

RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO TÉCNICO DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE PORTO ALEGRE

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRELIMINARES.....	12
2.1	Estrutura Atual de Iluminação Pública	12
2.1.1	Pontos de Iluminação Pública	13
2.1.2	Características da Rede de Extensão de Iluminação Pública	15
2.1.3	Tecnologia de Comando e Controle	16
2.1.4	Consumo de Energia	16
2.1.5	Dimerização.....	16
2.1.6	Braços de Iluminação Pública.....	16
2.1.7	Equipamentos Históricos	17
2.1.8	Iluminação em Ciclovias	18
2.1.9	Furto, vandalismo ou abaloamento.....	18
2.2	Informações relativas ao município	19
2.3	Aspectos Socioeconômicos do Município de Porto Alegre.....	21
2.4	Análise do Modelo Técnico Operacional	25
2.4.1	Materiais	25
2.4.2	Expansão	26
2.4.3	Manutenção	27
2.4.4	Podas de árvores	28
2.4.5	Descarte	29
2.5	Levantamento de demanda reprimida.....	29
2.6	Levantamento dos projetos de modernização e expansão	30
2.7	Avaliação do Plano Diretor de Iluminação Pública	34
2.8	Análise das Informações Financeiras	35
2.8.1	Análise do histórico de arrecadação da CIP	36
2.8.2	Análise do histórico de despesas com energia elétrica	42
2.8.3	Análise de contratos de expansão, modernização, operação e manutenção	48
2.8.4	Resumo das informações financeiras	63
3	METODOLOGIA DE INSPEÇÃO	65
3.1	Critérios de avaliação da qualidade de iluminação.....	65

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

3.1.1	Iluminância média	65
3.1.2	Fator de Uniformidade da Iluminância	66
3.1.3	Luminância Média Mínima	66
3.1.4	Uniformidade Global da Luminância.....	66
3.1.5	Avaliação de adequabilidade	66
3.2	Vias de circulação	70
3.2.1	Vias de circulação de veículos	71
3.2.2	Vias de circulação de pedestres	74
3.3	Ciclovias	76
3.4	Praças.....	78
3.5	Levantamentos das condições de projeto e de manutenção da iluminação pública	78
4	DEFINIÇÃO AMOSTRAL PARA INSPEÇÃO <i>IN LOCO</i> DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE PORTO ALEGRE.....	81
4.1	Planejamento espacial da amostra para inspeção de campo.....	82
4.2	Avaliação da amostra.....	86
4.3	Definição Amostral para Inspeção de Praças Recreativas	90
4.4	Ciclovias	92
5	RESULTADOS DE INSPEÇÕES LOCAIS.....	94
5.1	Análise Estrutural.....	94
5.1.1	Braços e Postes.....	94
5.1.2	Distanciamento Entre Postes	96
5.2	Vias	97
5.2.1	Vias de circulação de veículos	97
5.2.2	Vias de circulação de pedestres	106
5.3	Ciclovias	108
5.4	Praças.....	110
5.5	Análise das condições de projeto e manutenção	113
5.6	Avaliação da confiabilidade do cadastro técnico de Iluminação	116
5.7	Determinação das classes de iluminação por ponto de IP com base nos dados apurados pela amostra e em informações disponibilizadas pela prefeitura	118
5.8	Classificação dos pontos de iluminação pública segundo seu uso final	120

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

5.8.1	Iluminação de pistas de ciclovias (IPC).....	121
5.8.2	Iluminação de Destaque Existente (IDE)	121
5.8.3	Iluminação para praças e parques (IPP).....	121
5.8.4	Iluminação de Campos de Futebol (ICF)	122
5.8.5	Iluminação viária	122
5.8.6	Rede de Iluminação por uso final de iluminação	122
5.9	Determinação do Nº de postes de iluminação pública	124
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	127
7	ANEXO I: DIAGNÓSTICO TÉCNICO DA ILUMINAÇÃO DE DESTAQUE	129

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Caracterização dos Pontos por Tecnologia e Potência	13
Tabela 2 – Distribuição dos Pontos por Tecnologia de Iluminação.....	14
Tabela 3 – Característica da Rede de Distribuição de IP quanto à localização do cabeamento	16
Tabela 4 – Dimensões dos Braços de Iluminação Pública	17
Tabela 5 – Distribuição dos postes por proprietário e por tipo de poste	18
Tabela 6 – Dados Gerais Município de Porto Alegre.....	19
Tabela 7 – Extensão de classes de vias de circulação de veículos	20
Tabela 8 – Relação Iluminação Pública e indicadores socioeconômicos	22
Tabela 9 – Expansão do parque de iluminação pública de Porto Alegre	27
Tabela 10 – Taxa de falha em luminárias de Porto Alegre	28
Tabela 11 – Projetos desenvolvidos pela DIP ainda não licitados.....	32
Tabela 12 – Decretos de reajuste da CIP.....	36
Tabela 13 – Comparação: CIP (bandeira verde) x Tarifa de Energia (B4a) x IPCA.....	37
Tabela 14 – Valor arrecadado da CIP: período de 2012 a 2017 com indicação do valor da tarifa, inflação, população	38
Tabela 15 – Histórico Mensal: Arrecadação da CIP, Bandeira e Valor da tarifa de Energia	40
Tabela 16 – Evolução no número de pontos de iluminação Pública.....	42
Tabela 17 – Inventário do parque: Potência média por ponto/ Tecnologia Utilizada (Considerando perdas de potência no reator)	43
Tabela 18 – Consumo estimado mensal, sem a consideração de perda de potência nos reatores	43
Tabela 19 – Dados consolidados: Consumo de Energia Elétrica - janeiro de 2013 a dezembro de 2017	44
Tabela 25 – Custo de arrecadação da CIP e número de cobranças emitidas	46
Tabela 26 – Contratos celebrados entre o município e a Distribuidora de Energia Elétrica para arrecadação da CIP	47
Tabela 27 – Valores Referentes ao desconto do Contrato nº 9950887.....	47
Tabela 28 – Custo de Arrecadação da CIP e sua representatividade em relação à arrecadação total.....	47

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 29 – Custos de Operacionalização da CIP dos municípios de Contagem, Belo Horizonte, Cuiabá e Porto Alegre no ano de 2016.....	48
Tabela 30 – Equipes de manutenção corretiva	49
Tabela 31 – Contratos de Operação e Manutenção	50
Tabela 32 – Despesas liquidadas registradas de acordo com a data de liquidação por modalidade e (valores em reais)	51
Tabela 33 – Contratos de expansão - Ano 2013.....	55
Tabela 34 – Contratos de Expansão – 2014	56
Tabela 35 – Contratos de expansão - 2015	57
Tabela 36 – Contratos de expansão – 2016	58
Tabela 37 – Investimentos contratados por ano, com a indicação do consumo de energia elétrica e arrecadação da CIP (valores em reais)	59
Tabela 38 – Contratos de Extensão de redes	59
Tabela 39 – Contratos de expansão com implantação de luminárias LED e modernização de pontos anteriormente de vapor de mercúrio por vapor de Sódio e Vapor Metálico.....	60
Tabela 40 – Contratos de expansão em vigor (valores em reais)	62
Tabela 41 – Requisitos de Iluminação por tipo de via para circulação de veículos	67
Tabela 42 – Enquadramento das vias para circulação de veículos por classe de iluminação .	67
Tabela 43 – Critérios de classificação de vias de circulação de veículos quanto à iluminação	68
Tabela 44 – Requisitos de Iluminação por tipo de via de circulação de pedestres	69
Tabela 45 – Enquadramento das vias para circulação de pedestres por classe de iluminação	69
Tabela 46 – Critérios de classificação de vias de circulação de pedestres quanto à iluminação	70
Tabela 47 – Medições de iluminância em vias de veículos com 2 faixas de circulação.....	72
Tabela 48 – Medições de iluminância em vias de veículos com 4 faixas de circulação.....	72
Tabela 49 – Relação do quantitativo de medições de iluminância de vias.....	74
Tabela 50 – Medições de iluminância em vias de pedestres com largura inferior a 3 m	75
Tabela 51 – Medições de iluminância em vias de pedestres com largura superior a 3 m	75
Tabela 52 – Critérios de classificação de ciclovias quanto a iluminação	77
Tabela 53 – Requisitos de Iluminação por classe de via para ciclovias.....	77

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 54 – Informações de cada bairro de Porto Alegre.....	82
Tabela 55 – Relação de bairros contemplados com inspeções locais.....	84
Tabela 56 – Relação de regiões contemplados com inspeções locais	85
Tabela 57 – Relação de tipos de via dos pontos de iluminação inspecionados.....	87
Tabela 58 – Logradouros Inspeccionados	88
Tabela 59 – Lista de Praças Recreativas para inspeção local	91
Tabela 60 – Distribuição de pontos inspecionados conforme classe de iluminação viária	98
Tabela 61 – Distribuição de pontos inspecionados conforme classe de iluminação para pedestres	106
Tabela 62 – Atendimento de ciclovias aos critérios luminotécnicos	109
Tabela 63 – Convergência do cadastro técnico com a realidade amostrada.....	117
Tabela 64 – Extensão em metros por classe viária	118
Tabela 65 – Distância média entre postes por classe viária.....	118
Tabela 66 – Distribuição de Postes por classe viária.....	119
Tabela 67 – Média de Lâmpadas por poste de iluminação pública	119
Tabela 68 – Distribuição de Pontos de Iluminação Pública por classe viária.....	119
Tabela 69 – Distribuição dos logradouros inspecionados, segundo sua classe de iluminação e viária	119
Tabela 70 – Relação entre classe viária e classe de iluminação.....	120
Tabela 71 – Distribuição de pontos de iluminação pública por classe de iluminação	120
Tabela 72 – Nº de pontos de iluminação pública e postes para pistas de ciclovias	121
Tabela 73 – Nº de pontos de iluminação pública e postes para praças e parques.....	122
Tabela 74 – Classificação dos pontos de IP	122
Tabela 74 – Estimativa do quantitativo de postes de iluminação pública viária	125
Tabela 75 – Estimativa de Postes em pontos de IP classificados como Iluminação de Destaque (ID)	125

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Lista de Figuras

Figura 1 – Mapa de Calor do Município de Porto Alegre	23
Figura 2 – Fluxo da Contribuição de Iluminação Pública.....	36
Figura 3 – Relação de ciclovias do município de Porto Alegre inspecionadas	93

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Lista de Imagens

Imagem 1 – Distribuição dos pontos para inspeção in loco.....	88
Imagem 2 – Distribuição das praças por dia de inspeção	92
Imagem 3 – Base do poste histórico na Praça Marechal Deodoro	95
Imagem 4 – Poste Histórico com 2 Globos na Rua dos Andradas – Centro Histórico	96
Imagem 5 – Incompatibilização entre arborização e iluminação pública	105
Imagem 6 – Iluminação de praça incompatível com arborização local	112
Imagem 7 – Iluminação de praça compatível com arborização local	113

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Glossário

Para melhor entendimento de alguns termos utilizados neste relatório são apresentados os seguintes conceitos:

Ampliação: demanda de novos pontos de iluminação pública ocasionadas por extensão da rede de iluminação ou alteração da estrutura de posteação existente cuja responsabilidade é do município.

CEEE: Companhia Estadual de Energia Elétrica, cuja atuação está voltada para as áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no estado do Rio Grande do Sul.

Crescimento vegetativo: novos pontos de iluminação pública implantados por terceiros decorrentes de empreendimentos de expansão do espaço urbano, como loteamentos e/ou empreendimentos habitacionais.

Demanda reprimida: locais onde a estrutura de iluminação existente não é suficiente para o atendimento às exigências luminotécnicas do ambiente sob avaliação, exigindo a instalação de pontos adicionais, e em locais onde não há qualquer iluminação pública, exigindo neste caso, a extensão da rede com novos pontos de iluminação pública.

Expansão: compreende o somatório dos quantitativos dos pontos de iluminação pública resultantes da ampliação e do crescimento vegetativo.

Inventário Resumo: corresponde ao cadastro de iluminação pública com informações referentes ao quantitativo total de pontos de iluminação pública, potência, tecnologia de iluminação, reatores, tempo de operação e consumo. A fonte desse cadastro é a planilha “1-e - inventário_estimado_resumo” disponibilizada pela prefeitura ao BNDES em outubro de 2017.

Parque de Iluminação Pública ou Rede de Iluminação Pública: compreende todos os ativos da rede de iluminação pública seja ela compartilhada ou dedicada.

Pontos de Iluminação Pública: um ponto de iluminação pública representa uma luminária. Portanto, em um poste pode haver mais de um ponto de iluminação.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tecnologia Convencional de Iluminação Pública: compreende as tecnologias de iluminação vapor de sódio, vapor metálico e vapor de mercúrio.

Tecnologia de Comando e Controle: tecnologias disponíveis para acionamento automático das luminárias, como relé fotoelétrico e dispositivos de telegestão.

