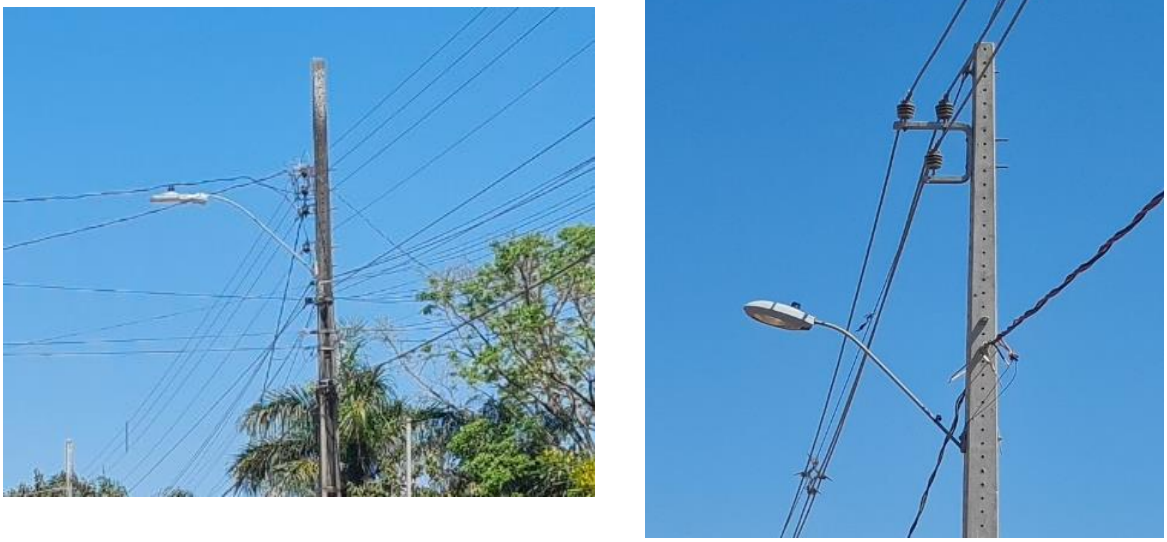


Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação do município.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

Todo o parque é comandado de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada, na própria luminária.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 3% do parque (16 pontos) possuem balastros do tipo integrado.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e vias principais se destacam os braços tipo médio e tipo curto, com medidas no padrão da CEMIG, distribuidora local.

Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados como padrão pela distribuidora de energia.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo DT e circular. Também foram identificados postes do tipo Madeira e concreto Circular.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 7 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 30 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da distribuidora.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 8m para vias de rolamento e 1,8m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é predominantemente do tipo convencional (NUA). Identificou-se também durante a etapa de levantamento de campo, rede de baixa tensão do tipo isolada, bem como rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 30 m a 45 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está desatualizado e não reflete a realidade do parque de iluminação pública de São Bento Abade.

Tendo em vista que foram encontrados 4 tipos de potências diferentes para as luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município está

devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Uma rápida inspeção visual nos principais corredores de trânsito da cidade foi suficiente para comprovar o satisfatório índice de iluminância média (E_{med}). Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificou-se ainda níveis de iluminância dentro dos valores mínimos recomendados por norma, o que provoca uma sensação de segurança e sensação de visualização adequada na via durante o período noturno.

No que tange às luminárias LED instaladas no município e considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos, também considerando os critérios estabelecidos pela NBR 5101/18, sugere que as luminárias LED existentes nas vias do município estão dimensionadas corretamente.

Pode-se concluir que existiu no município uma metodologia adequada para a elaboração de projetos luminotécnicos, bem como para a especificação do tipo e da potência das luminárias e lâmpadas utilizadas.

2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

As luminárias pesquisadas não estão devidamente etiquetadas, com a identificação de potência e tipo de equipamentos instalados, dificultando o processo de reconhecimento dos produtos instalados no ponto**.**

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP**.**

2.3.5. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo, o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotos sensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotos sensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 4 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.

Figura 4 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Kubitscheck de Oliveira						Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
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

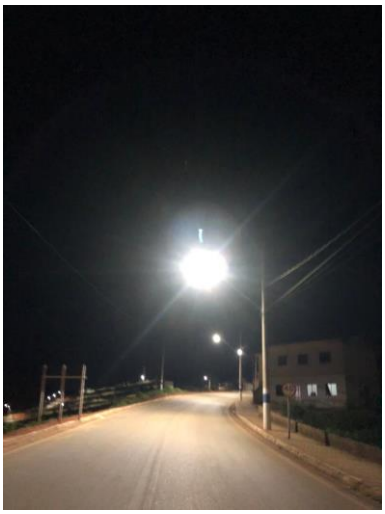
Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

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.

A Figura 5 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

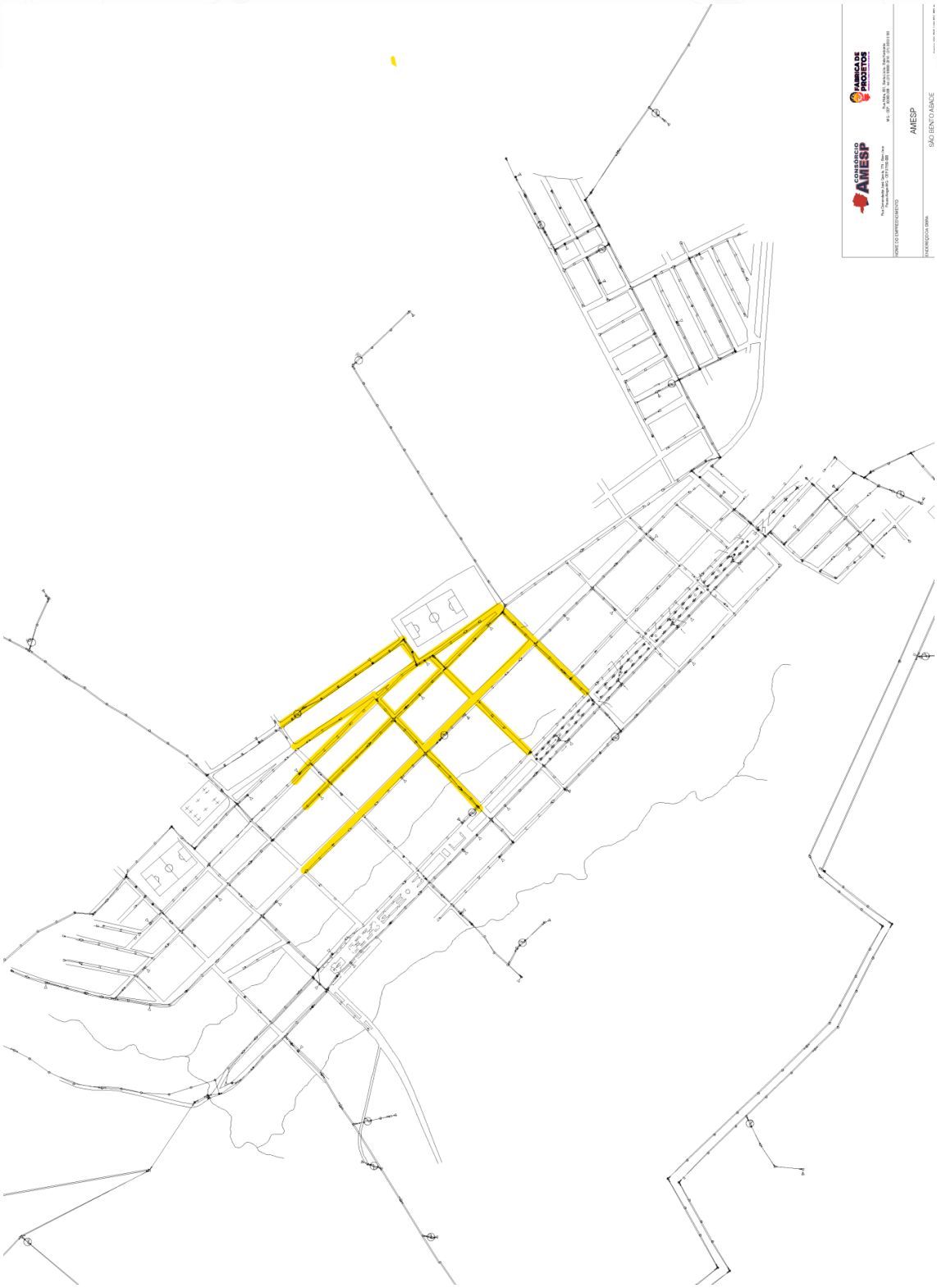


Figura 6 – Mapa cadastral do município de São Bento Abade com destaque para as vias visitadas durante a etapa de levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de São Bento Abade, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 8 unidades consumidoras de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, de Saúde, de Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (agosto de 2021 a agosto de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de São Bento Abade

Cód *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
1A	3003296661	ARC172006138	Administração	PM São Bento Abade Almoxarifado	Rua Odilon G dos Santos, 17 AM - Centro.	Trifásico	689
2A	3003296668	AMC099208230	Administração	Terminal Rodoviário B	Av Miguel Nassar, 210 CO - Centro.	Monofásico	66
3A	3003979680	AHY054001543	Educação	Escola Mun. Paulo Afonso Vilela	Rua Joao V de Rezende, 708 EL - Centro.	Trifásico	1.755
4A	3011446359	APD126005932	Educação	PM São B Abade Centro Educ. Infantil.	Rua Mantiqueira, 2 CT - Serrinha.	Bifásico	86
4A	3050914268	AET701000104	Educação	PM São Bento Abade Centro Ed Infant.	Rua Espinhaço, 39 EL - Serrinha.	Bifásico	335
5A	3006554137	BAC129007165	Esporte/ lazer	PM São Bento Abade Ginásio Poliesportivo	Rua Odilon G dos Santos, 32 GP - Centro.	Trifásico	58
6A	3011543590	CAA137000825	Saúde	Unidade Básica de Saúde Centro	Av Miguel Nassar, 140 CX - Centro.	Trifásico	908
7A	3003296660	ARB088700833	Saúde	PM São Bento Abade Posto de Saúde	Rua Odilon G dos Santos, 35 PT - Centro.	Trifásico	356
8A	3010813859	APD100053465	Saúde	Pref. Mun. São Bento Abade Farmácia.	Rua Odilon G dos Santos, 45 CO - Centro.	Bifásico	158
9B	3006073440	AEA019033461	Administração	PM São Bento Abade Cemitério	Rua Deputado Renato Azeredo, 1 CM - Centro.	Bifásico	550
10B	3010086013	BMW921000395	Administração	PM S B Abade Imóvel Odilon G Sant 1	Rua Odilon G dos Santos, 1 - Centro.	Trifásico	560
11B	3004735725	AHU969005434	Saúde	PM São Bento Abade Posto de Saúde	Av Miguel Nassar, 112 OS - Centro.	Trifásico	349
12B	3014119469	APG184051152	Administração	Município de São Bento	Rua Caparaó, 204 CX -	Bifásico	105

Cód *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Consumo (kWh)
				Abade	Serrinha.		
13B	3010743041	AMD100053835	Saúde	Pref. Mun. São Bento Abade - UBS.	Rua Amaurice de Oliveira, 9999 CS - Figueira.	Monofásico	175
14B	3004425193	AFD951035644	Administração	Destacamento Policia Militar	Av Miguel Nassar, 328 CS - Centro.	Bifásico	207
15B	3007638634	AMB079030467	Administração	PSF - Centro	Rua São Vicente de Paula, 137 CT - Centro.	Monofásico	152
16B	3003296662	AHN878002302	Esporte/ lazer	PM São Bento Abade Centro Cultural	Rua Joao V de Rezende, 625 CS - Centro.	Trifásico	423
17B	3014571690	AD126028611	Administração	Prefeitura Mun. de São Bento Abade	Sitio Tira Couro, 99999 SI - Área Rural.	Bifásico	42
18B	3011448731	APD118036875	Administração	PM São Bento Abade-Cras	Rua Delcidio F da Silva, 317 CX A - Centro.	Bifásico	51
19B	3014297483	AJK191006603	Administração	Prefeitura Mun. de São Bento Abade	Rua Francisco R da Luz, 167 FR - Centro.	Monofásico	36
20B	3012013954	APD118015007	Administração	Município de São Bento Abade	Rua Odilon G dos Santos, 60 LJ 2 - Centro.	Bifásico	3
21B	3014906542	APG192023955	Administração	Município de São Bento Abade	Rua Nicolau Antônio, 240 CT - Jardim das Oliveiras.	Bifásico	3
22B	3014425815	AMM206025238	Esporte/ lazer	Campo de Futebol Figueira	Rua Amaurice de Oliveira, 216 CX - Figueira.	Monofásico	6
23B	3014763296	APJ214066698	Administração	Prefeitura de São Bento Abade	Fazenda Tira Couro 1, 9999 SI - Área Rural.	Bifásico	1
24B	3013407051	ARC172005985	Esporte/ lazer	Estádio Pedro Rodrigues de Azevedo	Rua Delcidio F da Silva, 241 CO - Centro.	Trifásico	41
25B	3007301300	ABG069031102	Administração	PM São Bento Abade Sanitário do Est	Rua Augusto M da Costa, 345 CF - Centro.	Monofásico	-
26B	3007296849	AEA050018034	Administração	PM São Bento Abade Vestiário do Est	Rua Antônio A Fonseca, 133 CF - Centro.	Bifásico	-
27B	3006406520	Não tem	Esporte/ lazer	PM São Bento Abade Parque de Exp.	Rua Odilon G dos Santos, 710 PM - Centro.	Trifásico	-
28B	3004712121	ABR963052213	Administração	PM São Bento Abade IP Vestiário Est	Rua Delcidio F da Silva, 2 CX - Centro.	Monofásico	0
29B	3003644314	AML203034474	Administração	Terminal Rodoviário A	Av Miguel Nassar, 210 CO - Centro.	Monofásico	1
						Total	**7.116**

*O código com a letra A indica as unidades que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada acima. O código com a letra B indica as unidades que não foram levantadas visitadas.

Considerando a tarifa média de R$ 0,7958 referente ao mês de agosto de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R$ R$ 5.663,24 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 457 luminárias, agrupadas em 8 tipos, nas 8 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantamento
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	218 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpada (120 cm)	130 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpada (60 cm)	5 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	17 unidades
LUM 5	Refletor	26 unidades
LUM 6	Projetor LED	26 unidades
LUM 7	Luminária de sobrepor retangular	20 unidades
LUM 8	Luminária de Iluminação pública convencional	15 unidades
Total		**457 Unidades**

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 566 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	255 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	260 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	10 unidades
LAMP 4	Lâmpada Vapor Metálico 100 W (IP)	15 unidades
LAMP 5	Lâmpada Vapor Metálico 200 W (Refletor)	6 unidades
LAMP 6	Lâmpada Vapor Metálico 400 W (Refletor)	20 unidades
TOTAL		**566 Unidades**

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de São Bento Abade.

LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpada (120 cm)
Local: Cemei Dona Benta

LUM 4 – Arandela
Local: Unidade Básica de Saúde - UBS

LUM 5- Refletor
Local: Escala Municipal Paulo Afonso Vilela

LUM 6 - Projetor LED
Local: Ginásio Poliesportivo

Figura 7 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias no município, foi utilizado um fator igual a 0,244 – o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de São Bento Abade, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de São Bento Abade conclui em um total de 1.027 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidoras em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo, nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, constatou-se uma predominância de porta-lâmpadas e luminárias de sobrepor retangulares convencionais com lâmpadas fluorescentes.
Dessa forma, pode-se concluir que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp. mês para região.
Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 44 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 7.116 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 1.840 kWh.
Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 91 kWp. O consumo energético remanescente (10.898 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução estimada de 14%.

[1] O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob-regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico bifásico e trifásico).

4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada dos espaços públicos visitados, de forma amostral, observando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).

Tabela 7 - Relação das unidades identificados de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
3A	3003979680	AHY054001543	Escola Mun. Paulo Afonso Vilela	Rua Joao V de Rezende, 708 EL - Centro.	Trifásico	Cerâmico	6.720	56	40
4A	3050914268	AET701000104	PM São Bento Abade Centro Ed Infant.	Rua Espinhaço, 39 EL - Serrinha.	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
						TOTAL	**8.280**	**69**	**50**

4.2.1. Relatório fotográfico

A seguir as figuras de 8 a 13 apresentam alguns exemplos de edificações, padrões de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e em áreas externas de responsabilidade da PM de São Bento Abade.

Figura 8 – Telhado cerâmico da E.M. Paulo Afonso V

Figura 9 – Disjuntor do prédio da E.M. Paulo Afonso V

Figura 10 – Medidor da E.M. Paulo Afonso V

Figura 11 – Telhado cerâmico da CEMEI Dona Benta

Figura 12 – Medidor da CEMEI Dona Benta

Figura 13 – Disjuntor do prédio da CEMEI Dona Benta

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para o consumo de prédios públicos de no mínimo 8.280 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais e da sede administrativa da prefeitura.

Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de cerca de aproximadamente 1.100 m² em local apropriado, preferencialmente próximo adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando à autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de São Bento Abade, foi proposto uma redução de aproximadamente 14% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 8.

Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, foi considerado o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

[3] Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente à antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de Lâmpada ou Luminária	DE Potência (W)	PARA (LED) Potência (W)	Quantidade (UN)
Vapor de Mercúrio	125	52	2
LED	30	42	100
	60	52	438
	80	52	3
	120	110	6
Vapor de Sódio	100	52	40
TOTAL			**589**

Através deste anteprojeto, para estimativa do orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R$ 1.332,43, obteve-se um custo total de CAPEX igual R$ 784.799,31.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de São Bento Abade possui aproximadamente 1.027 pontos de iluminação. Para o orçamento[4] da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R$ 602,51, sendo assim, o custo total estimado para o CAPEX é R$ 618.777,77.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de São Bento Abade possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 44 kWp. A estimativa do orçamento[4] considerada para a construção das usinas para

[4] Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.

atendimento aos prédios públicos é de R$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R$ 263.800,00**.**

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de São Bento Abade possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 91 kWp. A estimativa de orçamento[4] considerada para a construção das usinas de solo para à iluminação pública é de R$ 6.600,00 por kWp. O custo estimado total de CAPEX igual a R$ 599.385,60**.**

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação de sistemas solares conectados à rede para o município de São Bento Abade.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R$ 784.799,31	R$ 618.777,77	R$ 263.800,00	R$ 599.385,60
Total	**R$ 2.266.762,68**			

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.