Tecnologia de Iluminação Pública: compreende as tecnologias de luminárias ou lâmpadas disponíveis à iluminação pública como LED (*Light Emitting Diode*), vapor de sódio, vapor metálico, vapor de mercúrio.

Tipos de Iluminação: classificação dos pontos de iluminação pública, de acordo com seu uso final, em: iluminação viária (IV), iluminação de praças e parques (IPP), iluminação para pistas de ciclovias (IPC) e iluminação de destaque (ID).

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

1 INTRODUÇÃO

Este relatório objetiva traçar um diagnóstico completo das atuais condições da iluminação pública (IP) do município de Porto Alegre, avaliar informações de planejamento (projetos de melhoria e expansão existentes e o Plano Diretor de IP), com levantamento de dados históricos (consumo energético, histórico de arrecadação da CIP, expansões realizadas, etc.), e analisar informações financeiras e operacionais do parque de IP.

São avaliados aspectos estruturais do parque de iluminação pública do município, dissertando sobre tecnologias de iluminação empregadas, consumo energético, características da rede de alimentação e de postes (exclusivos ou compartilhados com a rede de distribuição elétrica), entre outros. Esse documento contempla, ainda, aspectos qualitativos da iluminação pública do município, avaliando a adequabilidade da iluminação de vias de circulação de veículos e pedestres, bem como de ciclovias e praças do município. Adicionalmente, são abordadas as diretrizes e históricos relativos à gestão de materiais, podas de árvores, descartes, entre outras atuações de expansão e manutenção. Por fim, são analisadas informações financeiras relativas à iluminação pública do município. As constatações tratadas no diagnóstico se basearam em informações disponibilizadas pela Prefeitura de Porto Alegre e inspeções de campo.

Algumas informações foram levantadas a partir de amostragens realizadas no município. Nesse sentido, são apresentados metodologias e critérios para seleção do quantitativo de elementos de amostra. São apresentados, ainda, os locais contemplados com inspeções *in loco*, elucidando metodologia e critérios empregados na escolha, sendo alguns definidos por sorteio, indicações por parte de membros da Prefeitura, entre outros. Por fim, são descritas as metodologias de inspeção de cada tipo de ambiente, bem como critérios de avaliação da adequabilidade. Todas as metodologias empregadas nas avaliações do diagnóstico baseiam-se em normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entre elas destacam-se ABNT NBR 5426 e 5427 para inspeções de qualidade por amostragem e a ABNT NBR 5101 para avaliação da qualidade de iluminação pública.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

2 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRELIMINARES

Foram disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA) informações acerca do parque de iluminação pública do município, como:

- Caracterização dos pontos de iluminação pública
 - Por tecnologia de iluminação;
 - Por potência de lâmpada;
- Classificação de vias quanto à circulação de veículos (Arterial, Coletora, Local ou de Trânsito Rápido);
- Caracterização da rede de alimentação da iluminação pública:
 - Aérea ou Subterrânea;
 - Exclusiva ou Compartilhada com a rede de distribuição de energia;
- Extensão da rede exclusiva de iluminação pública;
- Idade média do parque de iluminação pública;
- Quantitativo de transformadores exclusivos de iluminação pública;
- Quantitativo de postes exclusivos de iluminação pública;
- Quantitativo de praças e parques;
- Monumentos de valor cultural e histórico;
- Mapeamento da violência.

Informações de natureza financeira e jurídica também foram disponibilizadas pela Prefeitura, como detalhes sobre arrecadação da CIP e do sistema de operação.

São analisadas a seguir as principais informações disponibilizadas acerca do parque de iluminação pública do município no que diz respeito a sua estrutura de iluminação, assim como demais características da cidade que influenciam os estudos relativos à iluminação pública.

2.1 Estrutura Atual de Iluminação Pública

Caracteriza-se a estrutura atual de iluminação pública a partir dos seguintes itens:

- Pontos e braços de IP viária, de pedestres, praças e parques;

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

- Características da rede de extensão;
- Tecnologias de comando e controle;
- Iluminação de destaque e equipamentos históricos;
- Iluminação em ciclovias; e
- Furto de fiação, vandalismo de luminárias e abalroamento de postes.

As seções a seguir apresentam aspectos relevantes à caracterização da atual estrutura de iluminação pública de Porto Alegre.

2.1.1 Pontos de Iluminação Pública

O parque de iluminação pública de Porto Alegre é composto por 101.487¹ pontos de iluminação. A Tabela 1 apresenta a caracterização do parque conforme tecnologia e quantidade de pontos, potências e tecnologia de iluminação presentes no cenário atual. Essas informações foram retiradas da planilha “1- e - inventário_estimado_resumo” disponibilizada pela prefeitura e denominada neste relatório por “Inventário Resumo”. Esse inventário, atualizado em outubro de 2017, apresenta informações sobre: quantidade de pontos, tecnologia, potência, perdas elétricas no reator provenientes de seu próprio consumo, potência instalada e consumo mensal de energia.

Tabela 1 – Caracterização dos Pontos por Tecnologia e Potência

Tecnologia/ Potência	Potência (W)	Perda no Reator (W)	Total (W)	Quantidade	% de pontos por Tecnologia	Potência Instalada (kW)	Consumo Mensal de Energia ² (MWh)
FLUORESCENTE TUBULAR - 28W	28	0	28	227	0,22%	6,36	2,26
LED - 150W	150	0	150	70	0,07%	10,50	3,74
LED - 210W	210	0	210	664	0,65%	139,44	49,64
LED - 300W	300	0	300	720	0,71%	216,00	76,90
LED BALIZADOR 0,6W	0,6	0	0,6	1338	1,32%	0,80	0,29
LED BALIZADOR 1,2W AZUL	1,2	0	1,2	329	0,32%	0,39	0,14
LED BALIZADOR 1,2W VERMELHO	1,2	0	1,2	329	0,32%	0,39	0,14
LED DECORATIVA - 40W	40	0	40	91	0,09%	3,64	1,30

¹ Quantitativo de pontos informado pelo inventário resumo atualizado em janeiro de 2019

² Consumo médio mensal calculado a partir de 11h52min, sendo este o tempo médio de utilização de pontos de iluminação, de acordo com a resolução 414 de setembro de 2010 da Agência Nacional de Energia Elétrica.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tecnologia/ Potência	Potência (W)	Perda no Reator (W)	Total (W)	Quantidade	% de pontos por Tecnologia	Potência Instalada (kW)	Consumo Mensal de Energia ² (MWh)
LED decorativa - 60W	60	0	60	191	0,19%	11,46	4,08
LED Fita 24W/m	24	0	24	168	0,17%	4,03	1,44
LED Fita 5W/m	5	0	5	478	0,47%	2,39	0,85
LED projetor - 110W	110	0	110	136	0,13%	14,96	5,33
LED projetor - 43,2W	43,2	0	43,2	105	0,10%	4,54	1,61
LED projetor - 80W	80	0	80	13	0,01%	1,04	0,37
LED PROJETOR 100W	100	0	100	1062	1,05%	106,20	37,81
LED PROJETOR 200W	200	0	200	60	0,06%	12,00	4,27
LED PROJETOR 50W	50	0	50	12	0,01%	0,60	0,21
LED PROJETOR AZUL 50W	50	0	50	12	0,01%	0,60	0,21
LED PROJETOR VERDE 50W	50	0	50	12	0,01%	0,60	0,21
LED PROJETOR VERMELHO 50W	50	0	50	12	0,01%	0,60	0,21
Metálico - 150W	150	18	168	9131	9,00%	1534,01	546,11
Metálico - 250W	250	24	274	1806	1,78%	494,84	176,16
Metálico - 400W	400	32	432	790	0,78%	341,28	121,50
Metálico - 70W	70	12	82	188	0,19%	15,42	5,49
PROJETOR LED SUBAQUATICO 5W	5	0	5	28	0,03%	0,14	0,05
Sódio - 100W	100	14	114	29984	29,54%	3418,18	1216,87
Sódio - 150W	150	18	168	31987	31,52%	5373,82	1913,08
Sódio - 250W	250	24	274	11512	11,34%	3154,29	1122,93
Sódio - 400W	400	32	432	2283	2,25%	986,26	351,11
Sódio - 70W	70	12	82	7749	7,64%	635,42	226,21
Total				101.487	100,00%	16.490,19	5.870,51

A partir da Tabela 1 pode-se determinar a distribuição dos pontos de iluminação por tecnologia conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Distribuição dos Pontos por Tecnologia de Iluminação

Distribuição dos Pontos por Tecnologia de Iluminação		
Vapor de Sódio	83.515	82,30%
Vapor Metálico	11.915	11,74%
LED	5.830	5,74%
Fluorescente	227	0,22%
Total	101.487	100,00%

Entre 2009 e 2011 o programa Reluz realizou, por meio de projeto aprovado pela Divisão de Iluminação Pública (DIP), a eficientização de todos os pontos de iluminação pública de Porto Alegre com a tecnologia vapor de sódio e vapor metálico incluindo substituição de luminárias,

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

reatores, relés, fiação e demais acessórios atendendo especificações e normativas do INMETRO, ABNT e PROCEL. Foi realizado ainda o cadastro de aproximadamente 80.500 pontos de iluminação, contendo características detalhadas acerca de cada ponto como endereço, potência e tecnologia de iluminação, modelo de luminária, data de instalação, tipo de rede, forma de acionamento, fabricante das luminárias, lâmpadas, tipos de braços, reatores e relés. Naturalmente, parte dessas informações está obsoleta ou incompleta, não contendo informações de lâmpadas substituídas, novos pontos de iluminação instalados, modernizações na tecnologia de iluminação, entre outros.

Pontos de iluminação de praças e parques, além de demais monumentos, também constam nesse cadastro. As informações apresentadas incluem ainda quantitativos de pontos de iluminação de praças no município. Segundo informação disponibilizada pela DIP, a partir de cadastro realizado durante o Reluz, há 11.592 luminárias distribuídas ao longo das praças e parques do município das quais 10.784 unidades são de vapor metálico, em geral de 150 W, embora também haja exemplares de 70 W, 250W e 400 W.

As luminárias de LED foram instaladas a partir de 2014 em locais estratégicos da cidade, vias de maior importância no cenário urbano com maior tráfego de veículos e pessoas, como na Avenida da Legalidade e da Democracia, Rua Siqueira Campos e Avenida Borges de Menezes. Essas constatações sugerem alinhamento dos setores relativos à iluminação pública do município com a modernização, eficiência e qualidade de iluminação que essa tecnologia permite.

2.1.2 Características da Rede de Extensão de Iluminação Pública

A rede de IP pode ser caracterizada quanto à localização do cabeamento em aérea e subterrânea. De acordo com o levantamento realizado, a rede do município possui a distribuição conforme apresentado na

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 3³.

³ Relação obtida a partir dos pontos do Cadastro Reluz e do “Questionário acerca do Parque de Iluminação Pública do município de Porto Alegre – 2017”.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 3 – Característica da Rede de Distribuição de IP quanto à localização do cabeamento

Característica da Rede de Extensão	
Rede Aérea	85,60%
Rede Subterrânea	14,40%

Do total dos pontos de IP, 85,60% são instalados em postes da rede de distribuição de energia com rede aérea, cujo proprietário é a distribuidora local, também classificados como rede de iluminação compartilhada. Os 14,40% restantes são classificados por rede de iluminação exclusiva, alimentados com rede subterrânea, cuja extensão corresponde a 275 km, geralmente instalados em praças, parques e avenidas. Além desses pontos, a estrutura exclusiva à iluminação pública de Porto Alegre é composta por 6 subestações e 9 transformadores.

2.1.3 Tecnologia de Comando e Controle

O acionamento e o desligamento da iluminação pública do município ocorrem por sensor de luminosidade no ambiente – relé fotoelétrico – sendo 14% dos pontos acionados por comando em grupo e 86% por comando individual segundo informações do Cadastro do Reluz.

2.1.4 Consumo de Energia

O consumo mensal de energia elétrica estimado com iluminação pública no município informado, segundo o inventário atualizado em janeiro de 2019, é de 5.870 MWh, considerando uma carga instalada de 16.490 kW (potência da lâmpada e perdas no reator).

2.1.5 Dimerização

Foi implantado em 2014, em característica de projeto piloto, o sistema de comando e controle com dimerização em 174 pontos de luminária LED ao longo da Avenida da Legalidade e da Democracia. Apesar de estar em operação, o custo de implantação ainda não foi revertido em redução de consumo de energia faturada, uma vez que esses pontos são compartilhados com a rede de distribuição e não foram homologados junto à concessionária de energia.

2.1.6 Braços de Iluminação Pública

Segundo informações apuradas no Cadastro do Reluz, a rede de iluminação pública apresenta 8 tipos de montagem: IP-B1, IP-B2, IP-B3, IP-B4, IP-B5, IP-B6, IP-B7 e IP-B8. A Tabela 4

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

apresenta as dimensões dos braços supracitados e sua representatividade na rede de iluminação pública em Porto Alegre.

Tabela 4 – Dimensões dos Braços de Iluminação Pública⁴

Braço	Tipo	Quantitativo de Braços ⁵	Ângulo [°]	Projeção [m]	Altura do ponto de luz ⁶ [m]	Diâmetro Externo	Espessura do Tubo	Aleta Fixação Tubo/Sapata (espessura)	Utilização
IP-B1	Longo	15,78%	10	3,0	8,3	60,3 mm	3,5 mm	5,0 mm	Normal
IP-B4	Longo		10	3,00	9,1	60,3 mm	3,5 mm	5,0 mm	Poste c/ Transformador
IP-B2	Médio	52,33%	10	2,35	7,8	60,3 mm	3,5 mm	5,0 mm	Normal
IP-B3	Médio		0	2,34	7,7	48,3 mm	3,5 mm	5,0 mm	Normal
IP-B5	Médio		10	2,48	8,2	60,3 mm	3,5 mm	5,0 mm	Poste c/ Transformador
IP-B6	Médio		0	2,41	8,1	48,3 mm	3,5 mm	5,0 mm	Poste c/ Transformador
IP-B7	Curto	31,89%	10	1,58	7,1	33,7 mm	3,0 mm	3,18 mm	Normal
IP-B8	Curto		7	0,48	6,1	33,7 mm	3,0 mm	-	Normal

2.1.7 Equipamentos Históricos

O parque de iluminação pública apresenta segundo inventário resumo 583 pontos de iluminação pública com lâmpadas de 150 W e 250 W de vapor de sódio. Estima-se que os 583 pontos de iluminação estão distribuídos em 14 postes ornamentais com 5 globos (70 Pontos de IP), 8 postes ornamentais com 3 globos (24 Pontos de IP), 53 postes ornamentais com dois globos (106 pontos de IP), 318 postes ornamentais com 1 globo (318 Pontos de IP) e em 65

⁴ Fonte: PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, LABELO – Laboratórios Especializados em Eletro-Eletrônica e CEIP – Centro de Excelência em Iluminação Pública, “ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA BRAÇOS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA,” CEIP, 2008.

⁵ O percentual apresentado é baseado nos valores obtidos a partir do cadastro Reluz. A partir da quantidade de braços informada pela DIP, de 75.244 braços, em conjunto com a manutenção do percentual, obtiveram-se os quantitativos apresentados para cada um dos tipos de braços.

⁶ Definiu-se a altura de fixação dos braços de iluminação pública 6 metros acima do nível da via. Os valores apresentados consideram essa definição, bem como a altura de cada um dos tipos de braço.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

pontos com estruturas diversas. Tais equipamentos de iluminação pública, segundo informações da DIP, necessitam de restauração devido ao mal estado de conservação.

2.1.8 Iluminação em Ciclovias

O município de Porto Alegre apresenta 40 ciclovias cadastradas com extensão total 47,65 km e 14 ciclovias em processo de implantação com extensão de 8,9 km. As 54 ciclovias totalizam extensão de 56,55 km. Aproximadamente 9,12 km (19%) de extensão das ciclovias implantadas apresentam iluminação dedicada enquanto que o restante da extensão total a iluminação é compartilhada com a via de veículos e de pedestres.

2.1.9 Furto, vandalismo ou abaloamento

Em relação ao quantitativo de furto de fiação, vandalismo de luminária e abaloamento de postes, a Divisão de Iluminação Pública estimou os seguintes dados em relação ao parque no ano de 2016:

- Da fiação, 5% foram repostas;
- Das luminárias, 0,5% foram repostas;
- Dos postes, 0,5% foram repostos.

Para determinação do quantitativo de postes abalroados de propriedade do município, apurou-se o quantitativo e o tipo de postes de iluminação pública pertencentes à Porto Alegre, segundo inventário resumo disponibilizado. A tabela a seguir apresenta a distribuição dos postes por proprietário (CEEE – Companhia de Energia Elétrica do Rio Grande do Sul, CRT Companhia Riograndense de Telecomunicações ou Município) e por tipo de poste (aço, concreto ou de Madeira).

Tabela 5 – Distribuição dos postes por proprietário e por tipo de poste

Proprietário	Tipo de Poste	Distribuição
CEEE	Concreto	28,12%
	Madeira	53,60%
	Ferro	6,31%
CRT	Madeira	0,02%
Município	Ferro e Aço	11,95%

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Conforme mostra a Tabela 5, 11,95% do total de postes utilizados para iluminação pública são de propriedade do município. O quantitativo de postes do município abalroados por ano deve ser considerado no Relatório de Engenharia Preliminar.

O percentual de furto de cabos (5% ao ano) considerou que incide sob a extensão total da rede exclusiva de iluminação pública (275 km). Enquanto que o percentual de luminárias vandalizadas considerou incidência sob o número total de pontos de iluminação pública (101.487).

2.2 Informações relativas ao município

O Município de Porto Alegre apresenta extensão territorial de 496.682 km², conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística⁷ (IBGE) de 2016. O território é dividido em 17 regiões, segundo Orçamento Participativo 2016/2017 de Porto Alegre: Centro, Centro-Sul, Cristal, Cruzeiro, Eixo Baltazar, Extremo Sul, Glória, Humaitá/Navegantes, Leste, Ilhas, Lomba do Pinheiro, Nordeste, Noroeste, Norte, Partenon, Restinga e Sul. A fins de comparação, a Tabela 6 apresenta dados geográficos das regiões em relação à distribuição de pontos de iluminação.

Tabela 6 – Dados Gerais Município de Porto Alegre

Região	Número de Bairros	Área Urbana		Número de Habitantes		Densidade demográfica [hab./km ²]	% Pontos de IP ⁸	Quant. de pontos ⁹	Num. Pontos de IP / km ²
		[km ²]	[%]	[Hab.]	[%]				
Centro	18	26,00	5,46	276.799	19,64	10.646,12	15,67	16.453	632,82
Centro-Sul	6	28,82	6,05	11.088	7,87	3.847,64	7,83	8.221	285,27
Cristal	1	3,20	0,82	27.661	1,96	7.056,38	1,61	1.690	528,28
Cruzeiro	2	6,82	1,43	65.408	4,64	9.590,62	3,40	3.570	523,46
Eixo Baltazar	2	11,99	2,52	100.418	7,13	8.375,15	2,70	2.835	236,44
Extremo Sul	5	116,01	24,36	34.873	2,47	300,60	4,10	4.305	37,11
Glória	3	18,19	3,82	42.286	3,00	2.324,68	2,47%	2.593	142,58
Humaitá/	5	15,11	3,17	43.689	3,10	2.891,40	5,09	5.344	353,70

⁷ Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/panorama>

⁸ Porcentagem de pontos baseada no cadastro Reluz de 2011.

⁹ Quantitativo referente ao número atual de pontos do parque do inventário resumo disponibilizado pela DIP.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Região	Número de Bairros	Área Urbana		Número de Habitantes		Densidade demográfica [hab./km ²]	% Pontos de IP ⁸	Quant. de pontos ⁹	Num. Pontos de IP / km ²
		[km ²]	[%]	[Hab.]	[%]				
Navegantes									
Leste	8	15,41	3,24	114.309	8,11	7.417,85	8,49	8.914	578,48
Ilhas	1	44,20	9,28	833	0,59	188,46	0,59	619	14,02
Lomba do Pinheiro	2	50,65	10,64	62.315	4,42	1.230,31	5,01	5.260	103,86
Nordeste	1	6,78	1,42	37.234	2,64	5.491,74	3,02	3.171	467,69
Noroeste	12	20,73	4,35	13.081	9,28	6.310,17	10,89	11.434	551,59
Norte	1	28,76	6,04	91.366	6,48	3.176,84	7,36	7.728	268,70
Partenon	5	14,57	3,06	118.923	8,44	8.162,18	7,48	7.854	539,05
Restinga	1	38,56	8,10	60.729	4,31	1.574,92	4,37	4.588	119,00
Sul	10	29,73	6,24	83.312	5,91	2.802,29	9,91	10.405	350,00
Total	83	476,25	100%	1.184.324	100%	2.486.770	100%	104.999	-

Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre e IBGE - Censo 2010. Disponível em:

<http://portoalegremanalise.procempa.com.br/>

Para elaboração do diagnóstico técnico é importante ainda considerar informações a respeito da classe de circulação das vias no município, relação de praças e ciclovias, além de informações de monumentos e edificações de valor histórico e cultural para a cidade, estes são tratados em documento particular, ANEXO I - Diagnóstico Técnico da Iluminação de Destaque.

Vias de circulação de veículos são classificadas de acordo com a ABNT NBR 5101 em:

- Classe de Circulação: Arteriais, Coletoras, Locais e de Trânsito rápido;
- Classe de Iluminação: V1, V2, V3, V4 e V5.

A descrição das classificações está apresentada no item 3.1.5.

De acordo com informações disponibilizadas, o município de Porto Alegre apresenta a seguinte relação de extensões, classificadas de acordo com as classes de circulação de vias.

Tabela 7 – Extensão de classes de vias de circulação de veículos

Classe de circulação	Extensão (km)
Trânsito rápido	5,95
Arterial	287,80
Coletora	610,00

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Classe de circulação	Extensão (km)
Local	1.279,00

Quanto a praças, parques e ciclovias, o município possui os seguintes quantitativos:

- Praças: 635;
- Parques: 10;
- Ciclovias: 40 cadastradas e 14 em processo de implantação.

2.3 Aspectos Socioeconômicos do Município de Porto Alegre

A iluminação pública está relacionada à segurança e ao atendimento de infraestrutura. Os aspectos observados estão associados ao aumento da sensação de segurança por parte dos usuários das vias públicas, em relação à criminalidade. Portanto, é uma medida com elevada taxa de aprovação por parte da sociedade, principalmente nos locais mais afetados pela criminalidade. Ainda, com relação à segurança viária, a melhoria da IP melhora a visibilidade noturna dos automóveis e dos pedestres, permitindo uma visão mais rápida, precisa e confortável, podendo ter correlação direta com a redução dos índices de acidentes de trânsito.

A iluminação pública também pode ser usada como indicador de infraestrutura nas áreas urbanas. Alguns dos índices de urbanização, disponíveis através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística são: Índice de Desenvolvimento Humano¹⁰ (IDH), Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), Percentual de iluminação pública no entorno dos domicílios sobre total de domicílios. Nesse sentido, a Tabela 8 apresenta a relação desses índices por região de Porto Alegre. São comparadas ainda as ações de criminalidade, de acordo com registros de ocorrência por parte do SAMU no período de 2012 e 2014 e o total de pontos de IP por km², a partir dos dados obtidos do Cadastro Reluz.

¹⁰ O índice de Desenvolvimento Humano é uma medida do grau de desenvolvimento de uma organização ou entidades subnacionais sendo composto pelos dados de expectativa de vida ao nascer, educação e PIB per capita.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 8 – Relação Iluminação Pública e indicadores socioeconômicos

Região	IDH	IVS ¹¹	Ações de Criminalidade	Iluminação Pública no entorno dos domicílios (%)	Pontos de IP por km ²
Centro	0,935	0,146	1.097	98,86	632,82
Leste	0,777	0,183	449	86,55	578,48
Noroeste	0,89	0,158	236	98,89	551,59
Partenon	0,764	0,246	539	86,19	539,05
Cristal	0,809	0,237	168	89,39	528,28
Cruzeiro	0,747	0,251	404	82,53	523,46
Nordeste	0,638	0,333	104	79,57	467,69
Humaitá/Navegantes	0,765	0,246	421	89,33	353,70
Sul	0,843	0,194	265	93,56	350,00
Centro Sul	0,797	0,251	549	91,76	285,27
Norte	0,729	0,303	221	92,61	268,70
Eixo Baltazar	0,779	0,238	599	91,66	236,44
Glória	0,733	0,283	254	74,01	142,58
Restinga	0,685	0,318	351	85,65	119,00
Lomba do Pinheiro	0,683	0,32	428	76,55	103,86
Extremo Sul	0,714	0,29	161	65,45	37,11
Ilhas	0,659	0,365	7	72,26	14,02
Média	0,760	0,260	367,8	85,58	337,18¹²

Legenda: Valor acima da média
 Valor abaixo da média

Podem-se destacar as regiões com maior número de indicadores abaixo da média: Lomba do Pinheiro, Ilhas, Extremo Sul, Glória, Nordeste e Cruzeiro. Das 5 regiões com maior concentração de população (Centro, Cruzeiro, Eixo Baltazar, Leste e Partenon) concentram-se 37,74% dos pontos de iluminação pública e 49,38% dos casos de criminalidade.