SÃO JOÃO DA MATA

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

1. Introdução 4
2. Iluminação pública 4
2.1. Introdução 4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município 4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente 5
2.2.1. Metodologia 5
2.2.2. Tipologias encontradas 6
2.2.2.1. Lâmpadas 6
2.2.2.2. Luminárias 6
2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos 8
2.2.2.4. Balastros 8
2.2.2.5. Braços e suportes 8
2.2.2.6. Postes 9
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública 9
2.3.1. Introdução 9
2.3.2. Refratores de policarbonato danificados 10
2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator 11
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação 11
2.3.5. Braços e suportes 11
2.4. Medições luminotécnicas 11
2.4.1. Malha para verificação detalhada 11
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância 11
2.4.3. Resultados 12
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos 17
3.1. Introdução 17
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados 17
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente 19
3.3.1. Luminárias: 19
3.3.2. Lâmpadas: 19
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias 20
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado 20
3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos 21

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR 21
4.1. Introdução 21
4.2. Capacidade estimada 22
4.2.1. Relatório fotográfico amostral 22
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR 23
5. Orçamentos – CAPEX 24
5.1. Iluminação pública 24
5.2. Iluminação dos prédios públicos 26
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos 26
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública 26
5.5. Resumo do CAPEX 27

1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do estado das redes elétricas das edificações públicas, visando a melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, no município de São João da Mata/MG, pertencente à Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido para a Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de São João da Mata, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	39 unidades consumidoras	409 pontos de IP
Consumo médio mensal	8.517 kWh	23.570 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R$ 0,8469	B4a – R$ 0,4584
Custo médio mensal com energia	R$ 7.213,13	R$ 10.805,20

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de São João da Mata, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública do município, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública do município de São João da Mata

Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (UN)	Quantidade relés (UN)	Potência total (kw)	Consumo* (kwh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	89,60	53	48	4,81	1.702,18
	125	13,75	138,75	166	149	23,21	8.221,03
	250	25,00	275,00	11	10	3,04	1.075,59
	400	36,00	436,00	39	35	17,05	6.037,31
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	15	14	1,28	452,00
	100	17,00	117,00	117	105	13,82	4.893,06
	350	36,00	386,00	3	3	1,16	411,28
	400	38,00	438,00	5	5	2,20	777,56
Subtotal 1 - consumo estimado				**409**	**369**	**66,57**	**23.570,01**

*Considerado 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 9 vias distintas, totalizando 50 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 8.

Em todos os postes levantados existiam apenas uma luminária, à exceção dos pontos localizados nas esquinas, praças e trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.

Figura 1 - Poste de concreto Circular com lâmpada Vapor de Mercúrio 250W, localizado na Avenida José Avelino de Melo

Figura 2 – Poste de concreto DT com luminária LED, localizado na Rua José Patrício Paiva

2.2.2.Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé fotocontroladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município São João da Mata.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, o principal tipo de lâmpada instalada na cidade é a de vapor de mercúrio, com destaque para as lâmpadas na potência de 125 W, que representa aproximadamente 41% do total de pontos do município.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 245 pontos de luminárias do tipo aberta, sem refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, sem alojamento para equipamento incorporado e sem tomada integrada para relé fotocontrolador, neste caso os equipamentos auxiliares (reator e relé) são fixados no poste.

O restante do parque é composto por luminárias fechadas, com ou sem refrator em policarbonato ou vidro borossilicato, com alojamento para equipamento incorporado e com

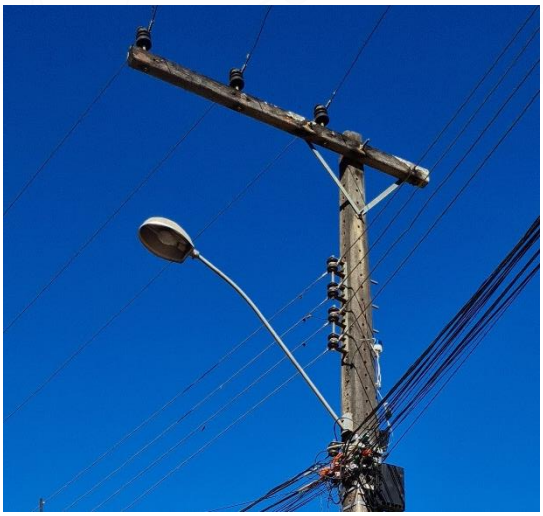
tomada integrada para relé fotocontrolador o qual representam um percentual de cerca de 35% (140 pontos) identificados também durante o levantamento.

Além dessas luminárias, foram identificadas luminárias ornamentais tipo bola com vidro leitoso em postes ornamentais.

Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também um pequeno número de luminárias LED (aproximadamente 20 pontos) que correspondem a 5% do parque de iluminação em vias próximo a região.

O tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o fabricado em policarbonato. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano, policurvo e com refrator em policarbonato.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.



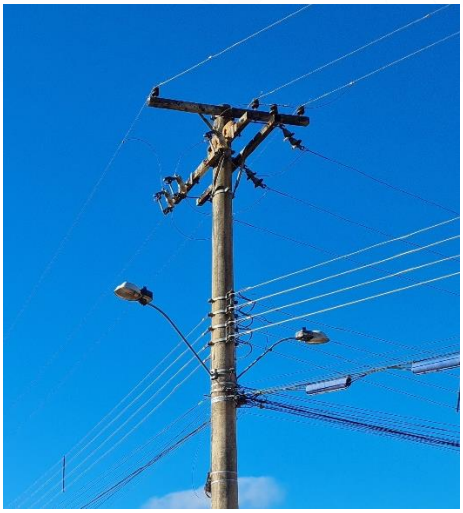


Figura 3 - Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés fotocontroladores e tipos de comandos

A maioria dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé fotocontrolador do tipo eletrônico instalado em tomada externa, ou existente na própria luminária.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 66% do parque (269 pontos) possuem balastros do tipo externo. O restante eram reatores integrados às luminárias.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e vias principais se destacam os braços tipo médio, representando cerca de 48% do total de pontos, com medidas de acordo com o padrão da CEMIG, distribuidora local.

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 23% de braços tipo leve I e PA4, conforme apresentado na Figura 4 a seguir, os quais foram retirados do padrão da distribuidora de energia ainda na década de 1980. Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados com padrão.

Figura 4 – Postes com braços de iluminação pública, respectivamente Tipo Leve I e Tipo PA4

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo DT. Também foram identificados postes do tipo concreto Circular.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 7 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 34 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado, todas as vias da área urbana (região central) no trecho percorrido pelo levantamento estão asfaltadas e/ou com calçamento poliédrico, as vias apresentam passeio e meio fio demarcados, simetria no que tange a largura das vias e passeio com largura média de 9,0 m para vias de rolamento e 1,9 m para passeios (considerando os pontos levantados).

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). A rede de baixa tensão apresenta em proporcionalidade tanto a rede isolada quanto a rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 30 m a 45 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública de São João da Mata.

Tendo em vista que foram encontrados 8 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado. Quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Refratores de policarbonato danificados

Conforme pode-se verificar em alguns exemplos detalhados na Figura 5 abaixo, existem luminárias fechadas que se encontravam com o refrator em policarbonato amarelado, quebrado ou mesmo faltando. Esse fato revela deficiência no processo de manutenção preventiva, o que acarreta agora na necessidade de substituição não só do refrator, mas de todo o conjunto.

Figura 5 – Luminárias com refrator de policarbonato quebrado e refrator de vidro sujo.

2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

Atualmente em São João da Mata verifica-se que várias luminárias já não mais possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos auxiliares instalados em luminárias fechadas com alojamento, dificultando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.5. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotossensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotossensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 6 apresenta o aparelho utilizado para realização das

medições de campo.

Figura 6 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	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	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Dumont						Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patricio Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitscheck de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
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

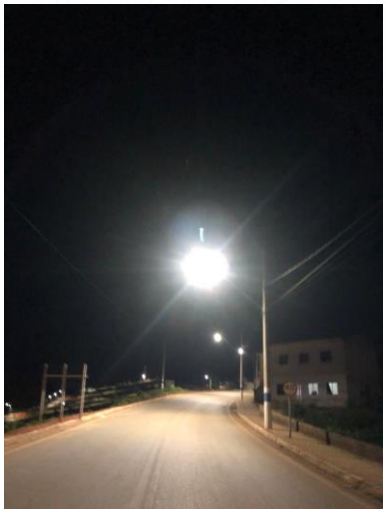
Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

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.

A Figura 7 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

Figura 8 – Mapa cadastral do município de São João da Mata com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios públicos de São João da Mata, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 8 unidades consumidoras de diferentes secretarias, como a Secretaria de Educação, de Saúde, de Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras com os espaços públicos do município e seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de São João da Mata

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo De Padrão	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
1A	3003300830	ARB087018633	Administração	Prefeitura Municipal	Rua Maria José De Paiva, 546 - Centro	Trifásico	245
2A	3003300840	AEA050027050	Administração	Terminal Rodoviário	Maria José De Paiva, 746 - Centro	Bifásico	187
3A	3003705085	APJ214115838	Administração	Cras - Casa Das Famílias	Rua José Patrício De Paiva, 142 - Centro	Bifásico	129
4A	3004047996	APC099013765	Educação	Escola Municipal Chapeuzinho Vermelho	Rua José Patrício De Paiva, 312 - Centro	Bifásico	513
5A	3010380260	APC099013821	Educação	Escola Municipal Rosa Alvim	Rua José Patrício De Paiva, 314 - Centro	Bifásico	169
6A	3003746973	BAC129002660	Esporte/Lazer	Ginásio Poliesportivo (Campo)	Rua Maria Onilia Viera, 465 - Centro	Trifásico	778
7A	3003300832	APJ214104177	Saúde	Ubs - Euclides Alves	Rua Rodrigo De O. Bueno, 120 - Centro	Bifásico	412
8A	3002118535	AEA050002254	Saúde	Psf- Secretaria De Saúde	Praça São João Batista, 7 - Centro	Bifásico	343
9B	3003300841	AJQ861015035	Administração	Pedra Do Navio Ii	Est Pedra Do Navio 33 El	Monofásico	833
10B	30033000826	ARI180006021	Administração	Torre Tv I	Rua Pico Agudo 140	Trifásico	687
11B	3013295436	ARC164007675	Administração	Almoxarifado Prefeitura	Rua Maria Onilia Vieira 500	Trifásico	483
12B	3005529540	AMH138083702	Administração	Policia Militar Do Município	Rua João Eduardo Rodrigues 236	Monofásico	324

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo De Padrão	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
13B	3006791924	AHD027010331	Administração	Sede Ii	Rua Maria José De Paiva 548	Trifásico	141
14B	3012721824	APD159073285	Administração	Cemitério Municipal Pmsjm	Rua Santa Cruz 255	Bifásico	118
15B	3003300835	AMB079184361	Administração	Residência	Rua Ponte Do Dourado 100 El	Monofásico	73
16B	3010948032	AMH87004743	Administração	Barracão	Rua Amadeu Fernandes Da Fonseca	Monofásico	65
17B	3014651966	API214029870	Administração	Secretaria Da Agricultura E Meio Ambiente	Av Afonso Vilhena Braga 114 B	Bifásico	52
18B	3003300838	APG192024380	Administração	Delegacia	Rua Maria Jose De Paiva 569	Bifásico	48
19B	3005398687	AHB988012137	Administração	Almoxarifado	Rua João Bueno Fagundes 980	Trifásico	11
20B	3003517772	APJ214115841	Administração	Municipio De São João Da Mata	Rua Maria Jose De Paiva 659	Bifásico	6
21B	3010149728	ABY955046495	Administração	Velório	Rua Santa Cruz 185	Monofásico	6
22B	3003300837	APC149020846	Administração	Centro Comunitário Pmsjm	Rua Canta Galo 302 El	Bifásico	2
23B	3004947599	ABR971013718	Administração	Torre De Tv Ii	Rua José Patrício De Paiva 416	Monofásico	-
24B	3007603961	ARC164022788	Administração	Matadouro	Rua José Felipe 147	Bifásico	-
25B	3003559282	AJJ115021873	Água E Esgoto	Estação De Tratamento De Água	Rua José Patrício De Paiva 810 Bg	Serviço Público Monofásico	1.802
26B	3012547538	ARI1800006019	Água E Esgoto	Poço Artesiano	Rua Tereza Borges 38	Serviço Público Trifásico	140
27B	3014811331	API2170466170	Água E Esgoto	Bomba D'água Prefeitura	Rua João V De Carvalho 266	Bifásico	0
28B	3003300831	ARB087018634	Educação	Ee M P Monteiro	Rua Maria Onilia Vieira 272	Trifásico	308
29B	3012130435	APD159020366	Educação	Telecentro Municipal	Rua Maria Onília Vieira 2	Bifásico	75
30B	3004315266	AMI149058994	Educação	Escola Canta Galo	Est Canta Galo 110 El	Monofásico	6
31B	3003300833	AMF123017891	Educação	Em Barba De Bode	Rua Barba De Bode 100 El	Monofásico	-
32B	3002118418	APD167129996	Esporte/Lazer	Area De Eventos	Alm Das Palmeiras 37	Bifásico	86
33B	3007297727	BAB075002319	Esporte/Lazer	Padrão Eventos	Rua Maria José De Paiva 255	Trifásico	23
34B	3003300827	ARB137016110	Esporte/Lazer	Campo De Futebol	Rua Maria Jose De Paiva 624	Trifásico	2
35B	3012200566	APC149035803	Saúde	Posto De Saúde Bairro Pessegueiro	Posto Saude Bairro Pessegueiro 9999	Bifásico	262
36B	3004570858	AEA027002308	Saúde	Secretaria De Saude Fisioterapia	Rua Maria Onília Vieira 683 A	Bifásico	97
37B	3014156483	APH195036858	Saúde	Farmácia De Minas	Rua Tereza Borges 40	Bifásico	86
38B	3003300839	AMI1492644167	Saúde	Psf São Pedro	Rua São Pedro 280 El	Monofásico	4
39B	3005238914	AHB988003431	Saúde	Ubs	Rua Tereza Borges 40 Gp	Trifásico	-
						Total	**8.517**

*O código com a letra A indica as unidades que foram levantadas em campo, enquanto o código com a letra B indica as unidades que não foram levantadas em campo.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

Foram identificadas aproximadamente 290 luminárias, agrupadas em 10 tipos, nas 8 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Relação de luminárias levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	72 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	111 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	23 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	13 unidades
LUM 5	Refletor	58 unidades
LUM 6	Projetor LED	2 unidades
LUM 7	Luminária de iluminação pública ornamental (Globo)	2 unidades
LUM 8	Luminária de Iluminação pública convencional	4 unidades
LUM 9	Luminária spot x1 lâmpadas (E27)	4 unidades
LUM 10	Luminária de sobrepor retangular x4 lâmpadas (120 cm)	1 unidades
Total		**290 unidades**

3.3.2. Lâmpadas:

Foram identificadas 424 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Relação de lâmpadas levantadas

Item	Tipo	Quantidade levantamento
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	41 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	42 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	216 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	55 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED tubular (120 cm)	12 unidades
LAMP 6	Vapor metálico de 200 W	18 unidades
LAMP 7	Vapor metálico de 400 W	40 unidades
Total		**424 unidades**

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de São João da Mata.

LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Cras

LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: E.M. Chapeuzinho Vermelho.

LUM 5 – Refletor
Local: Poliesportivo

LUM 4 – Luminária tipo arandela
Local: PSF

LUM 7 - Luminária de iluminação pública ornamental (Globo)
Local: Rodoviária

LUM 9 - Luminária spot x1 lâmpadas (E27)
Local: Cras

Figura 9 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de São João da Mata, com foco em fazer a composição de participação na ata de

registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de São João da Mata conclui em um total de 1.690 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, percebeu-se a predominância significativa de porta-lâmpadas e luminárias de sobrepor retangulares convencionais com lâmpadas fluorescentes. Identificou-se também a utilização de lâmpadas LED bulbo e lâmpadas de LED tubular instaladas nas luminárias retangulares, o que mostra que já existe atualização na tecnologia.

A utilização de luminárias LED integradas é uma opção melhor para iluminação do que a simples troca da lâmpada em uma luminária já depreciada.

Dessa forma, conclui-se que o município ainda utiliza tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 52 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 8.517 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 2.300

[1] O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).

kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 71 kWp. O consumo energético remanescente (8.485 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 64%.

4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada dos espaços públicos visitados, de forma amostral, observando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).

Tabela 7 - Relação das unidades identificados de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº do Medidor	Nº da Instalação CEMIG	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
4A	APC099013765	3004047996	E.M. Chapeuzinho Vermelho	Rua José Patrício de Paiva 312	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
5A	APC099013821	3010380260	E.M. Rosa Alvim	Rua José Patrício de Paiva 314	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
						TOTAL	**3.120**	**26**	**20**

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

As Figuras de 10 a 13 apresentam algumas edificações, padrão de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de São João da Mata.

Figura 10 – Telhado cerâmico e metálico da Escola Municipal Chapeuzinho Vermelho

Figura 11 – Disjuntor da Escola Municipal Chapeuzinho Vermelho

Figura 12 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Rosa Alvim

Figura 13 – Padrão de entrada da Escola Municipal Rosa Alvim

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para instalação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para o consumo de prédios públicos de no mínimo 3.120 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais e postos de saúde.

Identificou-se também que, se houver aumento de carga na unidade E.M. Rosa Alvim para um padrão de 200 A, o local torna-se capaz de produzir cerca de 12.000 kWh/mês. Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será

possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 900 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando a autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de São João da Mata, foi proposto uma redução de aproximadamente 68% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado de forma resumida na Tabela 8 a seguir. Importante destacar que, para definição das potências das luminárias LED propostas, foi considerado o fluxo luminoso das luminárias convencionais atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

Adicionalmente, para definição das luminárias LED, foi elaborado um projeto luminotécnico por cenários padrão, atendendo aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

[3] Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente a antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.

Vapor de Mercúrio	80	42	53
	125	42	166
	250	61	11
	400	110	39
Vapor de Sódio	70	42	15
	100	42	117
	350	83	3
	400	150	5
TOTAL			**409**

Para estimativa de orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R$ 1.332,43 e um CAPEX total igual a R$ 544.962,51.

O valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo a potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de São João da Mata possui aproximadamente 1.691 pontos de iluminação. Como estimativa de orçamento[4] para a troca da iluminação dos prédios públicos, considerou um custo por ponto de R$ 602,51, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R$ 1.018.241,90.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de São João da Mata possui, possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 52 kWp. Como estimativa de orçamento[4] para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, considerou um custo por kWp de R$ 6.000,00, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R$ 310.850,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Como mencionado anteriormente, estima-se que o município de São João da Mata possui uma demanda de geração de energia solar fotovoltaica para consumo para consumo da iluminação pública de aproximadamente 71 kWp. Como estimativa de orçamento[4] para a construção das usinas para iluminação pública, considerou um custo por kWp de R$ 6.600,00, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R$ 466.686,00.

[4] Ver **Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.**

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação de sistemas solares conectados à rede para o município de São João da Mata

Tabela 9 – Orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R$ 544.962,51	R$ $ 1.018.241,90	R$ 310.850,00	R$ 466.686,00
Total	**R$ 2.340.740,41**			

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.