De acordo com o mapa de calor do município (Ver Figura 1), as 5 regiões mais “quentes” – Centro, Centro Sul, Eixo Baltazar, Leste e Partenon – concentram 51,7% das ações de

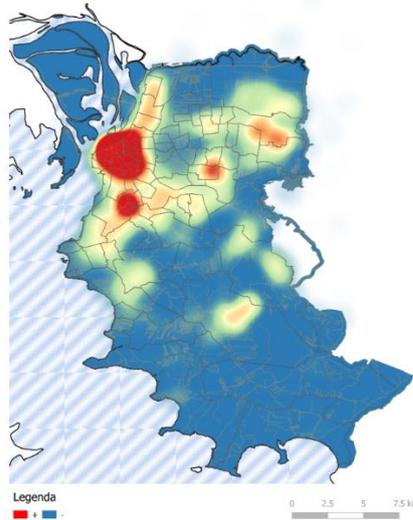
¹¹ Índice que destaca diferentes situações indicativas de exclusão e vulnerabilidade social nas dimensões da infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho. O IVS é um índice que varia entre 0 e 1. Quanto mais próximo a 1, maior é a vulnerabilidade social de um município. IVS entre 0 e 0,200, considera-se que possuem muito baixa vulnerabilidade social. Valores entre 0,201 e 0,300 indicam baixa vulnerabilidade social. Aqueles que apresentam IVS entre 0,301 e 0,400 são de média vulnerabilidade social, ao passo que, entre 0,401 e 0,500 são considerados de alta vulnerabilidade social. Qualquer valor entre 0,501 e 1 indica que o município possui muito alta vulnerabilidade social.

¹² Valor Médio.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

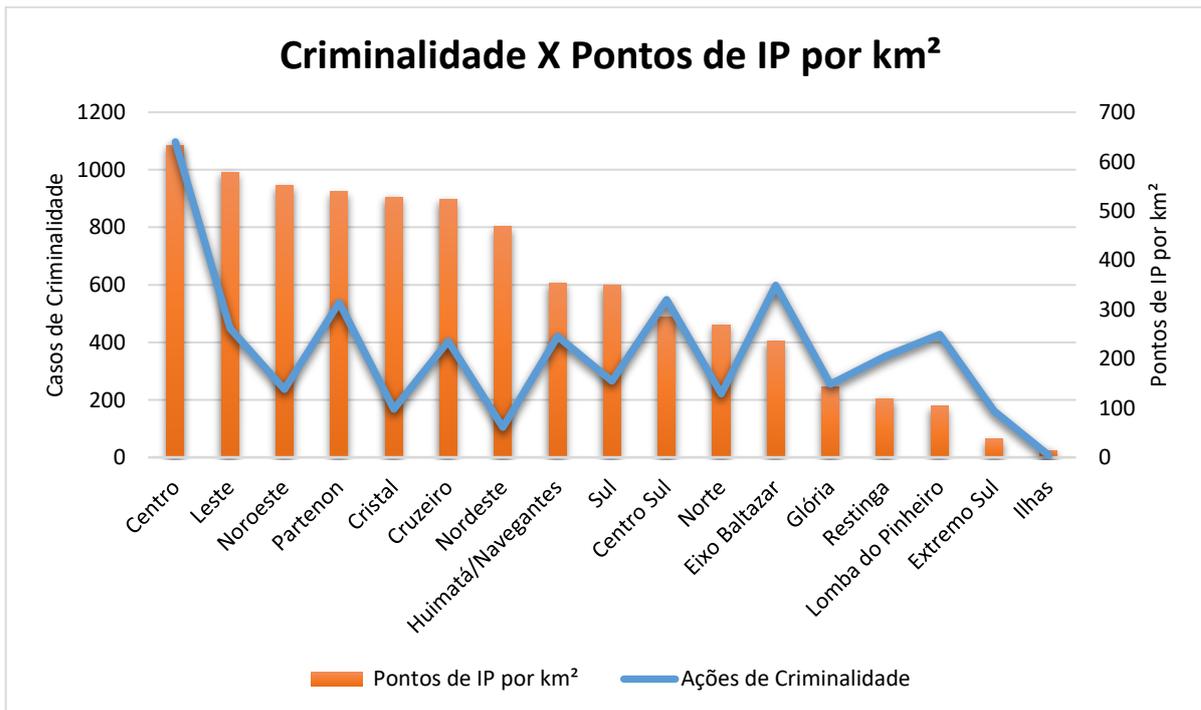
criminalidade, todas possuem IDH acima da média do município. Ainda é possível constatar que as regiões citadas possuem percentual de IP no entorno dos domicílios acima da média do município e totalizam 44,16% dos pontos de IP do parque.

Figura 1 – Mapa de Calor do Município de Porto Alegre



Para melhor avaliação o Gráfico 1, Gráfico 2 e o Gráfico 3 apresentam respectivamente os índices de criminalidade, IVS, e densidade demográfica em relação a quantidade de pontos de IP por km² por região.

Gráfico 1 – Relação Criminalidade e Pontos de IP por km²



Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 2 – Relação IVS e Pontos de IP por km²

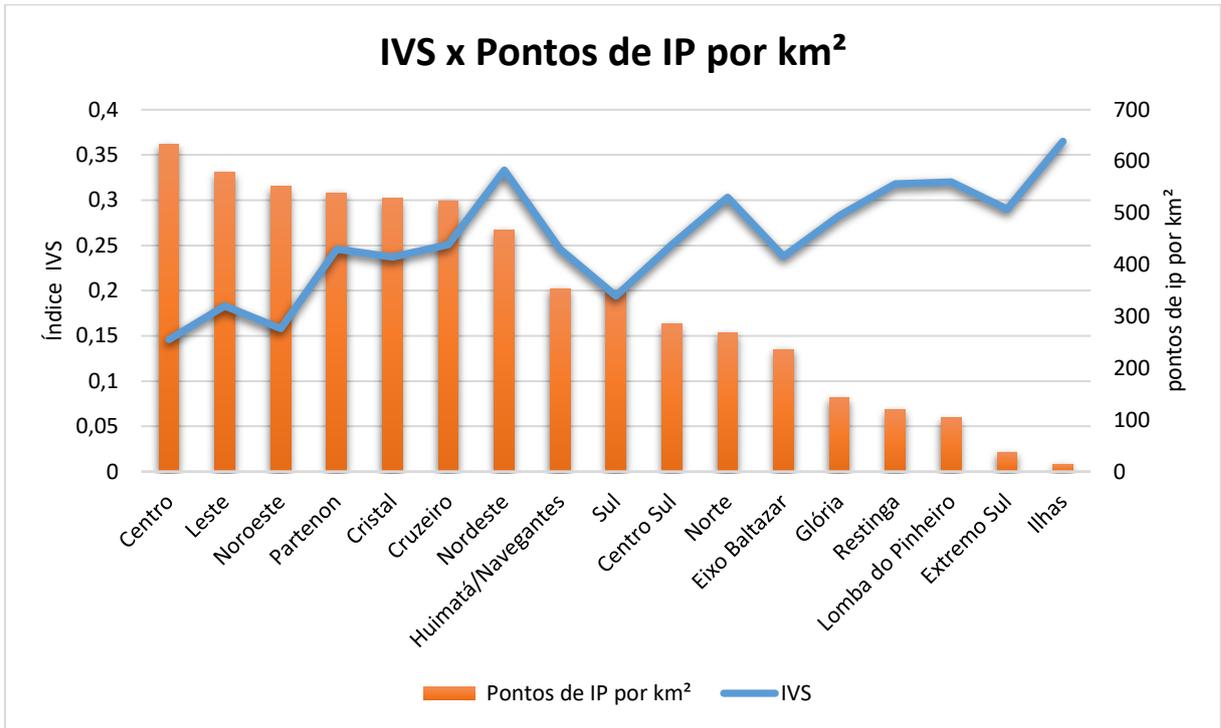
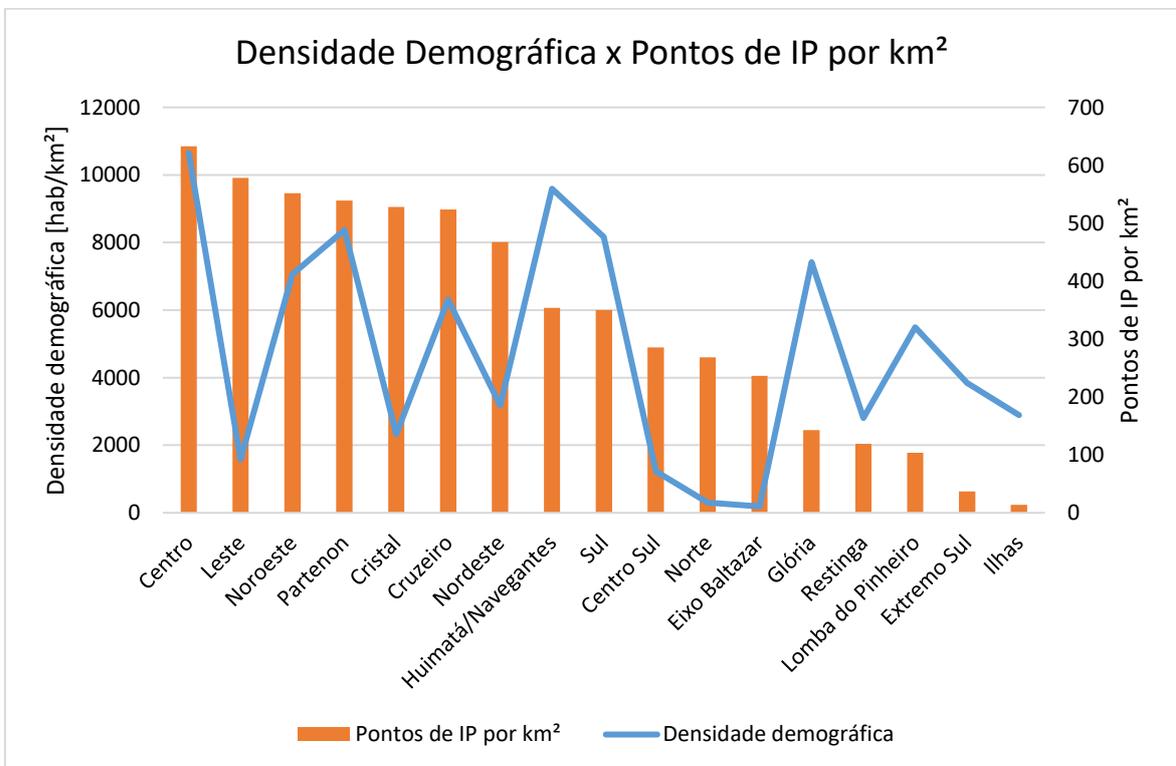


Gráfico 3 – Relação Densidade Demográfica x Pontos de IP



Observa-se que entre alguns índices existem associações possíveis, ou seja, numa análise superficial é razoável, por exemplo, associar-se o índice IVS com o atendimento de iluminação

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

pública. Os demais índices, apesar de não demonstrarem uma associação direta, parecem ter comportamentos ou tendências de acompanhamento no atendimento da iluminação pública. Por exemplo, verifica-se que algumas regiões como Centro, Centro Sul, Eixo Baltazar, Glória, Restinga, Lomba do Pinheiro e Extremo Sul apresentam número de ações de criminalidade superior ao número de pontos de IP por km². A análise completa entre densidade demográfica e pontos de IP por km² deve considerar o nível de verticalização de cada região.

Nesse cenário, os indicadores apresentados podem ser utilizados como parâmetros para avaliação do atendimento da iluminação pública identificando regiões de carência, podendo definir um cenário de investimento a ser priorizado nas propostas de modernização e adequação da estrutura de iluminação pública.

2.4 Análise do Modelo Técnico Operacional

Essa seção apresenta, a partir de informações apresentadas pela Prefeitura de Porto Alegre, o modelo operacional de iluminação pública do município. São avaliadas estatísticas e responsabilidades relativas às atuações no parque de iluminação pública de Porto Alegre, nos âmbitos de expansão, operação e manutenção identificando os órgãos responsáveis, órgãos executores e formas de contratação no setor.

A Divisão de Iluminação Pública, DIP, órgão vinculado à prefeitura de Porto Alegre, é responsável pela gestão do parque de iluminação pública do município sendo responsável por: elaboração de projetos, aquisição de materiais, execução da expansão com equipes próprias da DIP – para intervenções de menor porte – e com a contratação de serviços de engenharia, e manutenção dos ativos de iluminação pública, entre outros.

2.4.1 Materiais

A DIP é responsável pela aquisição dos materiais e equipamentos necessários aos serviços de pequeno porte de expansão e de manutenção. Dessa forma, a DIP possui equipes próprias e setor de materiais e informática responsável pela elaboração de estudos relativos à aplicação de novas tecnologias, bem como homologação e aprovação dos materiais e equipamentos utilizados na iluminação pública do município. Esses materiais e equipamentos são adquiridos pela DIP via processo licitatório, regido pela Lei 8.666/93 e devem apresentar especificações

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

técnicas em conformidade com normas como ABNT, ASTM, IEC, ANSI, INMETRO, PROCEL, entre outras.

Projetos de expansão de maior porte, ou que excedam a capacidade de execução das equipes próprias, são executados via contratação de serviços de engenharia com fornecimentos de materiais.

2.4.2 Expansão

O planejamento da expansão do parque de iluminação pública do município é de responsabilidade da DIP. A divisão é responsável pela avaliação das demandas de expansão do sistema, levantadas a partir de solicitações via *Call Center* geral da Prefeitura pelo canal de atendimento “Fala Porto Alegre 156” e de vistorias. Uma vez constatada a necessidade de instalação de novos pontos de iluminação pública no município, a DIP elabora os projetos de iluminação podendo a execução ser feita pelas equipes próprias ou via licitação. Os serviços de expansão são executados em conformidade com os projetos elaborados pela DIP, utilizando os materiais adquiridos pela divisão.

O município de Porto Alegre possui grande extensão territorial e densidade demográfica inferior às principais capitais brasileiras. Portanto, possui grande potencial de expansão da malha urbana, que por sua vez se reflete em potencial de expansão do parque de iluminação pública. São apresentados na Tabela 9 os registros de expansão de pontos de iluminação pública do ano de 2008 a 2017. Nesse período, a expansão acumulada foi aproximadamente 27%.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 9 – Expansão do parque de iluminação pública de Porto Alegre

Ano	Expansão (pontos de iluminação)
2009	1.000
2010	1.200
2011	1.600
2012	1.837
2013	2.400
2014	3.500
2015	4.637
2016	4.835
2017	1.178 ¹³

2.4.3 Manutenção

Os serviços de manutenção da rede de iluminação pública do município são contratados pela DIP a partir de processo licitatório. Atualmente, a manutenção do parque de iluminação pública do município é realizada por 12 equipes, sendo 6 lotadas na Zona Norte e outras 6 lotadas na Zona Sul. A aquisição dos materiais e equipamentos empregados na manutenção do parque, bem como a gestão dos processos, é de responsabilidade da DIP.

As inspeções locais permitiram atestação da boa qualidade dos serviços de manutenção no município uma vez que poucas lâmpadas queimadas ou cintilantes foram observadas¹⁴.

A rede de iluminação é composta majoritariamente por luminárias de vapor de sódio e vapor metálico. Essa tecnologia de iluminação apresenta baixa vida útil, altas taxas de falhas e, conseqüentemente, serviços frequentes de manutenção. A evolução das taxas de falhas em luminárias de Porto Alegre, segundo informações disponibilizadas pela Prefeitura no “Questionário acerca do Parque de Iluminação Pública do município de Porto Alegre – 2017”, é apresentada na Tabela 10.

¹³ Crescimento estimado informado pela DIP (Divisão de Iluminação Pública) em outubro de 2017.

¹⁴ Alguns logradouros do município sofreram duas inspeções locais em um intervalo de aproximadamente uma semana. Em algumas situações, observaram-se lâmpadas queimadas na primeira inspeção e lâmpadas em funcionamento na segunda, sugerindo agilidade nas atuações da equipe de manutenção do município.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 10 – Taxa de falha em luminárias de Porto Alegre

Tipo de falha	Ano				Média
	2014	2015	2016	2017*	
Lâmpada	7,3%	14,28%	26,5%	19%	16,77%
Relé	8%	14,75%	31%	17%	17,69%
Reator	8,77%	9%	21%	10%	12,19%

* A taxa de falhas de 2017 considera as atuações realizadas até outubro somada à estimativa de compra de materiais até o fim do ano.

A constatação de luminárias defeituosas é feita a partir de rondas e solicitações por parte dos munícipes por meio do *Call Center*. Segundo as informações disponibilizadas quanto à geração de ordens serviços entre abril e agosto de 2017, foram abertos uma média de 6.387 protocolos por mês a partir de rondas e de chamados abertos via *Call Center*. Importante salientar que o número de protocolos registrados no período foi atípico, pois houve atrasos financeiros para o atendimento da demanda, gerando, inclusive, mais de um protocolo para o mesmo ponto de IP defeituoso.

A DIP é também responsável pela gestão de transformadores, subestações, redes aéreas, redes subterrâneas, postes, quadros de comando, elementos históricos, como postes e luminárias tombadas pelo patrimônio histórico da PMPA, e os demais componentes dedicados à iluminação pública do município os quais devem ter manutenções conforme prevê as normas da ABNT.

2.4.4 Podas de árvores

Porto Alegre é uma das cidades mais arborizadas do Brasil, segundo Censo 2010 do IBGE, considerando municípios com mais de 1 milhão de habitantes. Essa condição introduz dificuldades no convívio com a rede de distribuição e iluminação pública.

Atualmente a responsabilidade pelo planejamento, fiscalização e implementação de normas e diretrizes para poda e supressão de árvores compete à Secretaria do Meio Ambiente e da Sustentabilidade (SMAMS), ao passo que a execução do manejo, da poda e da supressão de arbóreos em vias urbanas, é de competência da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSURB), em coordenação com a SMAMS.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Apesar do município oferecer os serviços de podas, esses são realizados em quantidades insuficientes em relação à demanda existente. A arborização pode obstruir a iluminação local dificultando a adequação da iluminação de acordo com os requisitos mínimos normativos da ABNT NBR 5101.

2.4.5 Descarte

Um dos desafios associados à gestão de um parque de iluminação pública, especialmente de grandes dimensões como o do município de Porto Alegre, é o adequado descarte de materiais. Diversos rejeitos são gerados a partir de um parque de iluminação pública, tais como lâmpadas, luminárias, relés, reatores, entre outros. A maior parte desses rejeitos não deve ser descartada como lixo comum, em função da existência de elementos potencialmente poluentes em sua composição, como mercúrio. Essa condição é especialmente observada em luminárias de vapor de sódio, vapor de mercúrio e vapor metálico.

O município de Porto Alegre, entretanto, não possui um programa especializado de descarte de rejeitos advindos de seu parque de iluminação pública.

2.5 Levantamento de demanda reprimida

A demanda reprimida é constatada em duas situações: em locais onde a estrutura de iluminação existente não é suficiente para o atendimento das exigências luminotécnicas do ambiente sob avaliação, exigindo a instalação de pontos adicionais, e em locais onde não há qualquer iluminação pública, exigindo neste caso a extensão de rede com pontos de iluminação pública.

O levantamento da demanda reprimida considerou, à princípio, o quantitativo de 4.781 novos pontos adicionais relativos aos locais com iluminação pública informado pela Divisão de Iluminação Pública de Porto Alegre como insuficientes. Entre estes novos pontos, foram discriminadas as contribuições de quatro demandas distintas:

- Instalação de pontos de IP em rede aérea urbana (RDU) existente fixados em braços: 1.142 pontos;
- Extensão de rede e pontos de IP fixados em braço: 838 pontos;

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

- Praças e parques: 2.801 pontos.

2.6 Levantamento dos projetos de modernização e expansão

Em relação ao levantamento dos projetos de modernização e expansão da rede de iluminação pública, destacaram-se os seguintes pontos na análise das informações disponibilizadas:

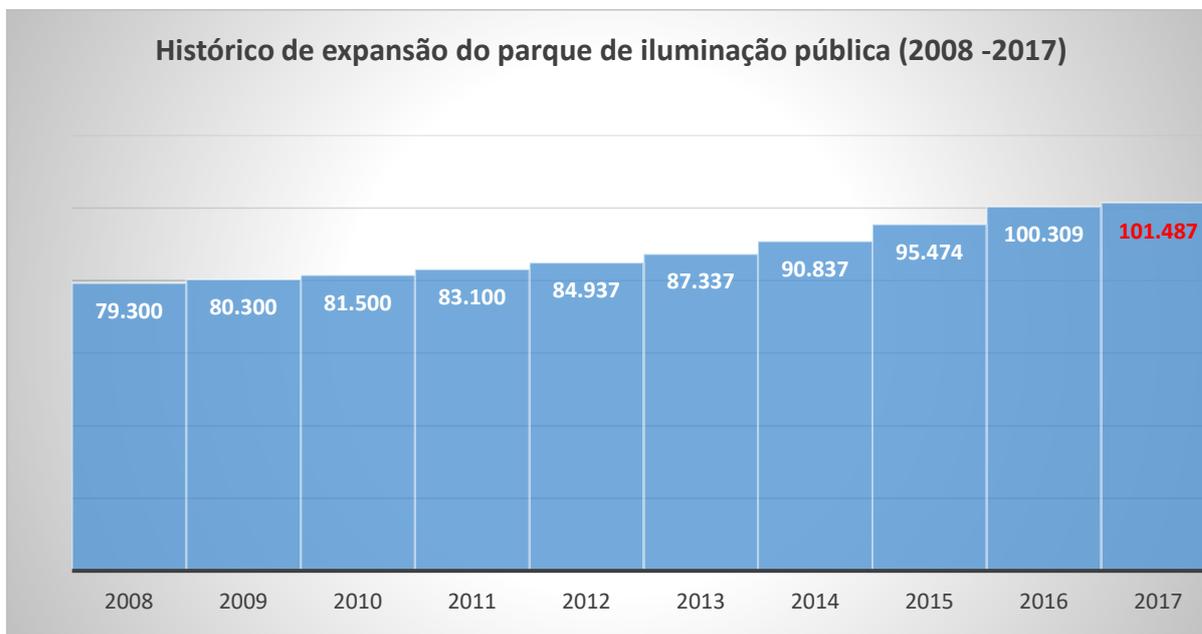
O histórico de expansão da rede de iluminação pública de Porto Alegre, conforme apresentado no

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

- Gráfico 4, evidencia crescimento contínuo no período entre 2008 e 2017, destacando aumento de 27%, mais de 20 mil pontos de iluminação pública, em menos de 10 anos.
- A Divisão de Iluminação Pública prevê uma ampliação de 300 pontos por ano por parte do município, com o objetivo de qualificar e dar maior segurança aos espaços públicos. Cabe aclarar que essa previsão não considera aumento do número de pontos de iluminação pública em decorrência de empreendimentos por terceiros e do atendimento dos locais com demanda reprimida, citados em 2.5. Destaca-se que os empreendimentos realizados por terceiros, como novos loteamentos e adequações viárias necessárias, são de competência do interessado, cabendo ao município aprovação do projeto e fiscalização dos serviços de engenharia. Os pontos de iluminação pública adicionados por terceiros tratam de crescimento vegetativo do parque estimado, segundo informações da DIP, em 300 pontos por ano.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 4 – Histórico de crescimento do parque de iluminação pública



- Em relação aos contratos de modernização e expansão, o município apresenta 3 contratos cujos objetos correspondem a execução de iluminação artística do Monumento Ponte de Pedra, sito Praça Açores s/nº, incluindo instalação de rede de distribuição de energia para os pontos de iluminação executados, reformulação da iluminação pública do centro histórico e entorno da Padre Chagas, e revitalização da iluminação pública do entorno e vão móvel da ponte do Lago Guaíba. Os contratos totalizam um investimento total de R\$ 10,96 milhões. Destaca-se que os contratos apresentam os seguintes períodos de vigência:
 - 2º Termo Aditivo Revitalização da iluminação pública do entorno e vão móvel da ponte do Lago Guaíba: De 24/04/2017 a 22/07/2017;
 - Termo Aditivo - Iluminação artística do monumento ponte de pedra, sito praça açores s/nº, incluindo instalação de rede de distribuição de energia para os pontos de iluminação executados: 10/06/2016 a 02/09/2017;
 - 5º Termo Aditivo - Reformulação da iluminação pública do centro histórico e entorno da Padre Chagas: 07/07/2017 a 03/11/2017.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

- O município apresenta ao todo 18 projetos de iluminação pública cujos objetos incluem a revitalização da rede de iluminação, expansão, iluminação artística, melhoria das condições da rede exclusiva de iluminação pública e de modernização dos pontos. Esses projetos, que ainda não foram licitados e constam na Tabela 11, totalizam investimento total de R\$ 36,2 milhões. Ressalta-se nesse montante que 16 projetos se destinam a realização de serviços de expansão da rede de iluminação, 1 de conservação/revitalização e 1 de modernização das luminárias para tecnologia LED.