SÃO SEBASTIÃO DA BELA VISTA

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

1. Introdução 4
2. Iluminação Pública 4
2.1. Introdução 4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município 4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente 5
2.2.1. Metodologia 5
2.2.2. Tipologias encontradas 6
2.2.2.1. Lâmpadas 6
2.2.2.2. Luminárias 6
2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos 8
2.2.2.4. Balastros 8
2.2.2.5. Braços e suportes 8
2.2.2.6. Postes 9
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública 9
2.3.1. Introdução 9
2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos 10
2.3.3. Refratores de policarbonato danificados 11
2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator 12
2.3.5. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação 12
2.3.6. Braços e suportes 12
2.4. Medições luminotécnicas 12
2.4.1. Malha para verificação detalhada 12
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância 12
2.4.3. Resultados 13
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos 18
3.1. Introdução 18
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados 18
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente 20
3.3.1. Luminárias 20
3.3.2. Lâmpadas 20
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias 21
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado 21

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos 22
4. Sistema fotovoltaicos conectados à rede – SFCR 22
4.1. Introdução 22
4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR 23
5. Orçamentos – CAPEX 23
5.1. Iluminação pública 23
5.2. Iluminação dos prédios públicos 24
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos 24
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública 25
5.5. Resumo do CAPEX 25

1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, na cidade de São Sebastião da Bela Vista/ MG, membro da Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de São Sebastião da Bela Vista, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	43 unidades consumidoras	645 pontos de IP
Consumo médio mensal	54.926 kWh	28.717 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R$ 0,7777	B4A – R$ 0,4465
Custo média mensal com energia	R$ 42.717,40	R$ 12.822,16

2. Iluminação Pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública do município, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de São Sebastião da Bela Vista

Tipo de Lâmpada	Potência Unitária da Lâmpada (W)	Potência Unitária do Reator (W)	Potência Unitária Total (W)	Quantidade Lâmpadas (UN)	Quantidade Relés (UN)	Potência Total (kW)	Consumo (kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	89,60	124	112	11,11	3.937,75
	125	13,75	138,75	75	68	10,41	3.689,65
	400	36,00	436,00	1	1	0,44	155,95
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	124	112	10,42	3.693,20
	100	17,00	117,00	263	237	30,77	10.905,91
	400	38,00	438,00	20	18	8,76	3.104,84
LED	60	0,00	61,20	5	5	0,31	109,87
	100	0,00	101,20	33	30	3,34	1.183,81
Total				**645**	**583**	**75,56**	**26.780,98**

*Considerando 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

Somado às demais contas de energia na modalidade tarifária B4A (praças, avenidas, etc.), o município de São Sebastião da Bela Vista possui consumo médio mensal de 28.717 kWh com iluminação pública.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 11 vias distintas, totalizando 80 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme apresentado na Figura 8.

Em todos os postes pesquisados existiam apenas uma luminária, à exceção de alguns pontos localizados nas esquinas, em praças ou trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.

Figura 1 - Poste de concreto DT com lâmpada Vapor de Mercúrio, localizado na Rua Dona Ana Cândido de Paiva.

Figura 2 – Poste de concreto DT com luminárias LED, localizado na Rua João Vicente Pinto (em frente à Praça Francisco Avelino).

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé foto controladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) identificados no município São Sebastião da Bela Vista.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpadas instalados na cidade são de Vapor de Sódio, com destaque para as lâmpadas nas potências de 70W e 100W. Compondo aproximadamente 60% do parque de lâmpadas do município.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 407 pontos de luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro boros silicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé foto controlador, representando um total de 63% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam 31% (200 pontos) do total.

Além dessas luminárias, foram identificadas luminárias ornamentais tipo bola com vidro leitoso e transparente em postes ornamentais.

Durante a etapa de levantamento de dados foram identificadas também um número pequeno de luminárias LED (aproximadamente 6% do total) em vias e praças do município. As luminárias LED estão instaladas principalmente nas vias do entorno da praça Francisco Avelino.

O tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o fabricado em policarbonato. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano, poli curvo e com refrator em policarbonato.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

Figura 3 - Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

A maioria dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada, na própria luminária.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 63% (407 pontos) pesquisados possuíam balastros do tipo integrado e 31% (200 pontos) equipados com balastros do tipo externo.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e demais vias visitadas, destacam os braços tipo Médio, com medidas no padrão da concessionária Cemig.

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se aproximadamente 17% de braços tipo Leve I (dos quais 75% não tinham sapata de fixação) e não houve identificação de braços tipo Leve II. Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados com padrão. Os braços do tipo médio representaram 43% dos encontrados durante o levantamento.

Foram identificados também durante a etapa de levantamento de dados a utilização de braços fora de padrão do tipo PA4.

Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados como padrão pela distribuidora de energia.

Figura 4 – Compilado de fotos exemplificando os braços de iluminação pública tipo PA4.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo DT. Também foram identificados postes do tipo Madeira e concreto Circular.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 7 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 32 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 8,00 m para vias de rolamento e 1,60 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Identificou-se também durante a etapa de levantamento de campo, rede de baixa tensão do tipo isolada, bem como rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem padrão definido com a média variando entre 30 m e 42 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecida pelo município tendo o mês de julho como referência está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública do município de São Sebastião da Bela Vista.

Tendo em vista que foram encontrados 8 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Uma rápida inspeção visual no período noturno nos principais corredores de trânsito da cidade foi suficiente para comprovar o baixo índice de iluminância média (Emed). Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificou-se ainda níveis de iluminância muito abaixo dos valores mínimos recomendados por norma, o que provoca uma sensação de insegurança e falta de visualização adequada na via durante o período noturno.

Os principais motivos para o não atendimento aos critérios de iluminância média (Emed) e fator de uniformidade (U) são a utilização de lâmpadas de descarga com fluxo luminoso inferior ao necessário para a via, falta de uma manutenção preventiva, espaçamento inadequado entre pontos de luminárias, depreciação da luminária em função de um conjunto ótico ineficaz e luminárias com refratores muito velhos e amarelados ou ainda luminárias sem refratores.

No que tange às luminárias LED instaladas no município e considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos, também considerando os critérios estabelecidos pela NBR 5101/18, pode se afirmar que as luminárias LED existentes nas vias do município estão superdimensionadas, representado gastos desnecessários e ruas iluminadas de maneira inadequada.

Podemos concluir que existia no município uma metodologia inadequada para a elaboração de projetos luminotécnicos, bem como para a especificação do tipo e da potência das luminárias e lâmpadas utilizadas e ainda, não há definição de parâmetros para a

manutenção preventiva, de modo a ter um parque de iluminação mais eficiente e com menor índice de manutenção corretiva.

Importante ressaltar que, o município, foi contemplado pela chamada pública da Eletrobrás para projetos de eficiência energética para iluminação pública. Quando da visita para levantamento de campo, fomos informados que o projeto de eficientização da iluminação pública já estava em andamento pela empresa licitada e contratada conforme o processo de chamamento público. Segundo informação da prefeitura, o município será contemplado integralmente (645 pontos) pelo processo em andamento.

De toda forma, este diagnóstico, trata da situação encontrada à época do levantamento, vide fotos.

2.3.3. Refratores de policarbonato danificados

Conforme se pode verificar em alguns exemplos detalhados na Figura 5 abaixo, mais de 15% das luminárias pesquisadas encontravam-se com o refrator em policarbonato amarelado, quebrado ou mesmo faltando. Esse fato revela deficiência no processo de manutenção preventiva, o que acarreta agora na necessidade de substituição não só do refrator, mas de todo o conjunto.

Figura 5 – Luminárias com refrator danificado e/ou quebrado.

2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

Atualmente, em São Sebastião da Bela Vista, verifica-se que nem todas as luminárias possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos instalados em luminárias, dificultando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

Este problema se torna ainda mais sério quando se busca analisar as luminárias LED instaladas. Atualmente não existe em algumas luminárias LED instaladas no município nenhuma identificação visível ao nível da rua quanto a sua potência ou fluxo luminoso.

2.3.5. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.6. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo, o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotos sensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotos

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	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20

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)
	Gomes de Oliveira						Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

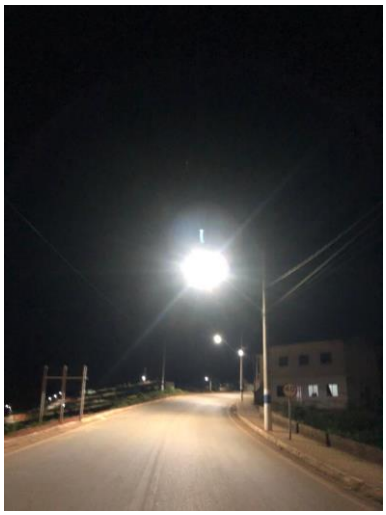
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de

readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 7 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

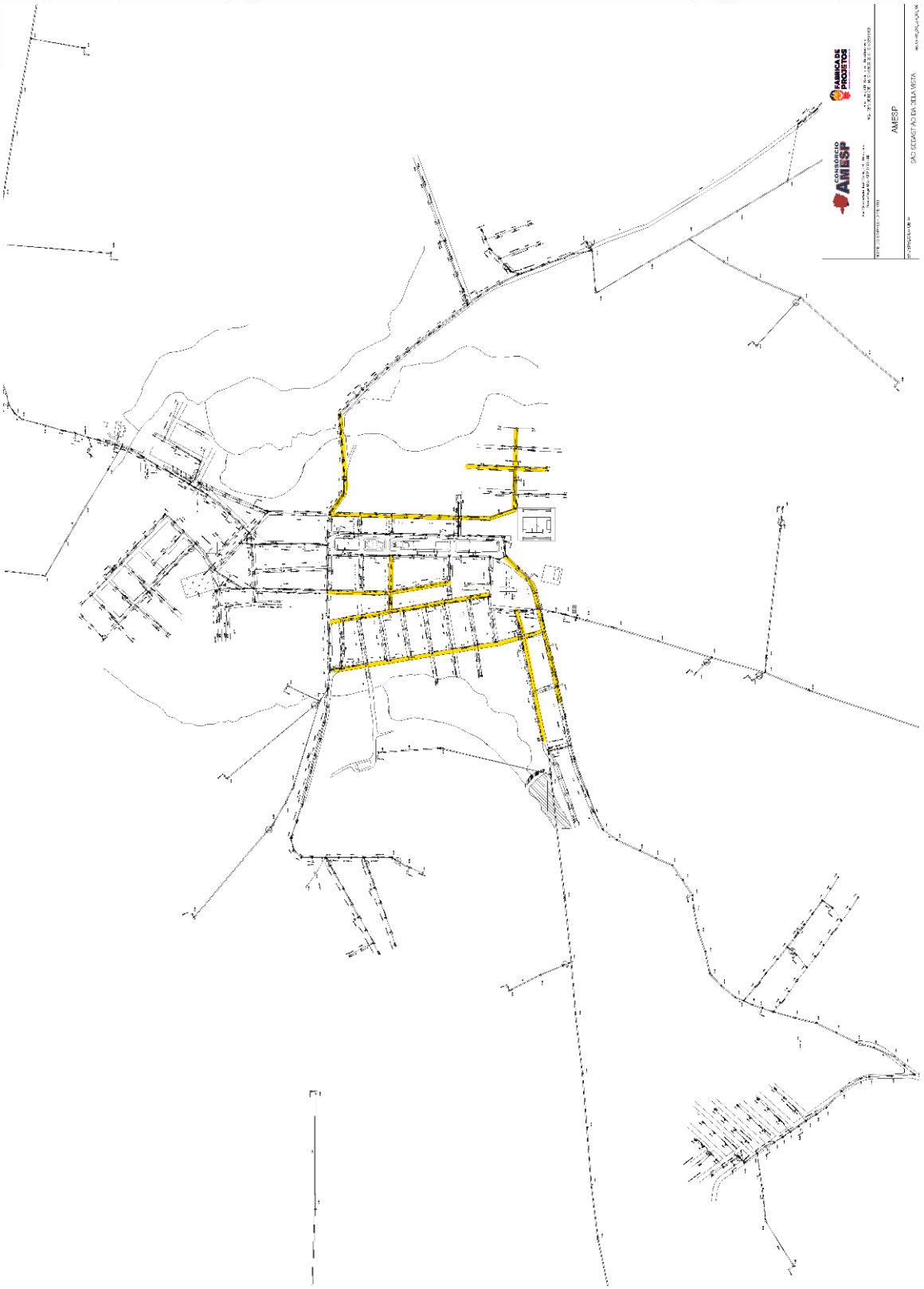


Figura 8 – Mapa cadastral do município de São Sebastião da Bela Vista com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios públicos de São Sebastião da Bela Vista, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 7 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras do município visitadas no levantamento de campo, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de São Sebastião da Bela Vista

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de padrão	Consumo (kWh)
1A	3003299340	AHB988012793	Administração	P.m. São S. B Vista	Pça Erasmo Cabral 339 Cx - Centro	Trifásico	470
2A	3013210413	CAA137001279	Educação	Creche	Rua Wilson Openheimer 347 Cx - São Benedito /S.S Bela Vista	Trifásico	1.032
3A	3010234257	ARB087015906	Educação	Esc. Mun. Almerinda Silva Mosti	Rua Maria Ap M De Oliveira 139 Cx - Lot. José Brandão Oliveira/	Bifásico	533
4A	3003299346	BMW939000368	Esporte/ Lazer	Campo De Futebol	Pça Francisco Avelino 9999 Nr 02 - Centro	Trifásico	2.782
5A	3013196299	APD167138969	Esporte/ Lazer	Ginásio Poliesportivo	Rua Jose Carolino Barroso 129 Fr - Lt José Brandão Oliveira//S.S Bela Vista	Bifásico	117
6A	3011723659	APD126094474	Saúde	Farmácia De Minas	Rua Wilson Openheimer 45 Cx 2 - São Benedito /S.S Bela Vista	Bifásico	245
7A	X	X	Saúde	Cras	Rua Maria T. Pagliarine 123.	X	X
8B	3005771888	AEA001006002	Administração	P.m. São S B Vista	Est Iate Clube Rio Verde 9999 Cx - Iate Clube Rio Verde/S.S Bela Vista	Bifásico	1.211
9B	3013744673	APD183040050	Administração	Padrão Praça Erasmo Cabral	Pça Erasmo Cabral 376 Fr - Centro	Bifásico	693
10B	3013570503	BAG154101756	Administração	Padro Eventos Praça	Pça Francisco Avelino 334 Cx - Centro	Trifásico	302
11B	3005985892	AFD977001865	Administração	Câmara Mun./P. Civil/C. Tutelar.	Rua Jose Cleto Duarte 86 Sede - Centro	Bifásico	251
12B	3013128741	APD167131078	Esporte/ Lazer	Ilum. Pista Caminhada Represa.	Rua Virgulina C Oliveira 372 Cx B - São Benedito /S.S Bela Vista	Bifásico	210
13B	3006443812	APC131099687	Administração	Cemitério	Rua Alcides B Oliveira 100 Cm - Centro	Bifásico	259

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de padrão	Consumo (kWh)
14B	3014507495	ARN20900998	Administração	Arquivo Prefeitura	Rua Camilo J Lacerda 199 Cx - Centro	Trifásico	406
15B	3011432157	ARD118001880	Administração	P.m. São S B Vista	Rua Da Saudade 39 Cx A - Centro	Trifásico	99
16B	3003657674	AEU928011895	Administração	P.m. São S B Vista	Rua Mato Grosso 201 Cx - Bela Vista / S. S	Bifásico	84
17B	3012673389	APD159039367	Administração	Praça Dilson Ferreira	Rua Maria T Pagliarine 198 Cx - Centro	Bifásico	35
18B	3010021302	APJ206023605	Administração	P.m. São S B Vista	Rua Jose Magalhães 47 - Centro	Bifásico	9
19B	3004927759	ABA977008855	Administração	P.m. São S B Vista	EsSantanaal 9999 Cx Nr 02 - Santana/S.S Bela Vista	Monofásico	8
20B	3003299352	AME112009459	Administração	Igreja São João	Rua São João 960 Ig - São João/S.S Bela Vista	Monofásico	22
21B	3003358448	AEP925014432	Administração	P.m. São S B Vista	Rua Wilson Openheimer 291 Cx - São Benedito /S.S Bela Vista	Bifásico	11
22B	3005263518	ARB145009134	Administração	Mun. De São Sebastião Da Bela.	Rua Maria Pagliarine 566 Cs Nr 01 - Centro	Trifásico	-
23B	3007217143	ABG051079712	Administração	Centro Comunitário	Est. Iate Clube Rio Verde 3010 Cx - Iate Clube Rio Verde/S.S Bela Vista.	Monofásico	
24B	3005426382	BAB075001997	Água E Esgoto	Bomba D Água	Est. Goiabal Beira Do Riacho 9999 Cx - Área Rural/S.S Bela Vista.	Trifásico	28.817
25B	301256640	ARC14900833	Água E Esgoto	Poço Artesiano	Rua Wilson Openheimer 159250 Ct - São Benedito/S.S Bela Vista	Trifásico	6.320
26B	3005985893	AEA0500024033	Água E Esgoto	Poço Artesiano Aliança	Est. Aliança 99999 Cx - Aliança /S.S Bela Vista.	Bifásico	1.551
27B	3014082595	ARK191008373	Água E Esgoto	Poço Artesiano Sabará	Alm. Jose Gabriel Rezende Da Silva 320 Cx - Sabará/ /S.S Bela Vista	Trifásico	1.450
28B	3005771889	AJR948000370	Água E Esgoto	Poço Artesiano São João	Rua São João Sn Cx - São João/S.S Bela Vista	Monofásico	1.448
29B	3006707039	AET925005621	Água E Esgoto	Poço Artesiano	Est. Paraiso Dos Pescadores 5020 Bg - Paraiso Dos Pescadores/S.S Bela Vista.	Bifásico	1.481
30B	3014711930	APH195020884	Água E Esgoto	Poço Artesiano Viotca Ii	Av José Honório Do Prado 1001 Cx Poço - Vitoca Ii/S.S Bela Vista	Bifásico	243
31B	3005426381	ODB166100231	Água E Esgoto	Tratamento De Água	Est. Goiabal Beira Da Estrada 9999 Cx - Área Rural/S.S Bela Vista.	Monofásico	469
32B	3006683655	AEA068002113	Água E Esgoto	Poço Artes Paredão	Rua Naria L P Junho 100 Bg - Rural/S.S Bela Vista	Bifásico	999
33B	3014154662	APH195039996	Água E Esgoto	Poço Artesiano Lot Vitoca 1	Rua Maria Aparecida Cunha 120 Cx - Loteamento Vitoca	Bifásico	304
34B	3012943412	APD159120121	Água E Esgoto	Poço Artesiano Bairro Santana	Santana Poço Artesiano 8888 Cx - Área Rural/S.S Bela Vista	Bifásico	257
35B	3014289301	ARK191029210	Água E Esgoto	Poço Artesiano Jardim Bela Vista	Rua Dois 81 Fr - São João/S.S Bela Vista	Trifásico	128
36B	3003299354	APD15905916	Educação	Em Am A Vilela	Est Furnas 1 El - Furnas/S.S Bela Vista	Bifásico	888
37B	3012168699	APC131042508	Educação	Creche Municipal	Alm. Augusto B Mendes 367 Cx - Centro	Bifásico	615
38B	3003299349	APD118031390	Educação	Em Lazaro Pereira	Est Santana 9999 Cx Nr 01 - Santana/S.S Bela Vista	Bifásico	208
39B	3013287785	ARC16401329	Esporte/ Lazer	Centro Cultural Benedito Nadalini	Pça Francisco Avelino 92 Cx - Centro	Trifásico	1.464
40B	3013779371	APD183022484	Esporte/ Lazer	Parque De Exposições	Rua Wilson Openheimer 135 Cx - São Benedito /S.S Bela Vista	Bifásico	225
41B	3013128646	APD167115970	Esporte/ Lazer	Ilum. Quadra Areia E quiosque.	Rua Virgulina C Oliveira 372 Cx A - São Benedito /S.S Bela Vista	Bifásico	5
42B	3012129139	APC131087173	Saúde	Academia De Saúde	Pça Erasmo Cabral 20 Cx -	Bifásico	122

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo De Instalação	Nome Da Instalação	Endereço	Tipo de padrão	Consumo (kWh)
					Centro		
43B	3014383846	APJ202005488	Saúde	Centro De Fisioterapia	Rua Virgulina C Oliveira 400 Cx - São Benedito /S.S Bela Vista	Bifásico	46
						Total	**54.925**

* O código com a letra A indica as unidades que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada acima. O código com a letra B indica as unidades que não foram visitadas.