Tabela 11 – Projetos desenvolvidos pela DIP ainda não licitados

Objeto do projeto	Investimento (R\$)	Caracterização do Projeto
27 pontes (todas as pontes) da Avenida Ipiranga	853.400,00	Expansão
Rua Otávio Francisco Caruso da Rocha	142.700,00	Expansão
Rua Dr. Barros Cassal – entre Voluntários da Pátria e Largo Vespasiano Júlio Veppo	42.000,00	Expansão
Diretriz 1056 (acesso entre Cel. Aparício Borges e Rua Capitão Cristalino Fagundes)	51.100,00	Expansão
Complementação da iluminação pública no trecho da Av. Edvaldo Pereira Paiva entre a Av. Aureliano de Figueiredo Pinto até à estaca 1-380	1.255.658,99	Expansão
Revitalização da iluminação da Praça Florida	187.097,58	Expansão
Revitalização da iluminação na Rua São Carlos, entre Rua Gaspar Martins e Rua Hoffmann	252.000,00	Expansão
Serviço de engenharia para execução de extensão de redes de distribuição para atender a iluminação pública em diversos logradouros de Porto Alegre (lote 4)	5.410.000,00	Extensão de Rede - Expansão
Serviços de engenharia para execução de iluminação artística da Travessa dos Venezianos, incluindo instalação de rede de distribuição de energia para os pontos de iluminação executados	480.000,00	Iluminação Artística - Expansão
Serviços de engenharia para execução de iluminação artística do Mercado Público, incluindo instalação de rede de distribuição de energia para os pontos de iluminação executados	4.850.000,00	Iluminação Artística - Expansão

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Objeto do projeto	Investimento (R\$)	Caracterização do Projeto
Serviços de engenharia para execução de iluminação artística do Paço Municipal, incluindo instalação de rede de distribuição de energia para os pontos de iluminação executados	3.645.000,00	Iluminação Artística - Expansão
Serviços de engenharia para execução de iluminação artística do Museu Joaquim Felizardo, incluindo instalação de rede de distribuição de energia para os pontos de iluminação executados	400.000,00	Iluminação Artística - Expansão
Subestação Parque Marinha do Brasil	170.000,00	Melhoria das Condições de Rede Exclusiva de IP
Serviço de engenharia para implantação e complementação de iluminação pública em diversas praças de Porto Alegre (lote v)	3.424.400,00	Revitalização - Expansão
Rua Vieira de Castro – revitalização de trecho da via	80.000,00	Revitalização - Expansão
Rua Gonçalo de Carvalho – revitalização de trecho da via	263.800,00	Revitalização - Expansão
Rua João Alfredo; Rua da República, Rua Baronesa do Gravataí e trecho da Rua Joaquim Nabuco – revitalização das vias	288.000,00	Revitalização - Expansão
Substituição do sistema de iluminação pública de 32 avenidas de Porto Alegre	14.405.675,20	Modernização

- Adicionalmente aos projetos acima citados, a DIP apresenta demanda para execução de serviços de engenharia de modernização, expansão e melhoria das condições de iluminação pública em 132 praças a serem incluídas no Plano Praças, o qual diz respeito à implantação de iluminação pública em praças da cidade.

Cabe destacar que os projetos desenvolvidos e demandas de serviços em logradouros deverão ser avaliados junto à Prefeitura Municipal na intenção de definir quais desses serões licitados anteriormente à efetivação da concessão administrativa da rede de iluminação pública que contemplará no objeto de contrato serviços de expansão, modernização, efficientização, operação e manutenção do parque.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

2.7 Avaliação do Plano Diretor de Iluminação Pública

O Plano Diretor de Iluminação Pública do município foi instituído em 11 de julho de 2011 pela Lei nº 11.096 que estabelece diretrizes para a política de implantação e de desenvolvimento do sistema de iluminação pública, no que diz respeito às ações dos agentes públicos e de terceiros. O documento de lei é organizado em 4 capítulos: Diretrizes Gerais, Projetos de Implantação, Sistema de Manutenção e Diretrizes Específicas.

A avaliação do plano diretor de iluminação pública de Porto Alegre apurou os seguintes pontos de atenção com relação:

- i. O Plano Diretor de Iluminação Pública menciona que os materiais utilizados na implantação e na manutenção do sistema de iluminação pública deverão obedecer à padronização estabelecida em decreto, consultada por escrito à DIP, da SMOV (Secretaria Municipal de Obras e Viação). A DIP apresenta corpo profissional composto por engenheiros capacitados que são responsáveis pela aprovação do projeto luminotécnico das vias segundo a NBR 5101 e pela validação das especificações técnicas dos materiais adquiridos segundo INMETRO, normas nacionais e, na falta destas, normas internacionais. Apesar dessa incumbência, recomenda-se que seja explicitado no Plano Diretor que os materiais deverão seguir as normativas do INMETRO e que o projeto luminotécnico apresente além dos níveis de iluminância, de luminância e de uniformidade, a disponibilização das curvas fotométricas das luminárias projetadas em virtude de entender que esse parâmetro é importante para avaliar efetivamente se a luminária cumpre com os padrões normativos da ABNT NBR 5101;
- ii. O Plano menciona que nos projetos de expansão do Parque de Iluminação Pública do Município de Porto Alegre, devem ser levantados vários aspectos dentre eles a arborização, com enfoque para locais onde possa apresentar possíveis interferências da arborização da iluminação pública. Recomenda-se que, somado à consideração da compatibilização da arborização na implantação de novos pontos de iluminação pública, seja mencionado também que nos locais onde houver arborização obstruindo o fluxo luminoso sejam explicitadas as diretrizes de manutenção para adequada harmonia entre vegetação arbórea e a rede de IP conforme consta na ABNT NBR 5101.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

As recomendações acima expostas não necessitam de alteração no Plano Diretor de Iluminação Pública tendo em vista que o documento está em conformidade com as diretrizes de iluminação pública da norma ABNT NBR 5101 e que os serviços de implantação e manutenção do parque de iluminação pública são apurados e validados pela Divisão de Iluminação Pública, da SMOV. Entretanto, recomenda-se que os pontos levantados sejam avaliados para inclusão no Caderno de Encargos ao futuro concessionário, lembrando apenas que a inclusão do item ii acima dependerá da definição de quem será o responsável pelo serviço de poda para iluminação pública, podendo ser o poder concedente ou o futuro concessionário.

2.8 Análise das Informações Financeiras

A análise dos aspectos financeiros do modelo perpassa pela avaliação dos históricos de arrecadação da CIP, do histórico de consumo de energia elétrica e pela avaliação dos contratos de operação e manutenção do parque de iluminação pública.

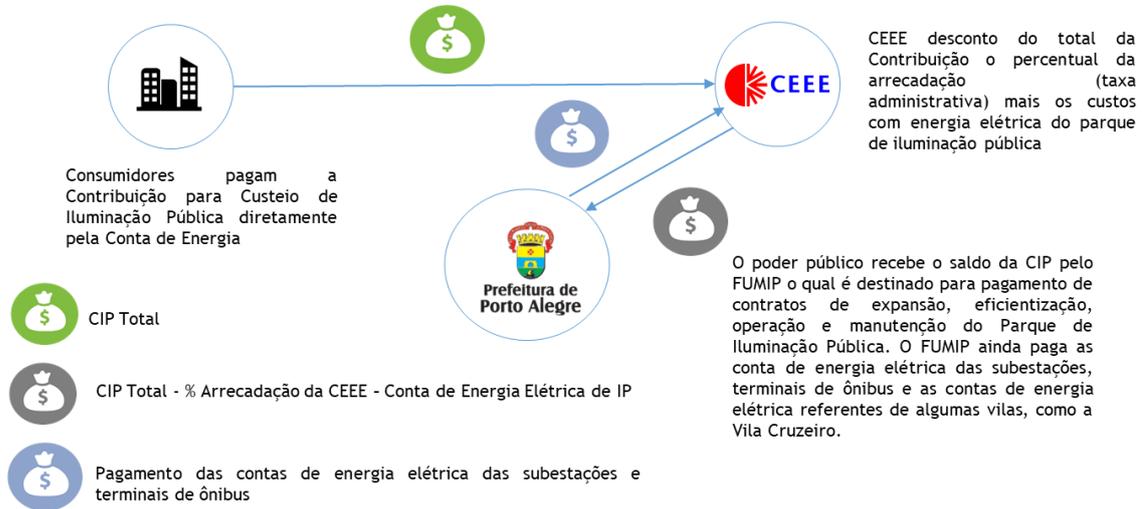
Os estudos analisaram o impacto de variáveis externas no comportamento das séries de dados e por isso são extremamente relevantes para a definição de algumas das premissas relativas ao modelo.

Em 19 de dezembro de 2002, a Emenda Constitucional nº 39 instituiu a chamada Contribuição para o Custeio da Iluminação Pública (CIP), facultando a sua cobrança na fatura de consumo de energia elétrica de consumidores. A referida contribuição tem como finalidade viabilizar a implantação, operação, manutenção, ampliação e efficientização da iluminação pública. Atualmente no município de Porto Alegre o valor da CIP é incluído no montante total da fatura mensal de energia elétrica dos consumidores, cabendo à concessionária de energia elétrica CEEE arrecadar o valor da contribuição e, então, repassá-lo ao Poder Público por meio do Fundo de Manutenção de Iluminação Pública (FUMIP). São descontados do montante arrecadado os valores da taxa de operacionalização da arrecadação, bem como a fatura de energia elétrica referente à iluminação pública do município. Assim que ocorre o repasse dos recursos ao FUMIP, o Poder Público paga à distribuidora local a fatura de energia elétrica das subestações, terminais de ônibus e faturas de energia elétrica referentes a algumas vilas do município como Vila do Cruzeiro. A Figura 2 apresenta o fluxo atual da Contribuição de

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Iluminação Pública desde a sua arrecadação até os repasses referentes aos pagamentos com consumo de energia elétrica, expansão, operação e manutenção do parque.

Figura 2 – Fluxo da Contribuição de Iluminação Pública



2.8.1 Análise do histórico de arrecadação da CIP

Para avaliação do histórico de arrecadação da CIP, foram levantadas as informações relativas aos Decretos que estabeleceram os valores da CIP, a partir de 2010, conforme se apresenta na Tabela 12.

Tabela 12 – Decretos de reajuste da CIP

Definição da Tarifa			Consumidor Residencial - Valor da Contribuição				Consumidor não Residencial - Valor da Contribuição			
Nº Decreto	Ano	Publicação	Bandeira Verde	% Reajuste Bandeira Verde	Bandeira Amarela	Bandeira Vermelha	Bandeira Verde	% Reajuste Bandeira Verde	Bandeira Amarela	Bandeira Vermelha
19.926	2018	18/01/2018	5,85	6,17%	6,42	7,13	18,54	6,19%	20,38	22,59
19.242	2015	07/12/2015	5,51	5,76%	6,05	6,72	17,46	5,82%	19,20	21,28
18.993	2015	07/04/2015	5,21	19,50%	5,72	6,35	16,50	19,39%	18,14	20,11
18.899	2014	29/12/2014	4,36	22,47%			13,82	22,95%		
18.101	2012	07/12/2012	3,56	4,09%			11,29	3,59%		
17.429	2011	10/11/2011	3,42	7,55%	-	-	10,85	7,53%	-	-
16.858	2010	23/11/2010	3,18	-			10,09	-		

Apresenta-se a seguir a tabela comparativa entre o percentual de ajuste dos decretos para contribuição de iluminação pública, reajuste de IPCA e reajuste do valor da tarifa de energia.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

A análise permite constatar que houve descasamento entre os reajustes tarifários de energia e a tarifa para o custeio do serviço de iluminação pública para o período analisado. Portanto, os estudos econômico-financeiro e jurídico deverão propor mecanismos de ajustes da CIP mais adequados aos custos envolvidos no serviço de IP prestado.

Tabela 13 – Comparação: CIP (bandeira verde) x Tarifa de Energia (B4a) x IPCA

Nº Decreto	Ano	Publicação	CIP - Bandeira Verde	Reajuste CIP Bandeira Verde (%)	Índice IPCA Mês anterior	Reajuste IPCA Acumulado no Período (%)	Tarifa de Energia (B4a) (R\$)*	Reajuste do Valor da tarifa de energia (B4a) (%)
19.926	2018	18/01/2018	5,85	6,17	4.916,46	10,47	0,368273	-9,84
19.242	2015	07/12/2015	5,51	5,76	4.450,45	5,58	0,408475	2,07
18.993	2015	07/04/2015	5,21	19,50	4.215,26	4,64	0,400182	55,31
18.899	2014	29/12/2014	4,36	22,47	4.028,44	12,71	0,257672	-
18.101	2012	07/12/2012	3,56	4,09	3.574,22	6,08	-	
17.429	2011	10/11/2011	3,42	7,55	3.369,28	6,97		
16.858	2010	23/11/2010	3,18	-	3.149,74	-		

* Estimativa do valor da bandeira Verde vigente no mês 01/2018. Para os demais meses, o valor (R\$) por KWh foi obtido nos extratos das faturas referente ao mês da publicação do Decreto de atualização da CIP.

2.8.1.1 O Histórico de arrecadação da Contribuição entre os anos de 2012 a 2017

O município disponibilizou informações relativas ao histórico de arrecadação da contribuição a partir do exercício de 2012. A Tabela 14, relaciona o valor anual arrecadado da CIP e as informações relativas ao valor da tarifa, na bandeira verde a partir de 2015, para os consumidores residenciais e não residenciais, os indicadores de Inflação (IPCA e IGP-M) e a estimativa de população dos anos. O levantamento das informações apresentado na tabela a seguir possibilita a identificação da correlação entre as variáveis inflação, população e tarifa ao valor arrecadado.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

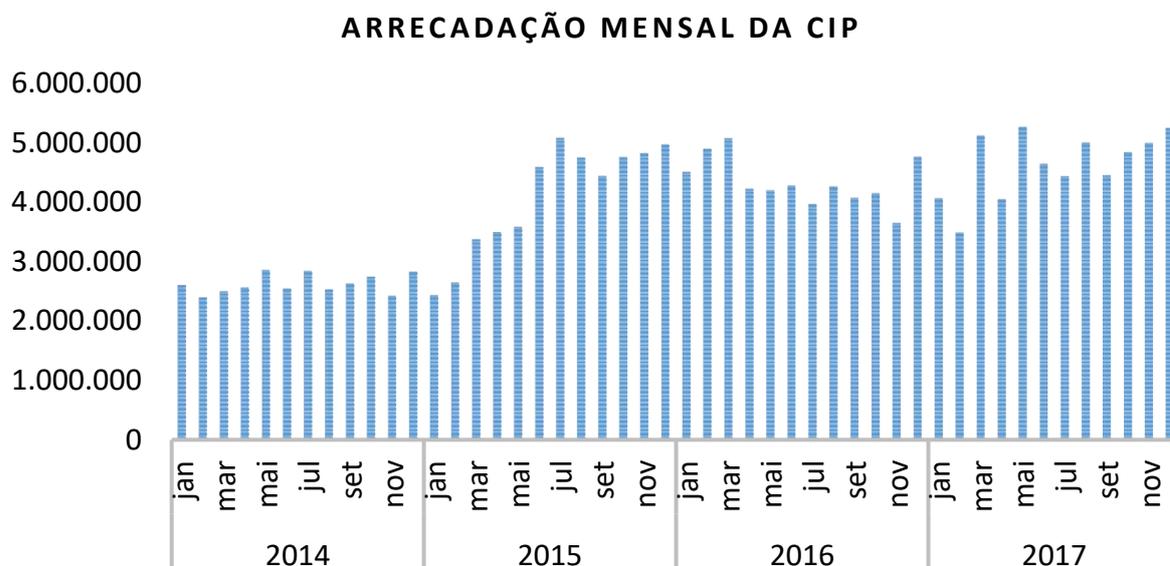
Tabela 14 – Valor arrecadado da CIP: período de 2012 a 2017 com indicação do valor da tarifa, inflação, população

Valor arrecadado CIP: período de 2012 a 2017 com indicação do valor da tarifa, inflação						
Ano	Valor arrecadado (R\$)	Valor da tarifa consumidor residencial (Bandeira Verde)	Valor da tarifa consumidor não residencial (Bandeira Verde)	% Inflação Ano (IPCA)	% Inflação Ano (IGP - M)	População (hab.)
2012	29.296.917,16	R\$ 3,42	R\$ 10,85	5,84	7,81	1.417.721
2013	30.621.990,34	R\$ 3,56	R\$ 11,24	5,91	5,53	1.424.618
2014	31.350.220,58	R\$ 3,56	R\$ 11,24	6,41	3,67	1.480.967
2015*	46.402.446,53	R\$ 4,95	R\$ 15,69	10,67	10,54	1.475.717
2016	52.136.664,09	R\$ 5,51	R\$ 17,46	6,29	7,19	1.479.277
2017	55.465.954,60	R\$ 5,51	R\$ 17,46	2,95	-0,53	1.484.941

* valor ponderado pelos meses de vigência das tarifas no ano

O município divulgou ainda o histórico de arrecadação mensal da contribuição, a partir do ano de 2014, conforme apresentado no Gráfico 5.

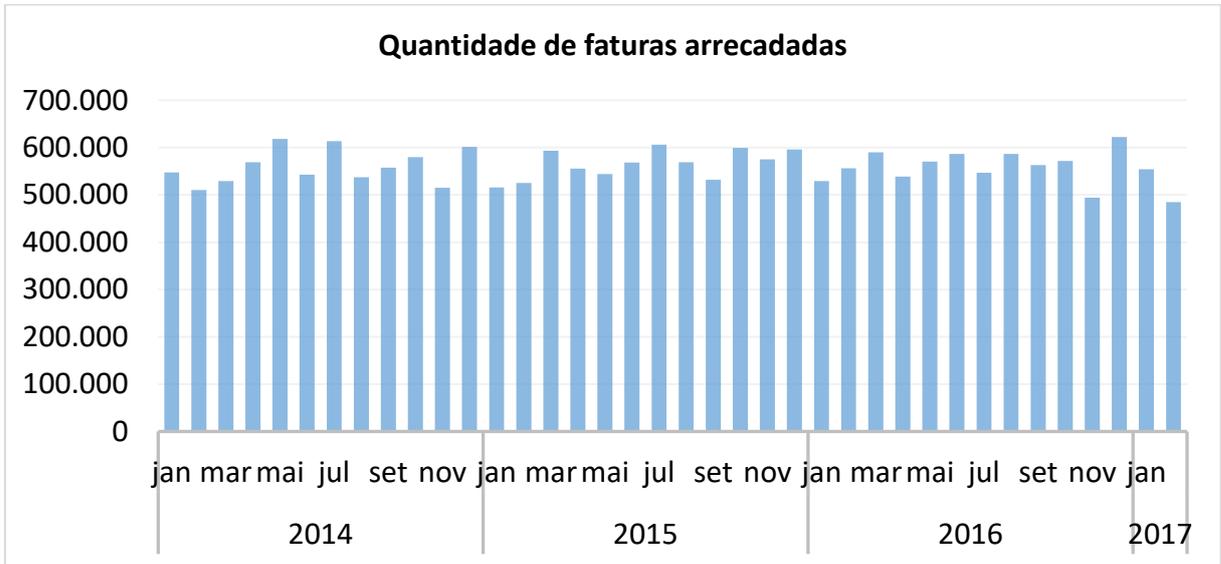
Gráfico 5 – Evolução da arrecadação mensal da CIP



A seguir apresenta-se o número de faturas mensais emitidas pela CEEE no período entre janeiro de 2014 e fevereiro de 2017, conforme informações disponibilizadas pela prefeitura.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 6 – Quantidade de faturas arrecadadas por mês



No ano de 2014, por exemplo, em que o valor da tarifa foi o mesmo em relação ao valor praticado no ano anterior, o comportamento da variação no número de faturas arrecadadas apresentado no Gráfico 6 estava diretamente associado à arrecadação da CIP mensal apresentado no Gráfico 5. No ano de 2015 foi adotada a modalidade de cobrança por bandeira tarifária, sendo publicados dois Decretos de reajuste da tarifa, conforme apresentado na Tabela 12.

O

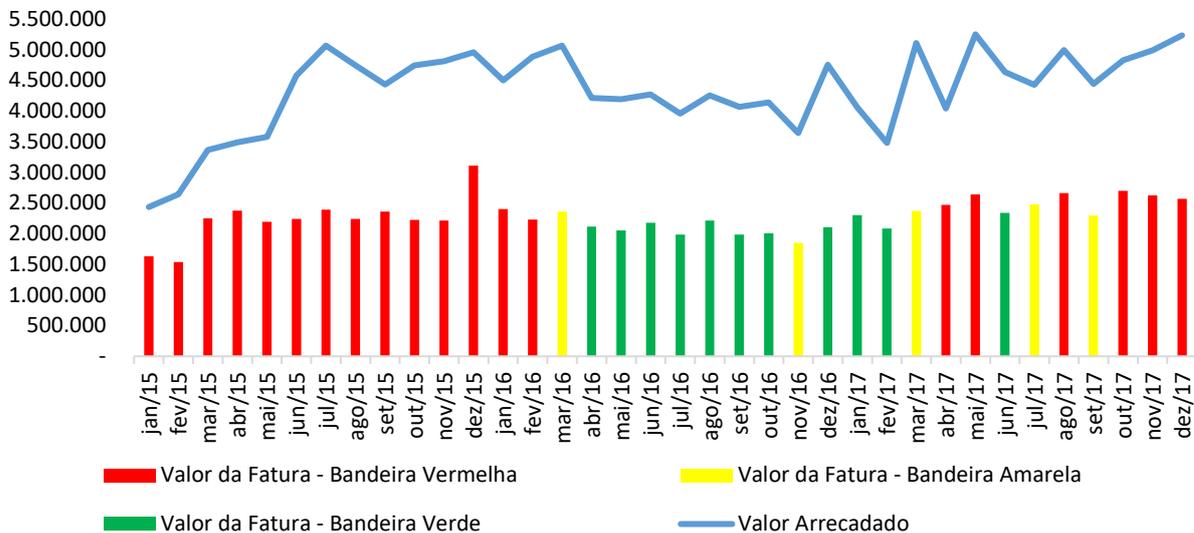
Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 7 demonstra a evolução da arrecadação mensal da CIP em relação ao valor da fatura de energia elétrica, com a identificação da bandeira tarifária praticada no mês, sendo que o valor faturado para o ano de 2017 foi estimado.

O Decreto Municipal nº 19.242 de 07/12/2015 estabeleceu o valor das tarifas atualmente vigentes. Considerando-se os valores desse Decreto, a arrecadação mensal é explicada pela bandeira aplicada e pelo número de faturas arrecadadas para os respectivos meses.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 7 – Arrecadação e Valor da Fatura de Energia Elétrica a partir de janeiro de 2015 com identificação da bandeira tarifária



A Tabela 15 apresenta o histórico de arrecadação da CIP e do Consumo de Energia Elétrica do parque de iluminação pública do Município de Porto Alegre a partir de janeiro de 2015, em função das bandeiras. Nesta tabela é possível avaliar que o custo com energia elétrica apresenta média histórica equivalente a 51,6% da arrecadação da CIP entre janeiro de 2015 e dezembro de 2017. Aclara-se que os valores para as faturas de energia no ano de 2017 foram estimados com base em número médio de pontos no ano, carga instalada média e tarifa de energia elétrica do mês.

Tabela 15 – Histórico Mensal: Arrecadação da CIP, Bandeira e Valor da tarifa de Energia

Ano	Mês	Bandeira	Arrecadação da CIP (R\$) (2)	Fatura de Energia (R\$) (1)	(1) / (2) %
2015	Janeiro	Vermelha	2.433.837,18	1.630.811,14	67%
2015	Fevereiro	Vermelha	2.639.202,05	1.539.171,02	58%
2015	Março	Vermelha	3.364.460,75	2.247.263,45	67%
2015	Abril	Vermelha	3.489.058,99	2.377.090,25	68%
2015	Maio	Vermelha	3.574.927,11	2.191.781,33	61%
2015	Junho	Vermelha	4.578.685,61	2.241.577,95	49%
2015	Julho	Vermelha	5.068.053,31	2.389.614,40	47%
2015	Agosto	Vermelha	4.743.512,86	2.237.576,01	47%
2015	Setembro	Vermelha	4.430.382,26	2.360.614,71	53%
2015	Outubro	Vermelha	4.744.500,43	2.225.277,42	47%
2015	Novembro	Vermelha	4.810.565,16	2.213.730,14	46%
2015	Dezembro	Vermelha	4.956.451,40	3.108.090,13	63%