Considerando a tarifa média de R$ 0,7777 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R$ 42.717,40 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 764 unidades, agrupadas em 10, nas 07 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	401 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	8 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	4 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	47 unidades
LUM 5	Refletor	150 unidades
LUM 6	Projetor LED	19 unidades
LUM 7	Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (120 cm)	64 unidades
LUM 8	Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (60 cm)	15 unidades
LUM 9	Luminária Plafon LED	48 unidades
LUM 10	Luminária de sobrepor retangular x1 lâmpada (120 cm)	8 unidades
Total		**764 unidades**

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 788 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	456 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	38 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	144 unidades
LAMP 4	Lâmpada mista	14 unidades
LAMP 5	Vapor metálico de 200 W	2 unidades

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 6	Vapor metálico de 400 W	134 unidades
TOTAL		**788 unidades**

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de São Sebastião da Bela Vista.

LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: Cemei Paulo Franco Ribeiro

LUM 7 - Luminária de embutir retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: Cemei Paulo Franco Ribeiro

LUM 5 - Refletor
Local: Estádio Municipal

LUM 4 – Luminária tipo arandela
Local: Farmacia_Ubs

LUM 6 - Projetor LED
Local: Cemei Paulo Franco Ribeiro

Figura 9 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de São Sebastião da Bela Vista, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de São Sebastião da Bela Vista conclui em um total de 2.679 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, percebeu-se a predominância de porta-lâmpadas com lâmpadas fluorescente e refletores com lâmpadas de vapor metálico.

Dessa forma, identificou-se que o município ainda utiliza tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistema fotovoltaicos conectados à rede – SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp. mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, conclui-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 436 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 54.925kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 2.600 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas

[1] O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob-regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico bifásico e trifásico).

fotovoltaicos com potência total de 108 kWp. O consumo energético remanescente (12.923,00 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com a instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução estimada de 55%.

4.2. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

Para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo para identificar possíveis áreas e demais soluções de engenharia do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Sebastião da Bela Vista, foi proposto uma redução de aproximadamente 55% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 7.

Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

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 (um)
Vapor de Mercúrio	80	42	124
	125	52	75
	400	118	1

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.
[3] Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente à antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (um)
Vapor de Sódio	70	42	124
	100	52	263
	400	170	20
LED	60	52	5
	100	67	33
		TOTAL	**645**

Através deste anteprojeto, para estimativa do orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R$ 1.332,43, resultando no custo total de R$ 859.415,20.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de São Sebastião da Bela Vista possui aproximadamente 2.679 pontos de iluminação. Para o orçamento[3] da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R$ 602,51, sendo assim, o custo total estimado para o CAPEX é R$ 1.614.124,29.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de São Sebastião da Bela Vista possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 436 kWp. A estimativa do orçamento[4] considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos é de R$ 6.000,00 por kWp. O custo total de

[4] Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.

CAPEX estimado para este município é igual a R$ 2.616.300,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Sebastião da Bela Vista possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 108 kWp. A estimativa de orçamento[4] considerada para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública é de R$ 6.600,00 por kWp. O custo total de CAPEX igual a R$ 710.745,75.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 8 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de São Sebastião da Bela Vista.

Tabela 8 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R$ 859.415,20	R$ 1.614.124,29	R$ 2.616.300,00	R$ 710.745,75
Valor total estimado	**R$ 5.800.585,24**			

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.

SENADOR AMARAL

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

1. Introdução 4
2. Iluminação pública 4
2.1. Introdução 4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município 4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente 5
2.2.1. Metodologia 5
2.2.2. Tipologias encontradas 6
2.2.2.1. Lâmpadas 6
2.2.2.2. Luminárias 6
2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos 7
2.2.2.4. Balastros 8
2.2.2.5. Braços e suportes 8
2.2.2.6. Postes 8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública 8
2.3.1. Introdução 8
2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos 9
2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator 10
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação 10
2.3.5. Braços e suportes (apenas quando houver braço fora de padrão) 10
2.4. Medições luminotécnicas 10
2.4.1. Malha para verificação detalhada 10
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância 10
2.4.3. Resultados 11
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos 16
3.1. Introdução 16
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados 16
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente 17
3.3.1. Luminárias: 17
3.3.2. Lâmpadas: 18
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias 18
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado 19

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos 19
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR 20
4.1. Introdução 20
4.2. Capacidade estimada 20
4.2.1. Relatório fotográfico amostral 21
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR 23
5. Orçamentos – CAPEX 23
5.1. Iluminação pública 23
5.2. Iluminação dos prédios públicos 24
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos 25
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública 25
5.5. Resumo do CAPEX 25

1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos do consumo energético do município, visando à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Senador Amaral/MG, membro da Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento faz parte do processo relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Senador Amaral, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	31 unidades consumidoras	693 pontos de IP
Consumo médio mensal	14.072 kWh	29.628 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R$ 0,8178	B4A – R$ 0,4185
Custo médio mensal com energia	R$ 11.508,12	R$ 12.400,57

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Senador Amaral, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela ENERGISA, distribuidora de energia que atende a esse município.

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Senador Amaral

Tipo de Lâmpada	Potência Unitária da Lâmpada (W)	Potência Unitária do Reator (W)	Potência Unitária Total (W)	Quantidade Lâmpadas (UN)	Quantidade Relés (UN)	Potência Total (kW)	Consumo (kWh)
Vapor Metálico	100	17,00	117	12		1,40	496,21
	250	30,00	280	24		6,72	2.381,79
	400	38,00	438	10		4,38	1.552,42
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	41		3,44	1.219,25
	100	17,00	117,00	532		62,24	22.059,93
	150	22,00	172,00	8		1,38	489,12
	250	30,00	280,00	6		1,68	595,45
LED	15	0,00	15,00	38		0,57	202,03
	20	0,00	20,00	13		0,26	92,15
	50	0,00	50,00	6		0,30	106,33
	100	0,00	100,00	3		0,30	106,33
Subtotal 1 - consumo estimado				**693**	**553**	**82,67**	**29.301,01**

*Considerado 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 14 vias distintas, totalizando 80 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 6.

Em todos os postes pesquisados existiam apenas uma luminária, à exceção de alguns pontos localizados nas esquinas, em praças ou trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.

Figura 1 - Poste de concreto DT com luminária aberta e lâmpada Vapor de Sódio, localizado na Av. José Augusto de Rezende.

Figura 2 – Poste de concreto circular com luminária aberta com lâmpada de vapor de sódio, localizado na Rua João Silvério.

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé fotocontroladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Senador Amaral.

2.2.2.1. Lâmpadas

Conforme apresentado na Tabela 2, os principais tipos de lâmpada instalada na cidade são do tipo vapor de sódio, com destaque para a lâmpada na potência de 100W, representando aproximadamente 77% do parque.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 633 pontos de luminárias do tipo aberta, representando um total de 91% das luminárias existentes.

Na praça da Paróquia de São Sebastião, identificamos a 12 unidades de luminárias pétalas.

Durante a etapa de levantamento de dados, não foram identificadas luminárias LED embora o relatório apresentado (Tabela 2) informe a existência de aproximadamente 9% (60 pontos) do total do parque.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação do município.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

Aproximadamente 43% dos pontos são comandados de forma individual, através do uso de relé fotocontrolador do tipo eletrônico instalado em tomada, na própria luminária.

O restante do parque, os pontos são comandados em grupo, com o acionamento através de relé instalado em base de 50A e alimentação por “cabo controle”.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Cerca de 95% do parque (658 pontos) possuem balastros do tipo externo. Os balastros do tipo interno formam a quantidade de 12 unidades.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e vias principais se destacam os braços tipo leve II.

Atualmente apenas os braços curto, médio e pesado são utilizados como padrão pela distribuidora de energia

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo Circular. Também foram identificados postes tipo concreto DT.

Na praça da Paroquia de São Sebastião, foi identificado a utilização de postes de concreto ornamental com conicidade reduzida.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 7 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 32 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas e/ou com calçamento tipo bloquete ou poliédrico, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 9,00 m para vias de rolamento e 1,30 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Identificou-se também durante a etapa de levantamento de campo, rede de baixa tensão do tipo isolada, bem como rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 32 m a 40 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está atualizado e reflete a realidade do parque de iluminação pública de Senador Amaral.

Tendo em vista que foram encontrados 11 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Uma rápida inspeção visual no período noturno nos principais corredores de trânsito da cidade foi suficiente para comprovar o baixo índice de iluminância média (Emed). Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificou-se ainda níveis de iluminância muito abaixo dos valores mínimos recomendados por norma, o que provoca uma sensação de insegurança e falta de visualização adequada na via durante o período noturno.

Os principais motivos para o não atendimento aos critérios de iluminância média (Emed) e fator de uniformidade (U) são a utilização de lâmpadas de descarga com fluxo luminoso inferior ao necessário para a via, falta de uma manutenção preventiva, espaçamento inadequado entre pontos de luminárias, depreciação da luminária em função de um conjunto ótico ineficaz e luminárias com refratores muito velhos e amarelados ou ainda luminárias sem refratores.

No que tange às luminárias LED instaladas no município e considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos, também considerando os critérios estabelecidos pela NBR 5101/18, pode se afirmar que as luminárias LED existentes nas vias do município estão subdimensionadas, 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.

2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

Atualmente em Senador Amaral verifica-se que as luminárias não possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos auxiliares instalados, dificultando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferencia de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.5. Braços e suportes (apenas quando houver braço fora de padrão)

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotos sensor Minolta – nº de série

30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotos sensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 4 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.

Figura 4 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Gomes de Oliveira						Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

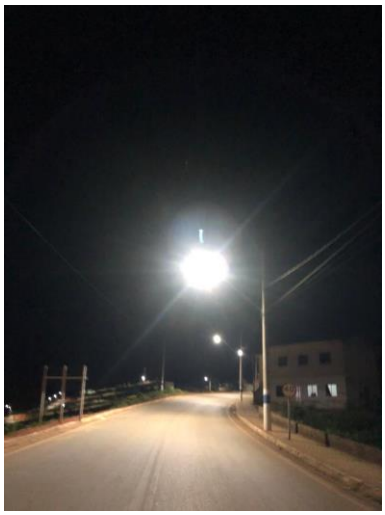
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de

readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 5 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

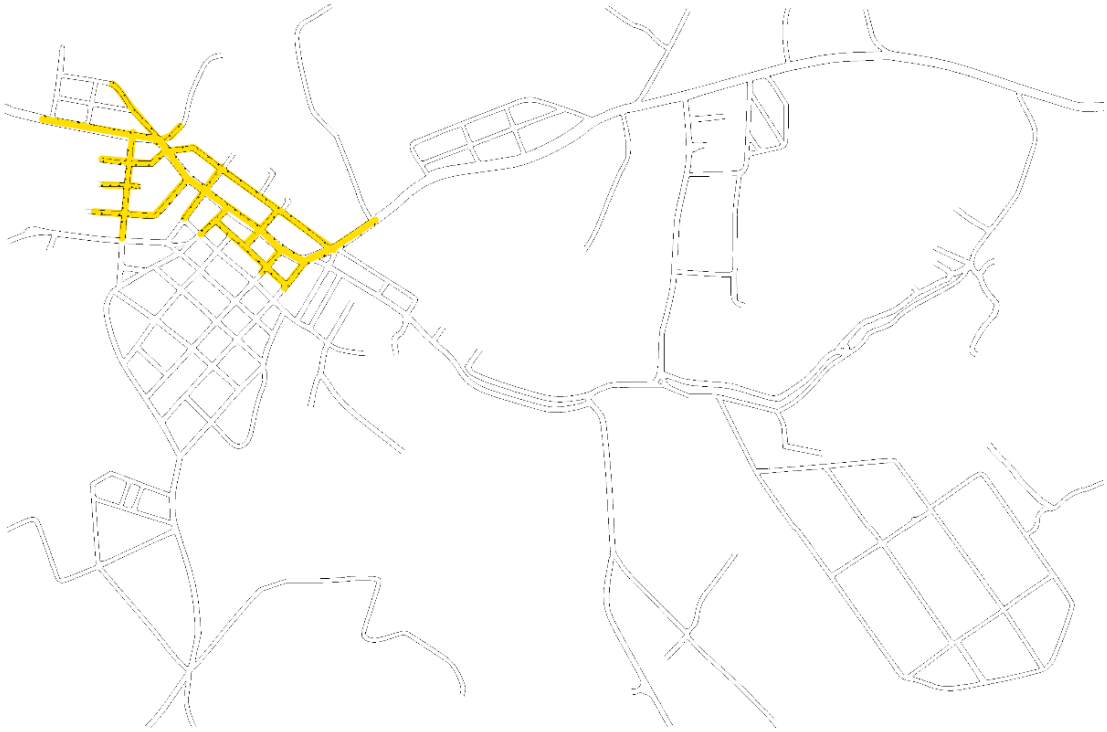


Figura 6 – Mapa cadastral do município de Senador Amaral com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios público de Senador Amaral, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 6 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (agosto de 2021 a agosto de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Senador Amaral

Cód.*	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo De Padrão	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
1A	425045	Esporte / lazer	Pref. Mun. (Cede)	Rua Vereador Jose Alves De Rezende 34/Centro	Trifásico	700
2A	432429	Educação	Cemei - Sementinha Do Amor	Rua Benedito Ferreira De Melo 665/Ponte Segura	Trifásico	687
3A	109979	Saúde	UBS - Ponte Segura / PSF	Rua Benedito José Antônio 1/Ponte Segura	Trifásico	520
4A	108109	Educação	Esc. Mun. Prof. Maria José Dos Santos	Rua Benedito Inácio Da Rosa 1/Ponte Segura	Bifásico	990
5A	425195	Saúde	Farmácia De Minas	Rua Fermino Elias 670/Centro	Bifásico	368
6A	402696	Educação	Cemei - Sagrada Família	Rua Fermino Elias 720/Centro	Trifásico	1.556
7B	W6051091931	Administração	Senador Amaral	Rural B Valinhos 15882/Valinhos	Bifásico	294
8B	100161	Saúde	Centro De Saúde	Rua Itabgiba Eiras Do Brasil 112/Centro	Bifásico	118
9B	402696	Educação	Creche Pro infância	Rua Ferminio Elias 720/Centro	Trifásico	-
10B	406020	Esporte / lazer	Campo De Futebol	Av Vereador Jose Alves Rezendes/Centro	Trifásico	-
11B	425430	Esporte / lazer	Quadra De Esportes	Rua Sebastião Candido 23275/Três Saltos	Bifásico	-
12B	425858	Administração	Senador Amaral	Rural B Serro/Serro	Bifásico	-
13B	11237	Esporte / lazer	Quadra Poliesportiva	Rua João Silvério 1/Centro	Trifásico	-
14B	W7052264135	Administração	Senador Amaral	Rua João Silvério 100/Centro	Trifásico	-
15B	30000042002	Administração	Cemitério Municipal	Rua Itagiba Eiras Dos Brasil 245/Centro	Bifásico	-

Cód.*	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo De Padrão	Modalidade tarifária	Consumo (kWh)
16B	450363	Administração	Painel Eletrônico	Praça Zeca Borges 2/Centro	Bifásico	-
17B	403483	Administração	Senador Amaral (Ag:308)	Av Vereador Jose Alves Rezendes 34/Centro	Bifásico	1.598
18B	30000103457	Educação	Escola Mun. Três Saltos	Rua Ver. João Borges 60/Três Saltos	Monofásico	-
19B	W6080768142	Administração	Velório	Rua Benedito Inácio Da Rosa/Ponte Segura	Bifásico	-
20B	W6108720329	Educação	Centro De Apoio E Educação	Rua Geraldo Júlio 221/Centro	Bifásico	-
21B	D6122870880	Administração	Torre De Tv	Rua Diogo Jose Eiras 12/Centro	Bifásico	-
22B	M16284	Administração	Destocamento De Polícia	Rua João Silvério 63/Centro	Monofásico	-
23B	16748	Administração	Conselho Tutelar	Rua Itabgiba Eiras Do Brasil 81/Centro	Monofásico	-
24B	30000103457	Educação	Esc. Mun. Três Saltos	Rua Sebastião Candido 83/Três Saltos	Monofásico	1.359
25B	559652	Esporte / lazer	Campo De Futebol	Rua Maria Silvério De Castro 315/Ponte Segura	Trifásico	1.337
26B	2083154	Esporte / lazer	Campo De Futebol Valinhos	Rua José Pedro De Morais 119/Valinhos	Bifásico	1.274
27B	449105	Esporte / lazer	Senador Amaral	Praça Zeca Borges 99/Centro	Monofásico	986
28B	402745	Administração	Senador Amaral	Rua 164/Conj Bab. Lagoa Grande	Bifásico	773
29B	4326667	Administração	Senador Amaral	Av Vereador Jose Alves Rezendes 34/Centro	Bifásico	607
30B	432665	Administração	Senador Amaral (Ag:308)	Av Vereador Jose Alves Rezendes 34/Centro	Bifásico	500
31B	432669	Administração	Senador Amaral (Ag:308)	Av Vereador Jose Alves Rezendes 34/Centro	Bifásico	405
Total						**14.072**

*O código com a letra A indica as unidades que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada acima. O código com a letra B indica as unidades que não visitadas.

Considerando a tarifa média de R$ 0,8178 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R$ 11.508,12 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

Foram identificadas aproximadamente 517 luminárias, agrupadas em 7 tipos, nas 06 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	342 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	16 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x4 lâmpadas (120 cm)	58 unidades

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	28 unidades
LUM 5	Luminária tipo arandela	50 unidades
LUM 6	Refletor	10 unidades
LUM 7	Projetor LED	13 unidades
	Total	**517 unidades**

3.3.2. Lâmpadas:

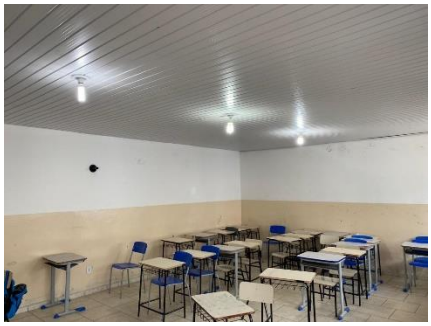
Foram identificadas também 722 lâmpadas, conforme tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	264 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	56 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente compacta	392 unidades
LAMP 4	Lâmpada mista	10 unidades
	Total	**722 unidades**

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Senador Amaral.

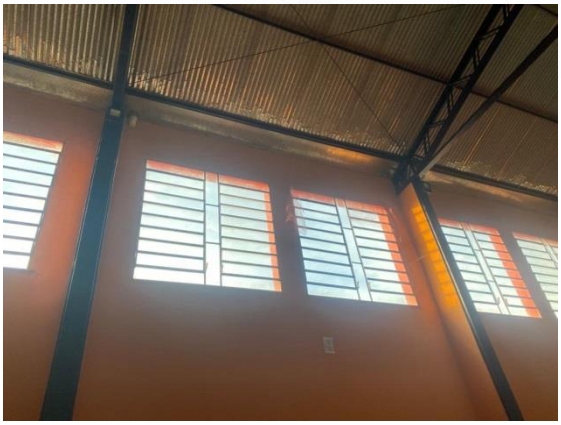


LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: E.M. Prof. Maria Jose

LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpada (120 cm)
Local: Cemei Sagrada Família

LUM 5 – Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)
Local: Unidade da Saúde da Família Ponte Segura

LUM 6 – Refletor
Local: Ginásio poliesportivo João Franco da Silveira



LUM 7 – Projetor LED
Local: Ginásio poliesportivo João Franco da Silveira

Figura 7 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Senador Amaral, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Senador Amaral conclui em um total de 2.771 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, percebeu-se a predominância de porta-lâmpadas, luminárias de sobrepor retangulares convencionais e luminárias do tipo arandela com lâmpadas fluorescentes.

Dessa forma, identificou-se que o município ainda utiliza tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento , concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência de 101 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 14.072 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 1.900 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 111 kWp. O consumo energético remanescente (13.333 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com a instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução estimada de 55%.

4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada dos espaços públicos visitados, de forma amostral, observando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).

[1] O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).

Tabela 7 - Relação das unidades identificados de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº do Medidor	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
2A	432429	CEIM Sementinha do Amor	Rua Benedito Ferreira De Melo 665- Ponte Segura	Trifásico	Cerâmico	1.560	13	10
6A	402696	CEMEI Sagrada Família	Rua Fermino Elias 720- Centro	Trifásico	Cerâmico	12.000	105	75
4A	108109	E.M. Prof. Maria José	Rua Benedito Inácio Da Rosa 1 -Ponte Segura	Bifásico	Cerâmico	1.560	13	10
3A	109979	UBS Ponte Segura	Rua Benedito José Antônio 1- Ponte Segura	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
Total						**18.220**	**157**	**121**

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir, as figuras de 8 a 15 a seguir apresentam alguns exemplos de edificações, padrões de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e em áreas externas de responsabilidade da PM de Senador Amaral.

Figura 8 – Telhado cerâmico Cemei Sementinha do Amor

Figura 9 – Padrão de entrada Cemei Sagrada Família

Figura 10 – Medidor eletrônico da Cemei Sagrada Família

Figura 11 – Telhado cerâmico da Ubs Ponte Segura

Figura 12 – Medidor da Ubs Ponte Segura

Figura 13 – Padrão de entrada da Ubs Ponte Segura

Figura 14 – Telhado cerâmico da E.M. Prof Maria Jose

Figura 15 - Medidor eletrônico da E.M. Prof Maria Jose

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para o consumo de prédios públicos de no mínimo 18.220 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados das escolas municipais.

Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 1.400 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando à autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Senador Amaral, foi proposto uma redução de aproximadamente 55% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 8.

Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.
[3] Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente à antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de Lâmpada ou Luminária	DE Potência (W)	PARA (LED) Potência (W)	Quantidade (UN)
Vapor de Mercúrio	100	42	12
	250	83	24
	400	110	10
Vapor de Sódio	70	42	41
	100	52	532
	150	52	8
	250	83	6
LED	15	42	38
	20	42	13
	50	42	6
	100	61	3
TOTAL			**693**

Através deste anteprojeto, para estimativa do orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R$ 1.332,43, resultando no custo total de R$ 923.371,68.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Senador Amaral possui aproximadamente 2.771 pontos de iluminação. Para o orçamento[4] da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R$ 602,51, sendo assim, o custo total estimado para o CAPEX é R$ 1.669.555,21.

[4] Ver Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Senador Amaral, possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 101 kWp. A estimativa do orçamento[4] considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos é R$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX estimado para este município é igual a R$ 608.600,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Senador Amaral possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 85 kWp. A estimativa de orçamento[4] considerada para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública é de R$ 6.600,00 por kWp. O custo total de CAPEX igual a R$ 733.293,00.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Senador Amaral.

Tabela 9 – Orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R$ 923.371,68.	1.669.555,21.	R$ 608.600,00.	R$ 733.293,00.
Valor total estimado	**R$ 3.934.819,89**			

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.

SENADOR JOSÉ BENTO

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

1. Introdução 4
2. Iluminação pública 4
2.1. Introdução 4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município 4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente 5
2.2.1. Metodologia 5
2.2.2. Tipologias encontradas 6
2.2.2.1. Lâmpadas 6
2.2.2.2. Luminárias 6
2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos 7
2.2.2.4. Balastros 8
2.2.2.5. Braços e suportes 8
2.2.2.6. Postes 8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública 8
2.3.1. Introdução 8
2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos 9
2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator 10
2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação 10
2.3.5. Braços e suportes 10
2.4. Medições luminotécnicas 10
2.4.1. Malha para verificação detalhada 10
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância 10
2.4.3. Resultados 11
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos 16
3.1. Introdução 16
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados 16
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente 17
3.3.1. Luminárias: 17
3.3.2. Lâmpadas: 17
3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias 18
3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado 18

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos 19
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR 19
4.1. Introdução 19
4.2. Capacidade estimada 19
4.2.1. Relatório fotográfico amostral 20
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR 21
5. Orçamentos CAPEX 22
5.1. Iluminação pública 22
5.2. Iluminação dos prédios públicos 23
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos 23
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública 24
5.5. Resumo do CAPEX 24

1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Senador José Bento/ MG, membro da Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de junho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Senador José Bento, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	13 unidades consumidoras	322 pontos de IP
Consumo médio mensal	5.516 kWh	12.662 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R$ 0,9147	B4A – R$ 0,4599
Custo médio mensal com energia	R$ 5.045,26	R$ 5.822,73

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Senador José Bento, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Senador José Bento

Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (w)	Potência unitária total (w)	Quantidade lâmpadas (un)	Quantidade relés (un)	Potência total (kW)	Consumo (kwh)
Vapor de Mercúrio	80	13,75	93,75	112	101	10,50	3.721,55
	125	17,00	142,00	1	1	0,14	49,62
Vapor de Sódio	100	17,00	117,00	7	6	0,82	290,64
LED	100	0	118	118	106	13,92	152.945,01
	150	0	84	84	76	7,06	77.571,30
Total				**322**	**290**	**32,44**	**234.578,12**

*Considerado 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 4 vias distintas, totalizando 50 pontos de luz m diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 7.

Em todos os postes pesquisados existiam apenas uma luminária, à exceção de alguns pontos localizados nas esquinas, em praças ou trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.

Figura 1 - Poste de concreto DT com luminária LED, localizado na Rua Engenheiro João Monteiro de Castro esquina com Rua Nossa Senhora das Graças

Figura 2 – Poste de concreto DT com luminária LED, localizado na Rua Adélio Madson esquina com Rua Nossa Senhora das Graças

2.2.2.Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé foto controladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Senador José Bento.

2.2.2.1. Lâmpadas

Em razão da substituição de todo o parque de iluminação pública já ter sido efetuada no município em abril 2021, não há registro de tipologias de lâmpadas de descarga e alta pressão.

Figura 3 – Placa instalada na Praça como um marco da conclusão da substituição das luminárias antigas por luminárias LED.

2.2.2.2. Luminárias

O parque encontra-se em sua totalidade, incluindo praças, equipado com luminárias LED, com refrator de vidro, com alojamento para equipamento (drive) incorporado e com tomada

integrada para relé foto controlador. Não foram identificadas luminárias abertas e fechadas durante o levantamento. Não foi feita aferição da qualidade da iluminação em horário noturno.

As figuras a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no parque.

Figura 4 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

As luminárias instaladas nos postes são comandadas de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada própria existente na luminária. Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas (praças) o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Não há registro de utilização de reatores visto que todo o parque de iluminação do município já se encontra com luminárias LED.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e corredores principais se destacam os postes de Concreto DT e os braços tipo Médio, com medidas no padrão da concessionária CEMIG. Já nas vias menos importantes, foi identificada uma presença significativa de braços Curto, na medida padrão da concessionária CEMIG.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto do tipo DT. Também foram identificados postes do tipo concreto circular.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 33 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da distribuidora.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 9,00 m para vias de rolamento e 1,70 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é predominantemente do tipo convencional (NUA) a rede de baixa tensão predominantemente do tipo rede convencional (NUA).

Os postes apresentam bom estado de conservação. O espaçamento entre postes não tem padrão definido com a média variando entre 30 m e 45 m.

O parque de iluminação pública do município de Senador José Bento é composto, à época do levantamento, 100% de luminárias LED.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está desatualizado e não reflete a realidade do parque de iluminação pública do município de Senador José Bento. No extrato fornecido pela concessionária constam 202 luminárias LED (67% do total), dessa forma o município ainda não está sendo beneficiado pela eficientização já executada.

O parque de iluminação pública do município de Senador José Bento pode ser considerado padronizado, principalmente em relação à potência das luminárias instaladas, considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos, as potências das luminárias LED estão superdimensionadas considerando os critérios estabelecidos pela NBR 5101/18 em processo de revisão e consulta nacional.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Apesar de possuir um parque de iluminação padronizado, o município de Senador José Bento possui um sistema ineficaz. Através de uma inspeção visual nos principais corredores de trânsito da cidade foi possível verificar um alto índice de iluminância média (E_{med}). Observou-se níveis de iluminância muito acima dos valores mínimos recomendados pela norma NBR 5101/18. O excesso de iluminância provoca uma sensação de desconforto visual, além do desperdício de energia e gastos desnecessários com a fatura referente à iluminação pública.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8,00 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 36,00 m, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

Pode-se concluir que existiu no município uma metodologia inadequada para a elaboração de projetos luminotécnicos, bem como para a especificação do tipo e da potência das luminárias e lâmpadas utilizadas. Estas características dificultam uma definição de parâmetros para a manutenção preventiva, dificultando a criação de um parque de iluminação mais eficiente e com menor índice de manutenção corretiva.

2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

Atualmente em Senador José Bento verifica-se que as luminárias já possuem a etiqueta de identificação dos equipamentos instalados em luminárias LED, facilitando o processo de identificação do tipo e potência da lâmpada instalada no ponto.

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.5. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se que atualmente apenas os braços Curto, Médio e Pesado são utilizados com padrão. Os braços do tipo médio representaram 43% do total encontrado durante o levantamento

Os braços estão dentro do padrão da concessionária e poderão ser aproveitados devido ao bom estado de conservação que os mesmos se encontram, conforme observado durante o levantamento de campo.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotos sensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições

em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotos sensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 5 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.

Figura 5 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 a seguir apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emeda)	Uniformidade mínima (U)
	Gomes de Oliveira						Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

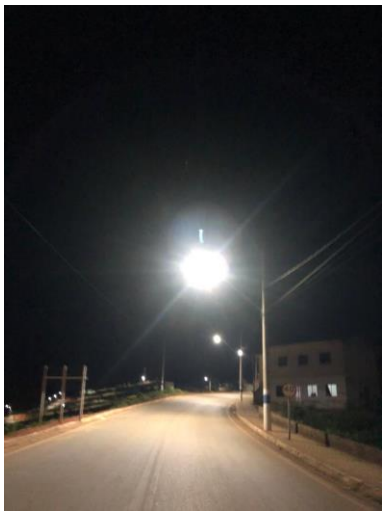
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de

readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 6 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

Figura 7 – Mapa cadastral do município de Senador José Bento com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios públicos de Senador José Bento, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 4 unidades de diferentes secretarias, como Secretaria de Educação, Saúde, Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Senador José Bento

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	3003299729	AME112009057	Administração	Sede Municipal Senador Jose Bento	Pça Daniel Carvalho, 150 - Centro	Monofásico	595
2A	3003299736	AHT024001001	Educação	Escola Prof. Maria Fernanda Sjbento	Rua Tiradentes, 230 - Centro	Trifásico	779
3A	3011344356	ARC16006641	Educação	Cemei Olivia Cortes	R. Prof. Manoel Carrascosa , 387 - Centro	Bifásico	532
4A	3004836923	AGR831002310	Saúde	Ubs Senador José Bento	Rua Nossa Senhora Das Graças, 208	Trifásico	225
5B	3003299735	ARB08701802	Administração	Pátio Oficina Mec. Sen. Jose Bento	Rua Nossa Senhora Das Graças 320 - Centro	Trifásico	769
6B	3003299740	AEP842004505	Administração	Coreto Municipal Sem Jose Bento	Pça. Daniel De Carvalho 9999 - Centro	Bifásico	665
7B	3003358453	ABN902033419	Administração	Telefonia Rural Sen. Jose Bento	Est Serra Do Brejinho 59 - Área Rural/ Senador Jose Bento	Monofásico	141
8B	3003299739	AEP842004504	Administração	Telefonia Fixa Sen. Jose Bento	Pça. Daniel De Carvalho 9999 - Centro	Bifásico	248
9B	300317120	APH195005576	Administração	Cras Centro Sen. Jose Bento	Rua Primeiro De Março 116 - Centro	Bifásico	127
10B	3007573147	AHN878011566	Administração	Barracão Prefeitura Sen. Jose Bento	Rua Primeiro De Março 415 - Centro	Trifásico	56
11B	3005653119	APD167202721	Água E Esgoto	Poço Artesiano Agua Parada Sjbento	Agua Parada 99999 - Área Rural/ Senador Jose Bento	Bifásico	599
12B	3003299737	AGA8377000136	Água E Esgoto	Estação Tratam D'água Sen. Jose Bento	Pça. São Sebastiao 9999 - Centro	Trifásico	31
13B	3006575286	ARK183011146	Esporte/Lazer	Poliesportivo Sen. Jose Bento	Av Joaquim Pedro Moreira 71 - Centro	Trifásico	403

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
14B	3011275356	APD100016538	Saúde	Farmácia De Minas Sen. Jose Bento	Rua Dr João Beraldo 71 - Centro	Bifásico	346
						Total	**5.516**

*O código com a letra A indica as unidades que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada acima. O código com a letra B indica as unidades que não foram visitadas.

Considerando a tarifa média de R$ 0,9147 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R$ 5.045,26 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias:

Foram identificadas aproximadamente 303 luminárias, agrupadas em 6 tipos, nas 04 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	192 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	64 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	21 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	20 unidades
LUM 5	Projetor LED	4 unidades
LUM 6	Porta lâmpada base E27/40 x2 lâmpadas	2 unidades
Total		**303 unidades**

3.3.2. Lâmpadas:

Foram identificadas também 386 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

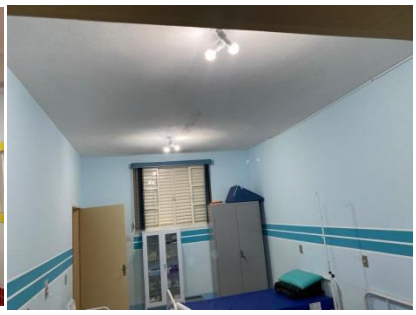
Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	156 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	26 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	26 unidades
LAMP 4	Lâmpada LED bulbo	60 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED tubular (120 cm)	102 unidades
LAMP 6	Lâmpada LED tubular (60 cm)	16 unidades
Total		**386 unidades**

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Senador José Bento.

LUM 1 – Porta lâmpada base E27/40
Local: E.M.Prof. Maria Da Costa Ferreira

LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)
Local: Cemei Olivia Cortes



LUM 6 - Porta lâmpada base E27/40 (x2)
Local: UBS Senador Jose Bento

Figura 8 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Senador José Bento, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Senador José Bento conclui em um total de 1.127 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, constatou-se uma predominância de luminárias do tipo sobrepor, retangular, com lâmpadas fluorescentes, além de alguns projetores com lâmpadas a vapor de sódio ou metálico.

Dessa forma, pode-se concluir que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação da demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 38 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 5.116 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 960 kWh.

Para compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 64 kWp. O consumo energético remanescente (7.724 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com a instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução estimada de 39%.

4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada dos espaços públicos visitados, de forma amostral, observando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).

[1] O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).

Tabela 7 - Relação das unidades identificados de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº da Instalação CEMIG	Nº do Medidor	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
3A	3011344356	ARC16006641	CEMEI Olivia Cortes	R. Prof. Manoel Carrascosa, 387	Trifásico	Cerâmico	1.560	13	10
2A	3003299736	AHT024001001	E.M. Prof. Maria Costa Ferreira	Rua Tiradentes, 230	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
4A	3004836923	AGR831002310	UBS Senador José Bento	Rua Nossa Senhora Das Graças, 208	Trifásico	Cerâmico	6.000	50,4	36
						TOTAL	**10.660**	**89,4**	**66**

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir as figuras de 9 a 13 apresentam alguns exemplos de edificações, padrões de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e em áreas externas de responsabilidade da PM de Senador José Bento.

Figura 9 – Telhado cerâmico da CEMEI Olívia Cortes

Figura 10 – Medidor eletrônico da CEMEI Olívia Cortes

Figura 11 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Prof. Maria da Costa Ferreira

Figura 12 – Padrão de entrada da Escola Municipal Prof. Maria da Costa Ferreira

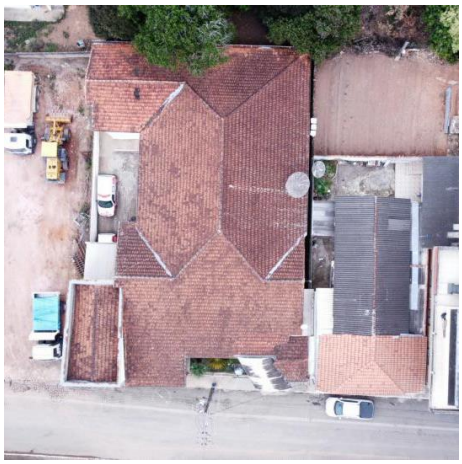


Figura 13 – Telhado de cerâmica da UBS Senador José Bento

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificadamente para o consumo de prédios de no mínimo de 10.660 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais e do posto de saúde.

Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 800 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando a autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Senador José Bento, foi dimensionado uma redução de aproximadamente 39% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 8.

Para definição das potências das luminárias LED sugerida em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.
[3] Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente à antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	112
	125	52	1
Vapor de Sódio	100	52	7
LED	100	61	118
	150	110	84
		Total	**322**

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R$ 1.332,43, obteve-se um custo total de R$429.041,39.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Senador José Bento possui aproximadamente 1.127 pontos de iluminação. Para o orçamento[4] da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R$ 602,51, obteve-se em um custo total de CAPEX equivalente a R$ 679.028,77.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Senador José Bento possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 38 KWp. A estimativa do orçamento[4] 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 munícipio é igual a R$ 227.800,00.

[4] O detalhamento da Planilha de Quantidades de Referência será apresentado junto ao Caderno II – Estudos prévios de viabilidade.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Senador José Bento possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo remanescente da iluminação pública de aproximadamente 64 kWp. A estimativa de orçamento[4] considerada para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública, é de R$ 6.600,00 por kWp. O custo total de CAPEX igual a R$ 424.810,10.

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Senador José Bento.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R$ 429.041,39	R$ 679.028,77	R$ 227.800,00	R$ 424.810,10
Total	**R$ 1.760.680,26**			

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.

TOCOS DO MOJI

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

1. Introdução 4
2. Iluminação pública 4
2.1. Introdução 4
2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município 4
2.2. Levantamento do sistema de IP existente 5
2.2.1. Metodologia 5
2.2.2. Tipologias encontradas 6
2.2.2.1. Lâmpadas 6
2.2.2.2. Luminárias 6
2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos 7
2.2.2.4. Balastros 8
2.2.2.5. Braços e suportes 8
2.2.2.6. Postes 8
2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública 9
2.3.1. Introdução 9
2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos 9
2.3.3. Refratores de policarbonato danificados 10
2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator 11
2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação 11
2.3.6. Braços e suportes 11
2.4. Medições luminotécnicas 11
2.4.1. Malha para verificação detalhada 11
2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância 12
2.4.3. Resultados 12
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos 17
3.1. Introdução 17
3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados 17
3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente 19
3.3.1. Luminárias 19
3.3.2. Lâmpadas 19
3.3.3. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado 19

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos 20
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR 20
4.1. Introdução 20
4.2. Capacidade estimada 21
4.2.1. Relatório fotográfico amostral 21
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR 22
5. Orçamentos – CAPEX 23
5.1. Iluminação pública 23
5.2. Iluminação dos prédios públicos 24
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos 24
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública 24
5.5. Resumo do CAPEX 24

1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Tocos do Moji/MG, pertencente à Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de junho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Tocos do Moji, encontrou-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	40 unidades consumidoras	595 pontos de IP
Consumo médio mensal	9.385 kWh	25.017 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R$ 0,8502	B4A – R$ 0,4584
Custo médio mensal com energia	R$ 7.979,32	R$ 11.468,54

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Tocos do Moji, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Tocos do Moji

Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (un)	Quantidade relés (un)	Potência total (kW)	Consumo (kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,60	89,60	177	158	16,05	5.688,23
	125	13,85	138,85	46	43	6,44	2.282,09
Vapor de Sódio	70	14,00	84,00	66	59	5,61	1.990,07
	100	17,00	117,00	61	55	7,20	2.552,98
	150	22,00	172,00	22	20	3,81	1.349,68
	250	30,00	280,00	42	38	11,81	4.184,30
LED	100	0,00	100,00	151	136	15,26	5.409,79
	150	0,00	150,00	30	27	4,53	1.606,43
Total				**595**	**536**	**70,71**	**25.063,58**

*Considerando 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 12 vias distintas, totalizando 80 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 7.

Em todos os postes pesquisados existiam apenas uma luminária, à exceção de alguns pontos localizados nas esquinas, em praças ou trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.

Figura 1 - Poste de concreto tipo duplo T com luminárias abertas com lâmpada vapor de mercúrio de 125 W, localizado na via Manoel Antônio de Almeida.

Figura 2 – Poste de do tipo concreto circular com luminárias aberta com lâmpada vapor de sódio de 100 W, localizado na via Vereador Ciro Ferreira de Alvarenga.

2.2.2.Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé foto controladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Tocos do Moji.

2.2.2.1. Lâmpadas

O parque de iluminação municipal está parcialmente eficientizado, aproximadamente 70% (417 pontos) já tem 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 66 pontos.

2.2.2.2. Luminárias

O parque de luminárias é composto por cerca de 66 pontos das luminárias do tipo fechada, estampada ou injetada a alta pressão, com refrator em policarbonato ou vidro boros silicato, com alojamento para equipamento incorporado e com tomada integrada para relé foto controlador, representando um total de 11% das luminárias existentes.

As luminárias do tipo aberta representam 19% (113 pontos) do total.

Além dessas luminárias, foram identificadas luminárias ornamentais tipo bola com vidro leitoso em postes ornamentais.

Durante a etapa de levantamento de dados foi identificado também que já houve eficientização parcial do município com aproximadamente 70% (416 pontos) são luminárias LED e que estão localizados, em vias de acesso (rodovia), vias centrais e no entorno da praça da Paróquia Nossa Senhora Aparecida do município.

O tipo mais frequente de refrator encontrado nas luminárias da cidade é o fabricado em policarbonato. Também estão presentes no parque de iluminação do município luminárias fechadas em vidro plano e poli curvo.

As fotos apresentadas na Figura 3 a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no município.

Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

A maioria dos pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada externa, ou existente na própria luminária.

Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Todos os balastros existentes no parque de iluminação do município são do tipo externo. Embora as luminárias fechadas possuam alojamento para instalação do balastro, os mesmos estão instalados do lado de fora dos alojamentos, fixados no poste.

Esse arranjo justifica-se pela utilização de balastros maiores que o compartimento existente da luminária.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e vias principais se destacam os braços tipo médio, com medidas no padrão da CEMIG, distribuidora local.

Durante a etapa de levantamento campo verificou-se que aproximadamente 6% de braços são do Tipo Leve II. Esses braços foram retirados do padrão da distribuidora de energia CEMIG ainda na década de 1980. Atualmente apenas os braços curtos, médio e pesado são utilizados com padrão. Os braços do tipo médio representaram 70% dos encontrados durante o levantamento. Os braços que estão dentro do padrão da concessionária poderão ser aproveitados devido ao bom estado de conservação que os mesmos se encontram, conforme observado durante o levantamento de campo.

Os braços de iluminação das luminárias LED existentes no município são todos do tipo Médio.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto do tipo DT. Também foram identificados postes do tipo concreto circular.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 7 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 31 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da distribuidora.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 8,00 m para vias de rolamento e 1,60 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Identificou-se também durante a etapa de levantamento de campo, rede de baixa tensão do tipo isolada, bem como a rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 30 m a 45 m.

Os dados amostrais obtidos em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pelo município, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está desatualizado e não reflete a realidade do parque de iluminação pública do município de Tocos do Moji. No extrato fornecido pela concessionária constam somente 180 luminárias LED, dessa forma o município ainda não está sendo beneficiado pela eficientização já executada.

Tendo em vista que foram encontrados 8 tipos de potências diferentes para as lâmpadas e luminárias instaladas, pode-se concluir que o parque de iluminação pública do município não se encontra devidamente padronizado. Cabe destacar que quanto maior a for a padronização dos sistemas de iluminação pública, menores serão os custos operacionais para a PM.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Ainda que com uma razoável padronização em seu parque de iluminação, em função de parte da eficientização já ter sido executado, o município de Tocos do Moji possui um sistema ineficaz. Uma rápida inspeção visual no período noturno nos principais corredores de trânsito da cidade foi suficiente para comprovar o baixo índice de iluminância média (E_{med}). Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificou-se ainda níveis de

iluminância muito abaixo dos valores mínimos recomendados por norma, o que provoca uma sensação de insegurança e falta de visualização adequada na via durante o período noturno.

Os principais motivos para o não atendimento aos critérios de iluminância média (E_{med}) e fator de uniformidade (U) são a utilização de lâmpadas de descarga com fluxo luminoso inferior ao necessário para a via, falta de uma manutenção preventiva, espaçamento inadequado entre pontos de luminárias, depreciação da luminária em função de um conjunto ótico ineficaz e luminárias com refratores muito velhos e amarelados ou ainda luminárias sem refratores.

Em relação às luminárias LED instaladas no município e considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos e os critérios estabelecidos pela NBR 5101/18, pode-se afirmar que as luminárias LED existentes nas vias do município estão superdimensionadas, 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.

2.3.3. Refratores de policarbonato danificados

Conforme se pode verificar em alguns exemplos detalhados na Figura 4 abaixo, algumas das luminárias pesquisadas encontravam-se com o refrator em policarbonato amarelado, quebrado ou mesmo faltando. Esse fato revela deficiência no processo de manutenção preventiva, o que acarreta agora na necessidade de substituição não só do refrator, mas de todo o conjunto.

Figura 4 – Luminárias com refrator de policarbonato amarelado.

2.3.4. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

As luminárias pesquisadas estão devidamente etiquetadas, com a identificação de potência e tipo de equipamentos instalados, facilitando o processo de reconhecimento dos produtos instalados no ponto.

2.3.5. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.6. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.4. Medições luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com

a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo, o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotos sensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotos sensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A Figura 5 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.

Figura 5 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 abaixo apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço. entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	5,00 lux	0,20
	Rua Padre Vitor	VS	100 W	PA4	Unilateral	34 m	Via simples	9,00 m	V3	4,20 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschec k de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20

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)
	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
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100 w	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70 w	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70 w	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250 w	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100 w	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	125 w	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

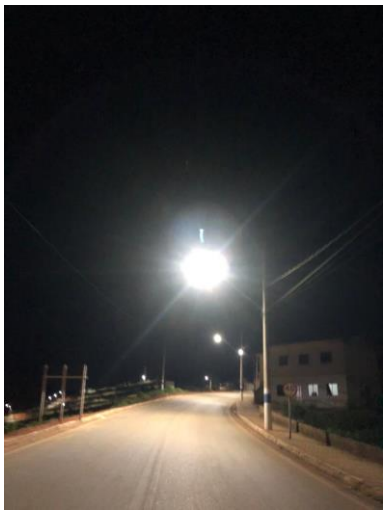
Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em

detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 6 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitscheck 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.

Figura 7 – Mapa cadastral do município de Tocos do Moji com destaque nas vias visitadas no levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios públicos de Tocos do Moji, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 9 unidades consumidoras de diferentes secretarias, como a Secretaria de Educação, de Saúde, de Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Tocos do Moji

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de Instalação	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	3007613152	AME112009345	Administração	Quadra	Rua São Vicente De Paula, 14 - Fernandes.	Monofásico	99
2A	3006424378	AHT024000987	Administração	Sede Da Prefeitura	Rua Antônio Mariano Silva 999, - Centro.	Trifásico	82
3A	3005372944	APH203000319	Administração	Almoxarifado	Rua Jose T Cantuária, 299 - Centro.	Bifásico	34
4A	3007119287	AEA050023475	Educação	Creche Margarida Bernadina Rosa	Rua Geraldo Fabricio Da Rosa, 815 - Centro.	Bifásico	318
5A	3005887928	AHB996003455	Educação	E.M. De Pre A 4 Serie Manoel Rodrigues Machado.	Av. Joaquim M Silva, 151 - Centro.	Trifásico	55
6A	3003299243	APH195014195	Educação	E.M. Ambrosina M. Jesus	Est. Sertão De Bernardina, 1100.	Bifásico	54
7A	3003299252	APA076018725	Educação	E.M Benedito C Faria	Rua Nossa Senhora Aparecida, 80 - Fernandes.	Bifásico	42
8A	3004216528	BMH066000299	Esporte/Lazer	Ginásio /Campo	Av. Sebastião Bento Silva - Centro	Trifásico	512
9A	3007095046	APF176053601	Esporte/Lazer	Ginásio Poliesportivo	Est Sertão Da Bernardina 1120	Bifásico	331
10B	3011042782	APD100060738	Administração	P.m. Tocos Moji Cras R Miguel V Lima.	Rua Miguel Veiga Lima 90	Bifásico	956
11B	3011042783	APD100060744	Administração	P.m. Tocos Moji Casi R Miguel V Lima.	Rua Miguel Veiga Lima 100	Bifásico	807
12B	3004559194	AMH161219351	Administração	P.m. Tocos Moji Arquidiocese Pa	Rua Vereador José Felipe 71	Monofásico	485
13B	3006353470	ABG051070743	Administração	P.m. Tocos Moji Cemitério Municipal	Rua José T Cantuária 1	Monofásico	319
14B	3006232965	APF126035524	Administração	P.m. Tocos Moji Telefone Público	Est Pinhal Redondo 2220	Monofásico	307
15B	3007113579	AJJ077005327	Administração	P.m. Tocos Moji Receptor De Tv	Est Fernandes 540	Monofásico	136

Cód.*	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de Instalação	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
16B	3014332063	ARK191023542	Administração	Município De Tocos Do Moji	Av Sebastião Bento Silva	Trifásico	80
17B	3010082242	AEA02701695	Administração	P.m. Tocos Moji	Av Joaquim Salvador 770	Bifásico	68
18B	3005372945	APD126035567	Administração	P.m. Tocos Moji Destacamento Policial	Rua Antônio Mariano Silva 420 P.m.	Bifásico	44
19B	3007431503	AEA050024054	Administração	P.m. Tocos Moji	Rua José T Cantuária 299 1	Bifásico	30
20B	3004642242	ABN894050478	Administração	P.m. Tocos Moji	Rua Antônio Mariano Silva 19	Monofásico	23
21B	3007590836	AME112009341	Administração	P.m. Tocos Moji Correios	Pça Ivo Tomaz Cantuária 51 A	Monofásico	8
22B	3013491641	APD175080970	Água E Esgoto	Poço Artesiano Barro Bran	Sertão Da Bernardina Área Rural	Bifásico	231
23B	3011468882	ARD118013169	Água E Esgoto	P.m. Tocos Moji Est Tr Água Fernandes	Rua Sebastião Manoel De Almeida 235	Trifásico	174
24B	3014099385	APH195014036	Água E Esgoto	Captação De Água	Rua Antônio Mariano Silva 792	Bifásico	137
25B	3011378555	APD11823160	Água E Esgoto	P.m. Tocos Moji Est Tr Água Fernandes	Rua Dorvatilia 223	Bifásico	79
26B	301092152	AME112022634	Educação	P.m. Tocos Moji Em Jose L Brandão	Est Pinhal Redondo 2220	Monofásico	-
27B	3006710012	ABP925045664	Educação	P.m. Tocos Moji Em P Freitas	Est Moji 1300	Monofásico	-
28B	3003299244	AME112009338	Educação	P.m. Tocos Moji Em Pça. Rib. Anchieta	Est Espraiado 1200	Monofásico	-
29B	3003299246	ABP909000025	Educação	P.m. Tocos Moji Em Presidente Kenedy	Est Paredes 1280	Bifásico	-
30B	3003299238	AEP925014007	Esporte/Lazer	P.m. Tocos Moji Estádio Municipal	Est Fernandes 999	Bifásico	567
31B	3005529539	APJ206023636	Esporte/Lazer	P.m. Tocos Moji Quadra De Esportes	Rua Manoel Almeida 17	Trifásico	415
32B	3006045475	AEA019007302	Esporte/Lazer	P.m. Tocos Moji Quadra De Esportes	Av Sebastião Bento Silva 200	Bifásico	390
33B	3006735093	AHD043004596	Esporte/Lazer	P.m. Tocos Moji Quadra De Esportes	Av Sebastião Bento Silva 200	Trifásico	278
34B	3006600211	AAL708566217	Esporte/Lazer	Bar Poliesportivo	Av Sebastião Bento Silva 200	Monofásico	129
35B	3012922388	APD42001849	Esporte/Lazer	Campo De Futebol Bairro Espraiado	Est Espraiado 9999	Bifásico	58
36B	3012651788	APD159120235	Esporte/Lazer	Campo De Futebol - Sertão Bernardina	Rua Maria José Da Silva 999	Bifásico	53
37B	3013932308	APH187030427	Esporte/Lazer	Campo Bairro Moji	Bairro Moji 9999	Bifásico	42
38B	3014185492	AJK191005752	Esporte/Lazer	Campo Dos Paredes	Campo De Futebol Paredes 9999	Monofásico	33
39B	3005041509	APD159025232	Saúde	P.m. Tocos Moji Ubs	Pça Pedro Felipe Da Rosa 350	Bifásico	1.253
40B	3003433613	ABG044020949	Saúde	P.m. Tocos Moji Os Tiju Preto	Estrada Tocos Moji X Pinhal Redondo 999	Monofásico	753
						Total	**9.385**

*O código com a letra A indica as instalações que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada acima. O código com a letra B indica as instalações que não foram visitadas.

Considerando a tarifa média de R$ 0,8502 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R$ 7.979,32 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 803 luminárias agrupadas em 9 tipos, nas 09 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LUM 1	Porta lâmpada base E27/40	116 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (120 cm)	107 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x2 lâmpadas (60 cm)	81 unidades
LUM 4	Luminária tipo arandela	21 unidades
LUM 5	Refletor	183 unidades
LUM 6	Projetor LED	92 unidades
LUM 7	Luminária de Iluminação pública convencional	0 unidades
LUM 8	Luminária highbay	12 unidades
LUM 9	Luminária de sobrepor retangular x3 lâmpadas (120 cm)	54 unidades
Total		**803 unidades**

3.3.2. Lâmpadas

Foram identificadas também 1.418 lâmpadas, conforme Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantada
LAMP 1	Lâmpada fluorescente compacta	137
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	162
LAMP 3	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	924
LAMP 4	Vapor metálico de 200 W	174
LAMP 5	Vapor metálico de 400 W	11
LAMP 6	Vapor de sódio de 400 W	10
Total		**1.418 unidades**

3.3.3. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado

Para estipular a quantidade total de luminárias do município, foi utilizado um fator igual a 0,244, o qual representa o valor médio obtido pelas razões entre a quantidade de luminárias levantadas em cada município consorciado à AMESP e o consumo energético de suas respectivas instalações.

O dimensionamento do potencial de luminárias e lâmpadas a serem substituídas no município de Tocos do Moji, com foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP, foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Tocos do Moji conclui em um total de 2.717 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, constatou-se uma predominância de luminárias do tipo sobrepor, retangular, com lâmpadas fluorescentes, além de alguns projetores com lâmpadas a vapor de sódio ou metálico.

Dessa forma, pode-se concluir que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp.mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 61 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas edificações e espaços públicos apresentados na Tabela 4, de 9.385 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 2.090 kWh.

Para a demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com

[1] O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução Normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico, bifásico e trifásico).

potência total de 100kWp. O consumo energético remanescente (12.008 kWp) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução estimada de 52%.

4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada dos espaços públicos visitados, de forma amostral, observando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).

Tabela 7 - Relação das unidades identificados de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº da Instalação CEMIG	Nº do medidor	Nome da instalação	Endereço	Tipo de padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
4a	3007119287	AEA050023475	Creche Margarida Bernardina Rosa	Rua Geraldo Fabricio Rosa 999	Bifásica	Cerâmico	3.100	26	20
6A	3003299243	APH195014195	E.M. Ambrosina M. Jesus	Est Sertão Bernardina 1100	Bifásica	Cerâmico	1.560	13	10
7A	3003299252	APA076018725	E.M. Benedito C Faria	R. Sra. Aparecida 80	Bifásica	Cerâmico	1.560	13	10
5A	3005887928	AHB996003455	E.M. Manoel Rodrigues Machado	Av Joaquim M Silva 15	Trifásico	Cerâmico	3.100	26	20
						TOTAL	**9.320**	**78**	**60**

4.2.1. Relatório fotográfico amostral

A seguir, as figuras de 8 a 11 apresentam alguns exemplos de edificações, padrões de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e em áreas externas de responsabilidade da PM de Tocos do Moji.

Figura 8 – Telhado cerâmico da Creche Margarida Bernadina Rosa

Figura 9 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Ambrosina M. Jesus

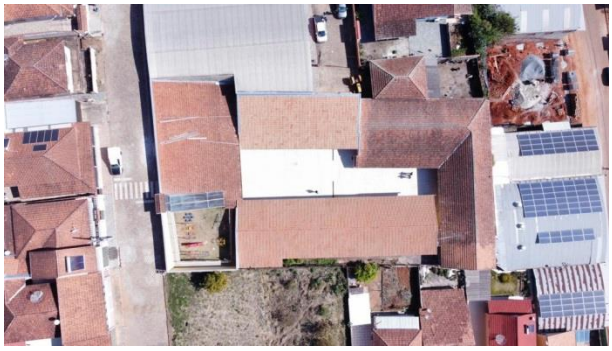


Figura 10 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Benedito C Faria

Figura 11 – Telhado cerâmico da Escola Municipal Manoel Rodrigues Machado

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para o consumo de prédios públicos de no mínimo 9.320 kWh/mês com a instalação dos módulos solares em telhados de escolas municipais.

Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se destes locais.

Para compensação da energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o município deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 1.300 m² em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado, nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras

possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando a autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Toco do Moji, foi dimensionada uma redução de aproximadamente 52% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 8.

Para definição das potências das luminárias LED sugeridas em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	175
	125	52	46
	80	42	2
Vapor de Sódio	70	42	66
	100	52	61
	150	52	22
	250	118	42
LED	100	67	150
	150	118	30
	100	67	1
		Total	**595**

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.

[3] Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente à antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente fluxo após prolongamento de sua utilização.

Através deste anteprojeto, para estimativa de orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerou-se o custo por ponto de R$ 1.332,43, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R$ 792.793,87.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Tocos do Moji possui aproximadamente 2.717 pontos de iluminação. Para o orçamento[4] da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R$ 602,51 , sendo assim, o custo total estimado para o CAPEX é R$ 1.637.019,67.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Tocos do Moji possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 61 kWp. A estimativa do orçamento[4] considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos, é de R$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX é igual a R$ 364.750,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Tocos do Moji possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 100 kWp. A estimativa de orçamento[4] para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública, é de R$ 6.600,00 por kWp. O custo total de CAPEX é igual a R$ 660.448,80**.**

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução

[4] Ver **Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.**

das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Toco do Moji.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R$ 792.793,87	R$ 1.637.019,67	R$ 364.750,00	R$ 660.448,80
Total	**R$ 3.455.012,34**			

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.

TURVOLÂNDIA

MINAS GERAIS

FÁBRICA DE PROJETOS
ENGENHARIA PARA CIDADES INTELIGENTES

(31) 3653-5193
contato@fabricadeprojetos.eng.br

R01
janeiro/ 2023
Belo Horizonte

Sumário

1. Introdução 4
2. Iluminação pública 4
   2.1. Introdução 4
      2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município 4
   2.2. Levantamento do sistema de IP existente 5
      2.2.1. Metodologia 5
      2.2.2. Tipologias encontradas 6
         2.2.2.1. Lâmpadas 6
         2.2.2.2. Luminárias 6
         2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos 7
         2.2.2.4. Balastros 7
         2.2.2.5. Braços e suportes 8
         2.2.2.6. Postes 8
   2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública 8
      2.3.1. Introdução 8
      2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos 9
      2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator 10
      2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação 10
      2.3.5. Braços e suportes 10
   2.4. Medições Luminotécnicas 10
      2.4.1. Malha para verificação detalhada 10
      2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância 10
      2.4.3. Resultados 11
3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos 16
   3.1. Introdução 16
   3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados 16
   3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente 17
      3.3.1. Luminárias 17
      3.3.2. Lâmpadas 18
      3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias 18
      3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser eficientizado 19

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos 20
4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR 20
4.1. Introdução 20
4.2. Capacidade estimada 21
4.2.1. Relatório fotográfico 21
4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR 22
5. Orçamentos – CAPEX 23
5.1. Iluminação pública 23
5.2. Iluminação dos prédios públicos 24
5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos 24
5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública 24
5.5. Resumo do CAPEX 25

1. Introdução

Este Relatório tem por objetivo apresentar diagnóstico da situação atual da iluminação pública, da iluminação de prédios públicos e do consumo energético do município, visando à melhoria da eficiência energética na iluminação e possível instalação de sistema solar fotovoltaico conectado à rede – SFCR, para a cidade de Turvolândia/MG, membro da Associação dos Municípios da Microrregião do Médio Sapucaí – AMESP.

Este documento compõe o anteprojeto relativo à Autorização nº 01/2022 - Manifestação de Interesse de Iniciativa Privada (MIP), concedido à Fábrica de Projetos – FP Projetos, pela AMESP, na data de 18 de julho de 2022.

Após levantamento preliminar de dados de consumo de energia junto ao município de Turvolândia, encontraram-se os valores listados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Resumo das contas de energia

Descrição / Local	Prédios públicos	Iluminação pública
Quantidade	27 unidades consumidoras	759 pontos de IP
Consumo médio mensal	4.290 kWh	23.829 kWh
Classe da Tarifa – valor médio	B3 – R$ 0,8492	B4A – R$ 0,4631
Custo médio mensal com energia	R$ 3.643,07	R$ 11.035,83

2. Iluminação pública

2.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação pública de Turvolândia, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 8 de agosto a 3 de setembro 2022.

2.1.1. Extrato atualizado do parque de IP do município

A Tabela 2 a seguir apresenta um extrato do demonstrativo do parque de iluminação pública, referente ao mês julho de 2022, de acordo com os dados informados pela CEMIG, distribuidora de energia que atende a esse município.

Tabela 2 - Demonstrativo do parque de iluminação pública de Turvolândia

Tipo de lâmpada	Potência unitária da lâmpada (W)	Potência unitária do balastro (W)	Potência unitária total (W)	Quantidade lâmpadas (un)	Quantidade relés (un)	Potência total (kW)	Consumo (kWh)
Vapor de Mercúrio	80	9,6	89,6	48	48	4,36	1.544,48
	125	13,75	138,75	35	35	4,90	1.737,43
Vapor de Sódio	70	14	84	29	29	2,47	877,15
	100	17	117	150	150	17,73	6.284,10
	250	30	280	30	30	8,44	2.990,00
LED	50	0	50	320	320	16,38	5.807,04
	60	0	60	4	4	0,24	86,77
	70	0	70	21	21	1,50	529,95
	90	0	90	119	119	10,85	3.846,59
	100	0	100	1	1	0,10	35,87
	125	0	125	2	2	0,25	89,46
Total				**759**	**759**	**67,23**	**23.828,84**

*Considerando 31 dias de faturamento com 11 horas e 26 minutos por dia de operação.

2.2. Levantamento do sistema de IP existente

2.2.1. Metodologia

A avaliação da quantidade de pontos de luz a serem estudados seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Desta maneira, para realização do diagnóstico do parque de IP do município, entre ruas, avenidas, praças e rodovias, foram visitadas, analisadas e cadastradas 6 vias distintas, totalizando 80 pontos de luz em diversos bairros do município, conforme mapa apresentado na Figura 6.

Em todos os postes pesquisados existiam apenas uma luminária, à exceção de alguns pontos localizados nas esquinas, em praças ou trevos. As fotos das Figuras 1 e 2 a seguir apresentam vistas da iluminação pública do município.

Figura 1 - Poste de concreto circular com luminária LED 90 W, localizado na Rua Camilo C. de Melo.

Figura 2 – Poste de concreto circular com luminária LED (potência desconhecida), localizado na Rua Camilo C. de Melo.

2.2.2. Tipologias encontradas

A seguir serão apresentadas as principais tipologias de iluminação (lâmpadas, luminárias, relé foto controladores/comandos, reatores, postes e braços/suportes) encontradas no município Turvolândia.

2.2.2.1. Lâmpadas

Durante a o levantamento de campo, não foram encontradas lâmpadas de vapor de sódio, lâmpadas de vapor de mercúrio e lâmpadas de vapor metálico, confirmando a informação da Prefeitura, de que todo o parque de iluminação do município já foi substituído por luminárias LED.

2.2.2.2. Luminárias

Conforme levantamento, 100% das luminárias pesquisadas são luminárias do tipo LED. Não foram identificadas luminárias convencionais (abertas e fechadas) durante o levantamento.

Além dessas luminárias, foram identificadas também luminárias ornamentais tipo LED instaladas em postes de aço de 4,5 m.

As figuras a seguir exemplificam os tipos de luminárias identificadas no parque.

Figura 3 – Compilado de fotos exemplificando os tipos mais comuns de luminárias, braços e postes identificados no parque de iluminação.

2.2.2.3. Relés foto controladores e tipos de comandos

Todos os pontos pesquisados são comandados de forma individual, através do uso de relé foto controlador do tipo eletrônico instalado em tomada, na própria luminária. Quando da utilização de redes de alimentação exclusivas o comando é efetuado em grupo através de chaves magnéticas.

2.2.2.4. Balastros

Em função de todo o parque de iluminação do município ser composto por luminárias LED, não há presença de balastros.

2.2.2.5. Braços e suportes

Diversos tipos de braços e suportes podem ser encontrados nas vias do município. Nas avenidas e corredores principais se destacam os braços tipo médio com medidas no padrão da CEMIG, distribuidora local.

Nas vias afastadas da área central e vias mais periféricas, foi identificada uma presença significativa de braços fora de padrão do tipo leve I.

2.2.2.6. Postes

Na maioria das vias pesquisadas foram encontrados postes de concreto tipo circular. Também foi identificado um número significativo postes do tipo concreto tipo DT.

Nas praças do município, podem ser encontrados postes de aço reto em alturas diversas.

2.3. Diagnóstico do sistema de iluminação pública

2.3.1. Introdução

Como pôde ser observado durante a etapa de levantamento de dados, todas as vias situadas na área urbana (região central) estão asfaltadas, apresentando passeios e meios fios demarcados, construídos de maneira simétrica, com largura média de 7,00 m para vias de rolamento e 2,00 m para passeios.

A rede elétrica de média tensão é, predominantemente, do tipo convencional (NUA). Identificou-se também durante a etapa de levantamento de campo, rede de baixa tensão do tipo isolada, bem como rede convencional (NUA).

Como acontece na grande maioria dos municípios mineiros, o espaçamento entre postes não tem um padrão definido, com a distância média entre postes variando entre 30 m a 45 m.

Os dados amostrais observados em campo indicam que o extrato de iluminação pública fornecido pela Distribuidora, tendo o mês de julho de 2022 como referência, está desatualizado e não reflete as condições atuais do parque de IP do município de Turvolândia. Isso ocorre uma vez que as lâmpadas de vapor de alta pressão de sódio e mercúrio representam 38% do total de pontos cadastrados na CEMIG, conforme apresentado na

Tabela 2, enquanto na realidade, o município já possui 100% dos pontos substituídos por luminárias LED.

2.3.2. Critérios de projetos luminotécnicos

Considerando que não há padronização em seu parque de iluminação, o município de Turvolândia possui um sistema ineficaz. Uma inspeção visual nos principais corredores de trânsito da cidade sugere que os índices de iluminância média (E_{med}) podem estar acima dos recomendados por norma. Em vias periféricas e mais afastadas da região central, verificou-se níveis de iluminância ainda maiores que os valores mínimos recomendados por norma.

Os principais motivos para o não atendimento aos critérios de iluminância média (E_{med}) e fator de uniformidade (U) são a utilização de lâmpadas de descarga com fluxo luminoso inferior ao necessário para a via, falta de uma manutenção preventiva e espaçamento inadequado entre pontos de luminárias.

No que tange às luminárias LED instaladas no município e considerando estudos recentes elaborados pela Fábrica de Projetos, também considerando os critérios estabelecidos pela NBR 5101/18, pode se afirmar que as luminárias LED existentes nas vias do município estão superdimensionadas, representado gastos desnecessários e ruas iluminadas de maneira inadequada.

A maioria das vias pesquisadas possuem posteação unilateral, com altura de montagem das luminárias de 8,00 m e espaçamento entre postes igual ou superior a 32 metros, características comuns da IP instalada em estrutura de rede de distribuição da concessionária.

Pode-se concluir que existia no município uma metodologia inadequada para a elaboração de projetos luminotécnicos, bem como para a especificação do tipo e da potência das luminárias e lâmpadas utilizadas e ainda, não há definição de parâmetros para a manutenção preventiva, de modo a ter um parque de iluminação mais eficiente e com menor índice de manutenção corretiva.

2.3.3. Caracteres alfanuméricos para identificação do tipo e da potência do reator

Atualmente em Turvolândia verifica-se que aproximadamente 29% (220 pontos) das luminárias não possuem a etiqueta de identificação, dificultando o processo de identificação da potência da lâmpada instalada no ponto.

2.3.4. Plaquetas de identificação georreferenciada de pontos de iluminação

Não foram detectadas durante o processo de levantamento de dados em campo plaquetas de identificação georreferenciada dos pontos. Esse tipo de identificação é muito importante e recomenda-se aqui a sua adoção assim que possível. Certamente a falta de identificação do ponto de luz dificulta muito os trabalhos de manutenção, além de comprometer o cadastro dos pontos de IP.

2.3.5. Braços e suportes

Durante a etapa de levantamento dos dados foi possível constatar uma boa situação física dos braços de IP, indicando uma possível vida superior a 15 anos.

2.4. Medições Luminotécnicas

2.4.1. Malha para verificação detalhada

Para elaboração deste Diagnóstico de Engenharia, foram realizadas medições Luminotécnicas no período noturno, de forma amostral, em ruas e logradouros dentre os municípios da AMESP. Para isso, utilizou-se a metodologia de malha (grelha) de verificação de acordo com a norma europeia EN-13202-3, pois os programas de iluminação, como por exemplo, o DIALux, estão configurados para trabalhar apenas com essa malha.

2.4.2. Luxímetro utilizado para medições de iluminância

O luxímetro utilizado para as medições de campo (Luxímetro Minolta T-10A – com Certificado de Calibração - nº série 20016354 – elemento fotos sensor Minolta – nº de série 30018302) foi selecionado por sua portabilidade e repetibilidade com relação às medições em qualquer ponto e em qualquer escala em que ele for utilizado. Seu elemento fotos sensor foi ajustado para medições na posição horizontal de forma precisa, e também para outros planos, quando necessário. A figura 4 apresenta o aparelho utilizado para realização das medições de campo.

Figura 4 – Luxímetro Minolta – T-10A utilizado nas medições de campo

2.4.3. Resultados

De forma amostral, foram medidos à noite diversos logradouros situados em municípios da AMESP. Além dessas medições, foram identificadas as principais características dessas vias, como classe de iluminação de vias e passeios, características geométricas, tipo de posteação, espaçamento, tipo de braço ou suporte, tipo e potência da lâmpada, tipo de luminária e tipo de braço.

A Tabela 3 abaixo apresenta os resultados de iluminância média, fator de uniformidade medidos com o uso do luxímetro.

Tabela 3 – Resultados das medições luminotécnicas

Município	Características do logradouro									Medição (luxímetro)		Requisito mínimo NBR5101	
	Nome do logradouro	Tipo de lâmpada / luminária	Potência	Braço	Posteação	Espaço entre postes	Elemento do logradouro	Largura	Classe	Iluminância média medida	Uniformidade medida	Iluminância média mínima (Emed)	Uniformidade mínima (U)
Santa Rita do Sapucaí	Rua Frederico Adami	LED	100 W	L1	Unilateral	29 m	Via simples	7,50 m	V3	27,20 lux	0,66	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	24,67 lux	0,69	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

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)
Paraisópolis	Rua Santos Dumont	VS	100 W	Curto	Unilateral	29 m	Via simples	6,00 m	V4	4,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	3,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Cachoeira de Minas	Rua Dona Leonina de Oliveira	VS	100 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	6,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maria Rita de Faria	VS	100 W	Curto	Unilateral	39 m	Via simples	6,00 m	V5	1,80 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,00 lux	0,00	3,00 lux	0,20
São João da Mata	Rua José Patrício Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V4	2,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua José Eduardo Rodrigues	VM	80 W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	4,00 lux	0,25	3,00 lux	0,20
Espírito Santo do Dourado	Av. Antônio Paulino	LED	100 W	Curto	Unilateral	40 m	Via dupla	10,00 m	V3	12,00 lux	0,08	15,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	19,00 lux	0,16	5,00 lux	0,20
	Av. Juscelino Kubitschek de Oliveira	LED	101 W	Curto	Unilateral	35 m	Via dupla	10,00 m	V3	18,86 lux	0,27	15,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	12,67 lux	0,32	5,00 lux	0,20
	Rua João Eduardo M. do Prado	LED	60 W	L1	Unilateral	40 m	Via simples	7,00 m	V4	15,20 lux	0,66	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	15,00 lux	0,73	3,00 lux	0,20
Conceição dos Ouros	Rua Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	7,00 m	V4	3,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	4,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Maestro Orlando Alves Corrêa	VM	80 W	Curto	Unilateral	42 m	Via simples	7,00 m	V4	3,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	0,80 m	P4	5,33 lux	0,00	3,00 lux	0,20
	Rua Bueno de Paiva	VM	80 W	Curto	Unilateral	38 m	Via simples	7,00 m	V5	2,40 lux	0,00	5,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P4	2,67 lux	0,00	3,00 lux	0,20
Jacutinga	Rua Adelino Gomes de Oliveira	VM	125 W	L1	Unilateral	28 m	Via simples	10,00 m	V4	1,20 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua Santo Antônio	VS	150W	Médio	Unilateral	28 m	Via simples	9,00 m	V3	5,00 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	4,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Inconfidentes	Rua Tomas Antônio Gonzaga	LED	100W	Médio	Unilateral	36 m	Via simples	12,00 m	V4	28,80 lux	0,63	10,00 lux	0,20
							Passeio	2,00 m	P3	28,33 lux	0,64	5,00 lux	0,20

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)
	Rua Prefeito Afonso Troisi	VS	70W	Curto	Unilateral	36 m	Via simples	7,00 m	V4	1,80 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20
Senador Amaral	Rua Juvenal Ferreira	VS	70W	PA4	Unilateral	29 m	Via simples	7,00 m	V4	2,00 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,50 m	P3	1,00 lux	0,00	5,00 lux	0,20
	Rua João Silvério	VS	250W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	11,00 m	V3	6,80 lux	0,00	15,00 lux	0,20
							Passeio	3,00 m	P3	3,00 lux	0,67	5,00 lux	0,20
Natércia	Rua Santa Catarina	LED	100W	Médio	Unilateral	33 m	Via simples	12,00 m	V4	26,40 lux	0,57	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,20 m	P3	27,00 lux	0,56	5,00 lux	0,20
	Rua Manoel Eufrásio de Carvalho	VM	125W	Curto	Unilateral	30 m	Via simples	4,00 m	V4	1,40 lux	0,00	10,00 lux	0,20
							Passeio	1,00 m	P3	1,33 lux	0,00	5,00 lux	0,20

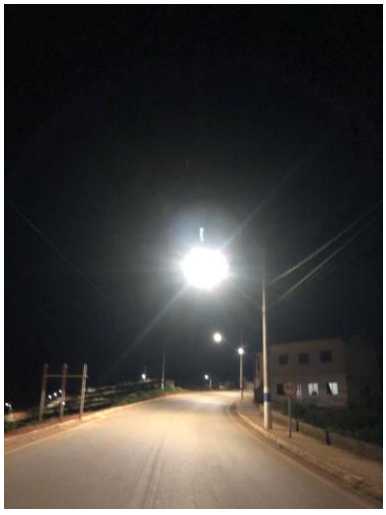
Superdimensionado
Subdimensionado
Adequado

Nos locais medidos onde ainda se utiliza lâmpadas de descarga convencionais, constatou-se uma insuficiência dos níveis de iluminância e uniformidade, na maioria das vezes abaixo dos valores exigidos pela NBR 5101.

Embora alguns destes municípios já tenham instalações de luminárias LED em seus logradouros, percebe-se que nessas vias os níveis de iluminância excedem os requisitos da norma, evidenciando um superdimensionamento de potências/fluxo luminoso utilizados em detrimento do menor consumo de energia.

Dessa forma, pode-se constatar que os municípios consorciados à AMESP, carecem de readequações nas instalações de iluminação pública para promover a melhoria da eficiência energética, com aumento da sensação de segurança e conforto aos moradores nos quesitos relativos à iluminação pública.

A Figura 5 a seguir apresenta algumas vias visitadas durante o período noturno.



Avenida Juscelino Kubitscheck de Oliveira – Espírito Santo do Dourado

Rua Joaquim de Oliveira Rodrigues – Cachoeira de Minas

Rua Dona Leonina de Oliveira – Cachoeira de Minas

Rua Maria Rita de Faria – Cachoeira de Minas

Rua Alves Correa – Conceição dos Ouros

Rua Maestro Orlando Alves Corrêa – Conceição dos Ouros

Figura 5 – Registro fotográfico de algumas vias visitadas durante o período noturno.

Figura 6 – Mapa cadastral do município de Turvolândia com destaque para as vias visitadas durante a etapa de levantamento de campo

3. Iluminação interna e externa dos espaços públicos

3.1. Introdução

Para levantamento da situação atual da iluminação interna e externa dos prédios públicos de Turvolândia, foi realizada visita técnica no município durante o período compreendido entre os dias 13 de agosto a 21 de outubro de 2022.

3.2. Consumo energético dos espaços públicos visitados

A avaliação da quantidade de unidades visitadas seguiu as diretrizes apresentadas pela NBR 5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Para realização do diagnóstico do sistema de iluminação (interna e externa) dos espaços públicos do município, foram vistoriadas 5 unidades consumidoras de diferentes secretarias, como a Secretaria de Educação, de Saúde, de Esporte e Lazer, etc.

A Tabela 4 a seguir apresenta a listagem completa das unidades consumidoras do município, bem como seus respectivos dados de consumo energético, referente à média de 12 meses (julho de 2021 a julho de 2022).

Tabela 4 – Dados de consumo energético dos espaços públicos de Turvolândia

Cód. *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
1A	3003299911	ARC123048640	Administração	Pref. Mun. De Turvolândia	Rua Dom Otávio, 240.	Trifásico	673
2A	3003299913	AMI149023611	Administração	Conselho Tutelar	Rua Coronel Quincas Martins, 47.	Monofásico	99
3A	3003299915	CAA186200536	Administração	Cras - Pref. Jesus Sebastião Lima	Rua João Olímpio Domingues, 1.	Trifásico	347
4A	3006503980	AHP891009894	Educação	Esc. Mun. Padre Chiquito	Rua Otávio M. Carvalho, 104.	Trifásico	206
5A	3013079758	ARC180006752	Esporte/lazer	Estádio Mun. Ogenaro B. Filho.	Rua Osvaldo Braga Domingues	Trifásico	366
6B	3005284185	ARC123047693	Administração	Banco Itaú	Pça. Dom Otavio 240 No 01	Monofásico	83
7B	3012315939	AMI149023612	Administração	Biblioteca Municipal	Rua Coronel Quincas Martins 47	Monofásico	52
8B	3011875633	APD167051519	Administração	Velório Municipal	Rua Demerval Garcia 336 Pref.	Bifásico	47
9B	3014083959	AMJ180047304	Administração	Iluminação Praça Joaquim B De Brito	Pça. Joaquim Balbino De Brito 26	Monofásico	19
10B	3005598582	APA076011885	Administração	Cemitério	Rua Demerval Garcia 1 Cm No 02	Bifásico	18
11B	3014792200	APJ214092588	Administração	Município De Turvolandia	Rua Vereador Joaquim Garcia Domingues 147	Bifásico	14
12B	3003299917	ARB087016630	Administração	Emater	Rua Camilo G De Melo 1	Trifásico	13
13B	3014204647	APG192021060	Administração	Prefeitura De Turvolandia	Rua Vereador Joaquim Garcia Domingues 229	Bifásico	5
14B	3014776991	APJ214068089	Administração	Município De Turvolandia	Av Retiro Do Sapucaí 79	Bifásico	4

Cód. *	Nº da instalação CEMIG	Nº do medidor	Tipo de instalação	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de padrão de entrada	Consumo médio (kWh)
15B	3003299920	ADB707049029	Água e esgoto	Captação De Água	Rua Joao Braz 95 Bg	Bifásico	551
16B	3005502738	AEA050030120	Água e esgoto	Captação De Água	Rua Catanduvas Rz 02-96 1 Bg	Bifásico	546
17B	3004199049	AHP909002529	Água e esgoto	Sanitário Publica	Pça. Dom Otavio 1	Trifásico	189
18B	3005372942	AJC701005763	Água e esgoto	Usina Reciclagem De Lixo	Rua Ildefonso V Carvalho 12	Monofásico	175
19B	3005289151	AMM214074711	Água e esgoto	Captação De Água	Rua Catanduvas Rz 02-96 16 Bg	Monofásico	1
20B	3003299928	AMJ164019457	Educação	Em Joaquim B De Lima	Rua Pires 6004 El	Monofásico	10
21B	3003299919	ABN951101752	Educação	P.M. Turvolandia Em Terezinha G D Síl.	Rua Joao Tuta 984 El	Monofásico	10
22B	3012389640	APD159004790	Esporte/lazer	Quadra Esportes Praça Lucas Kennedy	Pça. Lucas Kennedy Batista Rodrigues 129	Bifásico	244
23B	3003299925	AEP875000768	Esporte/lazer	Quadra Da Esla	Rua Jovino Teodoro Martins 37 Qd	Bifásico	226
24B	3006388416	AFD969036960	Esporte/lazer	Quadra Poliesportiva	Rua Jovino Teodoro Martins 85 Qd	Bifásico	187
25B	3003479463	APC149004956	Esporte/lazer	Campo De Futebol	Rua Arthur Oscar De Melo 289 Cf	Bifásico	102
26B	3007613481	AHU068004190	Esporte/lazer	Palco	Pça. Dom Otavio 22	Trifásico	48
27B	3010780888	AJJ099003493	Saúde	Posto De Saúde P.m. De Turvolandia.	Sitio Borges 390836	Monofásico	56
Total							**4.290**

*O código com a letra A indica as unidades que foram visitadas de acordo com a norma amostral citada acima. O código com a letra B indica as unidades que não foram visitadas.

Considerando a tarifa média de R$ 0,8492 referente ao mês de julho de 2022 para classe tarifária B3, o município tem um custo médio mensal de R$ 3.643,07 com as contas de energia dos prédios públicos.

3.3. Levantamento do sistema de iluminação existente

3.3.1. Luminárias

Foram identificadas aproximadamente 394 luminárias, agrupadas em 10 tipos, nas 05 instalações visitadas, conforme Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Tipos de luminárias identificadas

Item	Tipo	Quantidade levantamento
LUM 1	Porta lâmpada base E-27/40	227 unidades
LUM 2	Luminária de sobrepor retangular x2 (120 cm)	9 unidades
LUM 3	Luminária de sobrepor retangular x4 (120 cm)	1 unidade
LUM 4	Luminária de sobrepor retangular x2 (60 cm)	1 unidade
LUM 5	Luminária de sobrepor retangular x1 (120 cm)	26 unidades
LUM 6	Arandela	23 unidades

Item	Tipo	Quantidade levantamento
LUM 7	Refletor	44 unidades
LUM 8	Projetor LED	53 unidades
LUM 9	Luminária de Iluminação Pública	4 unidades
LUM 10	Luminária de iluminação Pública ornamental	6 unidades
Total		**394 unidades**

3.3.2. Lâmpadas

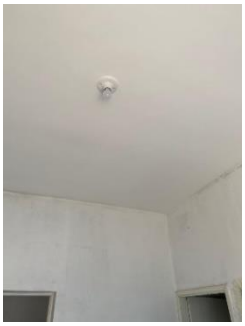
Foram identificadas também 328 lâmpadas, conforme tabela 6 a seguir.

Tabela 6 – Tipos de lâmpadas identificadas

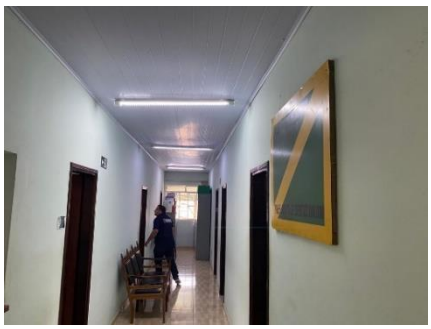
Item	Tipo	Quantidade levantamento
LAMP 1	Lâmpada fluorescente tubular (120 cm)	22 unidades
LAMP 2	Lâmpada fluorescente tubular (60 cm)	2 unidades
LAMP 3	Lâmpada fluorescente compacta	137 unidades
LAMP 4	Lâmpada mista	4 unidades
LAMP 5	Lâmpada LED bulbo	119 unidades
LAMP 6	Vapor metálico de 400 W	8 unidades
LAMP 7	Vapor metálico de 200 W	36 unidades
Total		**328 unidades**

3.3.3. Relatório fotográfico – lâmpadas e luminárias

As fotografias apresentadas a seguir apresentam os principais tipos de luminárias e projetores encontrados nos prédios públicos e áreas externas de responsabilidade da PM de Turvolândia.



LUM 1 - Porta lâmpada base E27/40
Local: Conselho Tutelar



LUM 2 - Luminária de sobrepor retangular para 2 lâmpadas fluorescentes de 40 W (120 cm)
Local: Prefeitura Municipal de Turvalândia,

LUM 7 - Refletor
Local: Estádio Ogenaro Brigagão Filho, partes laterais do campo.

corredor

LUM 8 – Projetor LED
Local: Centro de Referência de Assistência Social – CRAS, fachada frontal e lado externo

Figura 7 – Imagem das principais luminárias identificadas nos prédios públicos do município

3.3.4. Dimensionamento do sistema de iluminação do município a ser 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 Turvolândia com o foco em fazer a composição de participação na ata de registro de preços a ser formatada pela AMESP foi obtido multiplicando-se o fator citado acima pelo consumo energético dos espaços públicos não visitados.

A estimativa amostral do município de Turvolândia conclui em um total de 1.024 pontos de iluminação interna e externa a serem substituídas por luminárias LED.

Vale ressaltar que essa metodologia não se aplica para as unidades consumidores em que a iluminação não representa a principal demanda energética da edificação, como por exemplo, nas estações de tratamento de água e esgoto, poços artesianos, etc.

3.4. Diagnóstico dos sistemas de iluminação dos espaços públicos

Através do levantamento, percebeu-se a predominância de porta-lâmpadas com lâmpadas fluorescente e refletores com lâmpada de vapor metálico. Identificou-se também um significativo uso de lâmpadas LED bulbo, o que mostra que já há uma atualização na tecnologia. Contudo, atenta-se que a utilização de luminárias LED integradas é mais adequada do que a simples troca da lâmpada em luminárias depreciadas e construídas para o uso com lâmpadas incandescentes, de descarga e/ou fluorescentes.

Dessa forma, pode-se concluir que o município ainda utiliza luminárias e lâmpadas com tecnologias ultrapassadas e pouco eficientes, quando comparado às luminárias integradas com tecnologia LED.

4. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - SFCR

4.1. Introdução

Para dimensionamento do SFCR, levou-se em conta o fator de irradiação de 120 kWh/kWp. mês para região.

Conforme as visitas e estudos realizados e já mencionados anteriormente neste documento, concluiu-se que para a compensação de demanda de energia dos prédios públicos, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 23 kWp. Foi considerada a soma do consumo energético médio mensal de todas as edificações e espaços públicos apresentados anteriormente na Tabela 4, de 4.290 kWh, incluindo o custo de disponibilidade[1] de 1.520 kWh.

Para a compensação da demanda de iluminação pública, será necessário instalar sistemas fotovoltaicos com potência total de 113 kWp. O consumo energético remanescente (13.583 kWh) foi considerado após a modernização do parque de IP com instalação de luminárias LED alcançado conforme anteprojeto, redução de 43%.

[1] O custo de disponibilidade é a quantia mínima cobrada pela Distribuidora pelo serviço, contemplando o custo da infraestrutura que visa a assegurar a oferta de energia aos consumidores. O custo de disponibilidade está sob regulação da Resolução normativa da ANEEL nº 414 de 2010 e possui valores distintos para os padrões de conexão (monofásico bifásico e trifásico).

4.2. Capacidade estimada

A Tabela 7 a seguir apresenta a capacidade de geração estimada dos espaços públicos visitados, de forma amostral, observando dados físicos (tipo de telhado, orientação solar, obstáculos, etc.) e elétricos (tipo de padrão, capacidade do disjuntor, etc.).

Tabela 7 - Relação das unidades identificados de forma amostral para instalação de usinas

Cód.	Nº da Instalação CEMIG	Nº do Medidor	Nome da Instalação	Endereço	Tipo de Padrão	Estrutura	Capacidade de geração estimada (kWh/mês)	Capacidade de potência instalada (kWp)	Capacidade máxima do inversor (kW)
4A	3006503980	AHP891009894	Esc. Municipal Padre Chiquito.	Rua Otavio Mart Carvalho 104	Trifásico	Cerâmico	4.020	33	24
						Total	**4.020**	**33**	**24**

4.2.1. Relatório fotográfico

A seguir, as figuras de 8 a 11 apresentam alguns exemplos de edificações, padrões de entrada e medidores de energia encontrados nos prédios públicos e em áreas externas de responsabilidade da PM de Turvolândia.

Figura 8 – Telhado cerâmico da E.M. Padre Chiquito.

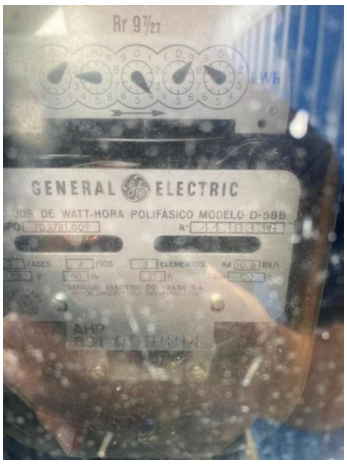


Figura 9 – Medidor da E.M. Padre Chiquito.

Figura 10 – Padrão de entrada da E. M. Padre Chiquito

Figura 11 – Disjuntor do prédio da E.M. Padre Chiquito.

4.3. Diagnóstico das instalações elétricas para implantação do SFCR

Após a visita técnica, os estudos para dimensionamento do SFCR apontam um potencial de geração de energia, especificamente para o consumo de prédios públicos de no mínimo 4.020 kWh/ mês com a instalação dos módulos solares no telhado da Escola Municipal Padre Chiquito.

Conclui-se que, embora as unidades visitadas sejam meramente amostrais, ainda assim, será possível compensar toda demanda energética dos prédios públicos municipais somente utilizando-se deste local.

Para compensação de energia remanescente da iluminação pública, a título de anteprojeto, o munícipio deverá disponibilizar uma área de aproximadamente 1.400 m^2 em local apropriado, preferencialmente adjacente à rede de média tensão da concessionária de energia local.

Importante destacar que, para construção de usinas relativas à produção energética para iluminação pública e prédios públicos deverá ser realizado posteriormente levantamento detalhado nas etapas de projeto básico e executivo, com objetivo de identificar outras possíveis áreas e demais soluções de engenharia visando à autossuficiência energética do município para instalação dos SFCR.

5. Orçamentos – CAPEX

5.1. Iluminação pública

Como proposta de melhoria da eficiência energética do município de Turvolândia, foi proposto uma redução de aproximadamente 43% com a troca da iluminação convencional para luminárias com tecnologia LED, como apresentado a seguir de forma resumida na Tabela 8.

Para definição das potências das luminárias LED sugerida em substituição da iluminação convencional, considerou-se o fluxo luminoso das luminárias atualmente instaladas[2], que por sua vez já estão depreciadas[3].

Adicionalmente, para definição das potências e fluxo luminoso das novas luminárias LED, foram elaborados projetos luminotécnicos para diversos cenários padrão, buscando-se atender aos requisitos fotométricos mínimos definidos pela NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

Tabela 8 – Equivalência para troca da iluminação pública

Tipo de lâmpada ou luminária	Potência atual (W)	Potência da luminária LED proposta (W)	Quantidade (un)
Vapor de Mercúrio	80	42	48
	125	52	35
Vapor de Sódio	70	42	29
	100	52	150
	250	83	30
LED	50	42	320
	60	52	4
	70	52	21
	90	61	119
	100	61	1
	125	110	2
		Total	**759**

[2] Segundo a base cadastral da CEMIG do mês de julho de 2022.
[3] Considerou cerca de 50% de depreciação do fluxo luminoso para o Sistema de IP convencional frente à antiguidade das luminárias convencionais de alumínio, dos refratores de vidro e/ou policarbonato, bem como das lâmpadas de descarga que perdem rapidamente.

Através deste anteprojeto, para estimativa do orçamento[4] na troca da iluminação pública do município, considerando-se um custo por ponto de R$ 1.332,43, obteve-se um custo total de CAPEX igual a R$ 1.011.311,84.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação pública foi composto incluindo potencial troca de braços, relés e outros componentes necessários à sua modernização, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.2. Iluminação dos prédios públicos

Conforme mencionado anteriormente, estima-se que o município de Turvolândia possua aproximadamente 1.024 pontos de iluminação. Para o orçamento[4] da substituição da iluminação dos prédios públicos, considerou-se o custo por ponto de R$ 602,51, sendo assim, o custo total estimado para o CAPEX é R$ 616.970,24.

Importante salientar que o valor por ponto de iluminação interna e externa para prédios públicos foi composto incluindo serviços de retirada e instalação das luminárias, como poderá ser visto na composição deste anteprojeto.

5.3. Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos

Estima-se que o município de Turvolândia possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo dos prédios públicos de aproximadamente 23 kWp. A estimativa do orçamento[4] considerada para a construção das usinas para atendimento aos prédios públicos é de R$ 6.000,00 por kWp. O custo total de CAPEX estimando para este município é igual a R$ 138.500,00.

5.4. Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública

Estima-se que o município de Turvolandia possui uma demanda potencial de geração de energia solar fotovoltaica para consumo da iluminação pública de aproximadamente 113 kWp. A estimativa de orçamento[4] considerada para a construção das usinas de solo para atendimento à iluminação pública é de R$ 6.600,00 por kWp. O custo total de CAPEX é igual a R$ 747.039,15.

[4] Ver **Apêndice H – Planilha de Quantidades de Referência.**

5.5. Resumo do CAPEX

A Tabela 9 a seguir apresenta um resumo dos custos de CAPEX para implantação de cada um dos itens apresentados neste diagnóstico, bem como o valor total estimado para execução das soluções de melhoria da eficiência energética e implantação dos sistemas solares conectados à rede para o município de Turvolândia.

Tabela 9 – Resumo dos orçamentos – CAPEX

CAPEX estimado	Iluminação pública	Iluminação dos prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para prédios públicos	Sistema solar fotovoltaico para iluminação pública
	R$ 1.011.311,84	R$ 616.970,24	R$ 138.500,00	R$ 747.039,15
Total	**R$ 2.513.821,23**			