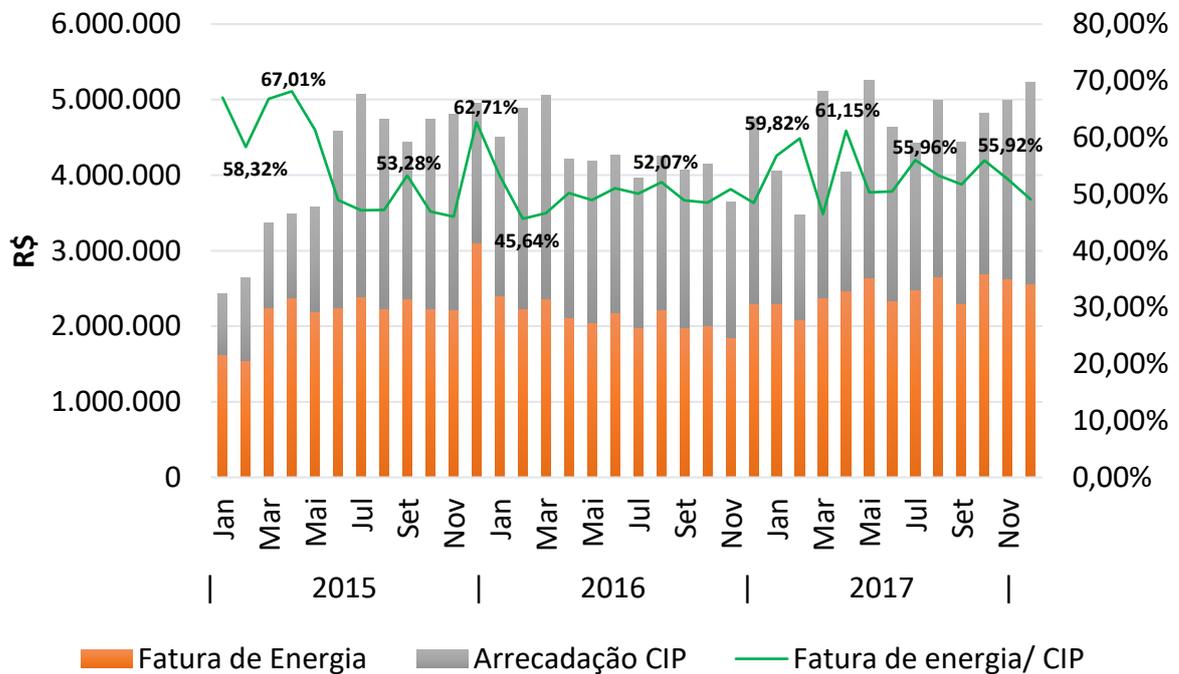
Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Ano	Mês	Bandeira	Arrecadação da CIP (R\$) (2)	Fatura de Energia (R\$) (1)	(1) / (2) %
2016	Janeiro	Vermelha	4.500.097,90	2.398.589,22	53%
2016	Fevereiro	Vermelha	4.885.692,94	2.229.958,27	46%
2016	Março	Amarela	5.063.648,90	2.360.709,43	47%
2016	Abril	Verde	4.213.728,96	2.114.489,30	50%
2016	Maio	Verde	4.190.459,14	2.050.207,04	49%
2016	Junho	Verde	4.266.769,02	2.177.007,20	51%
2016	Julho	Verde	3.958.433,68	1.982.732,71	50%
2016	Agosto	Verde	4.255.029,98	2.215.624,09	52%
2016	Setembro	Verde	4.065.235,75	1.986.543,26	49%
2016	Outubro	Verde	4.141.085,34	2.007.353,77	48%
2016	Novembro	Amarela	3.641.031,08	1.850.942,73	51%
2016	Dezembro	Verde	4.754.228,43	2.103.673,39	44%
2017	Janeiro	Verde	4.055.099,47	2.303.262,35	57%
2017	Fevereiro	Verde	3.478.009,63	2.080.719,25	60%
2017	Março	Amarela	5.106.641,20	2.371.131,50	46%
2017	Abril	Vermelha	4.038.617,42	2.469.829,38	61%
2017	Maio	Vermelha	5.249.413,43	2.641.043,65	50%
2017	Junho	Verde	4.635.463,16	2.338.276,69	50%
2017	Julho	Amarela	4.426.083,73	2.476.834,42	56%
2017	Agosto	Vermelha	4.991.151,56	2.658.738,99	53%
2017	Setembro	Amarela	4.439.903,57	2.294.643,38	52%
2017	Outubro	Vermelha	4.825.989,63	2.698.698,99	56%
2017	Novembro	Vermelha	4.985.619,58	2.626.729,07	53%
2017	Dezembro	Vermelha	5.233.962,22	2.566.289,01	49%

As informações relativas ao consumo de energia elétrica, relacionadas na Tabela 15 e no Gráfico 8 foram apresentadas nessa seção em virtude da representativa participação desse item de consumo em relação ao valor arrecadado.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 8 – Evolução da participação do consumo de energia elétrica em relação ao valor arrecadado da CIP



Os valores apresentados a partir de 2015 foram influenciados pela escassez de chuvas que reduziu o nível de água nos reservatórios hidroelétricos e obrigou o acionamento de usinas termelétricas, consequentemente adoção de bandeira tarifária mais cara.

Esse fato resultou no aumento do custo da energia, sendo que a tarifa de energia elétrica foi uma das que mais impactaram na inflação do referido ano. De acordo com o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), entre janeiro e outubro foi de 49%. A inflação acumulada do ano segundo o IPCA foi de 10,67%, conforme apresentado na Tabela 14.

2.8.2 Análise do histórico de despesas com energia elétrica

As informações apresentadas pelo município indicam a evolução do número de pontos de iluminação pública em Porto Alegre a partir de 2009, conforme apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 – Evolução no número de pontos de iluminação Pública

Ano	Nº de pontos	Crescimento nº de pontos	Nº médio Pontos
2008	79.300	-	79.300
2009	80.300	1.000	79.800
2010	81.500	1.200	80.900
2011	83.100	1.600	82.300

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Ano	Nº de pontos	Crescimento nº de pontos	Nº médio Pontos
2012	84.937	1.837	84.019
2013	87.337	2.400	86.137,00
2014	90.837	3.500	89.087,00
2015	95.474	4.637	93.155,50
2016	100.309	4.835	97.891,50
2017	101.487	1.178 ¹⁵	100.898,00

A definição do número de pontos de IP e da potência das luminárias, conforme apresentado na seção 2.1.1, permitiram estimar o consumo mensal (em Megawatt hora) do sistema, conforme a Tabela 17.

Tabela 17 – Inventário do parque: Potência média por ponto/ Tecnologia Utilizada (Considerando perdas de potência no reator)

Inventário do parque			
Tecnologia	Nº de pontos	Potência média por ponto [W]	Consumo Estimado Mensal de Energia – MWh (11,87h/dia)
LED	5.830	90,96	188,80
Outras Tecnologias	95.657	166,84	5.681,65
TOTAL	101.487	162,48	5.870,45

Caso fosse desconsiderada a perda de potência nos reatores (comumente observadas em pontos de Iluminação de Vapor de Sódio e Vapor Metálico), o consumo estimado mensal seria conforme apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 – Consumo estimado mensal, sem a consideração de perda de potência nos reatores

Inventário do parque			
Tecnologia	Nº de pontos	Potência média por ponto	Consumo Estimado Mensal de Energia – MWH (11,87h/dia)
LED	5.830	90,96	188,80
Outras Tecnologias	95.657	149,35	5.086,03
TOTAL	101.487	149,28	5.274,83

O resultado das tabelas acima indica que o consumo mensal estimado decorrente da perda de potência nos reatores é superior ao consumo mensal dos cerca de 5.830 pontos com Luminárias de LED.

¹⁵ Crescimento do número de pontos informado pela DIP em outubro de 2017.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

A Tabela 19 apresenta as informações das tabelas de consumos anuais apresentadas anteriormente.

Tabela 19 – Dados consolidados: Consumo de Energia Elétrica - janeiro de 2013 a dezembro de 2017

Ano	Dias	Valor Faturado (R\$)	Consumo médio mensal (kWh)
2013	366	12.988.487,90	5.468.864,92
2014	367	15.121.365,60	5.597.712,25
2015	364	26.762.597,95	5.669.108,83
2016	365	25.477.830,41	5.815.162,14
2017	365	29.526.196,68	6.079.822,94

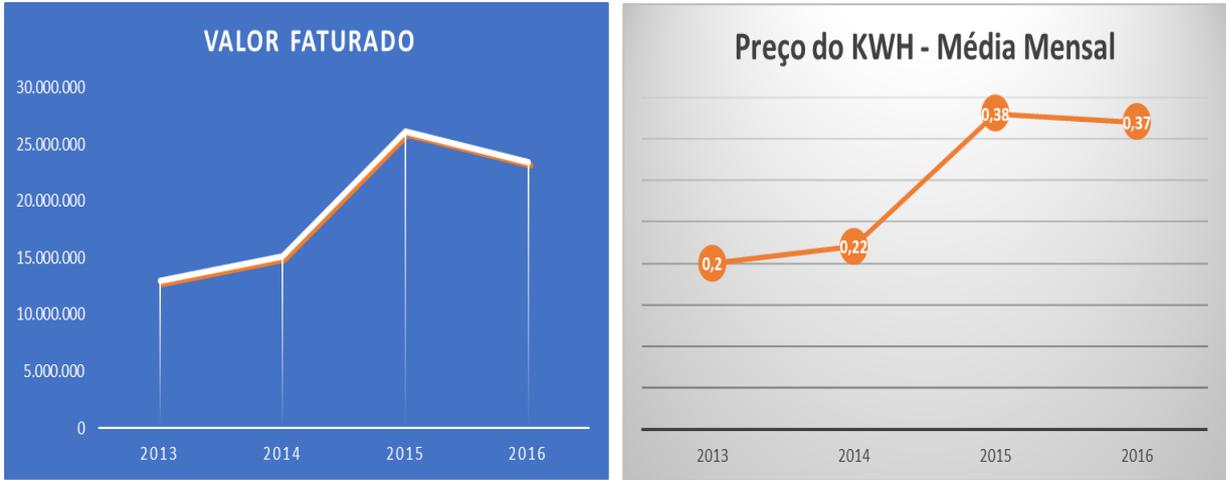
Em 2012 foi decretada a Medida Provisória n.º 579 que visava à redução, em média, de 20% da tarifa de eletricidade para os consumidores. Essa MP reduziu alguns encargos setoriais incidentes sobre as tarifas e estabeleceu regras para antecipar a renovação das concessões que venceriam no período de 2015 a 2017.

O efeito colateral de tal medida foi a descapitalização das empresas do setor, atrasos em obras, como as dos parques eólicos que ficaram sem linhas de transmissão e, por fim, a exposição involuntária das distribuidoras que são obrigadas a adquirir energia complementar no mercado de curto prazo, a preços elevadíssimos, em virtude da conjuntura de baixa hidrologia.

Resumidamente, a MP nº 579 criou uma instabilidade sazonal para o setor. Os impactos reflexos desses reajustes para o município são refletidos no Gráfico 9.

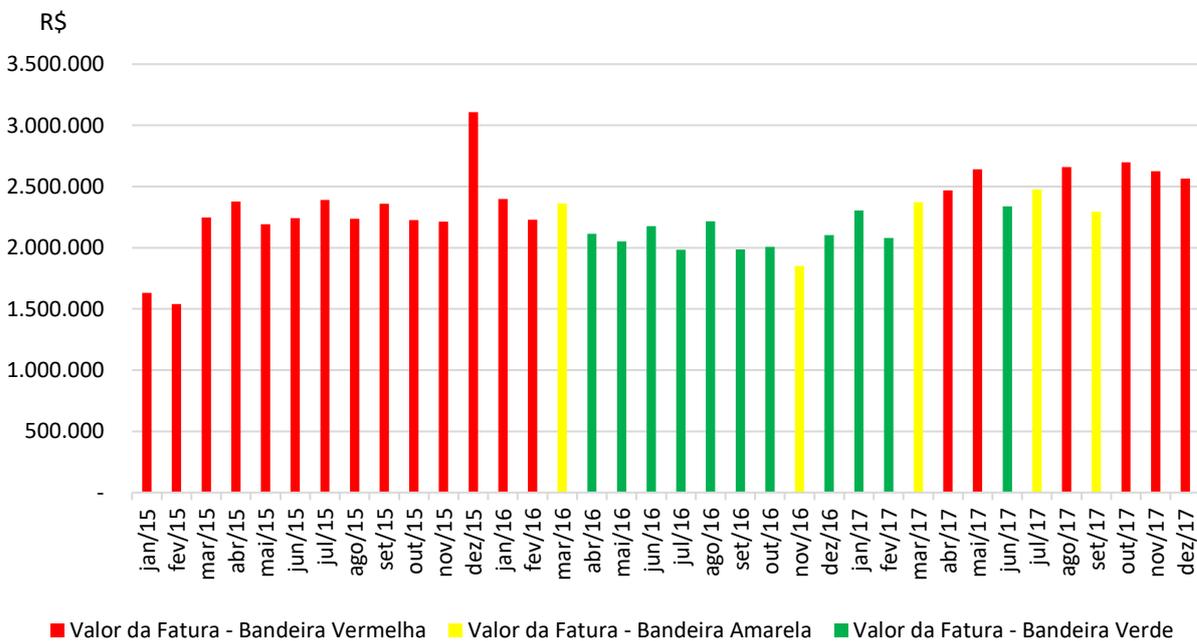
Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 9 – Evolução do valor anual da conta de energia elétrica e do preço médio mensal do KWH



O consumo de energia elétrica do parque de iluminação pública foi avaliado mensalmente a partir de janeiro de 2015, para avaliação do comportamento da tarifa ao longo dos meses em função da bandeira tarifária assumida para o período, conforme apresentado no Gráfico 10.

Gráfico 10 – Evolução do valor da conta de Energia Elétrica em Função da bandeira tarifária



Em relação à série apresentada, destaca-se o valor da conta de energia elétrica do mês de dezembro de 2015 que foi corrigido em relação ao valor informado na

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 20 (R\$ 2.473.805,50) para o valor de R\$ 3.108.090,13. O valor foi atualizado com base na informação relativa ao mês de dezembro de 2015, da planilha “FATURA ENERGIA” do arquivo “2 – k – Arrecadação COSIP”, disponibilizado pelo município.

Outro componente das despesas de energia elétrica refere-se aos custos administrativos para cobrança da CIP na tarifa de energia pela empresa distribuidora de energia elétrica. Conforme relatório apresentado pelo município foram indicados os valores mensais dos custos administrativos, bem como o número de cobranças efetuadas mensalmente conforme se apresenta a seguir:

Tabela 20 – Custo de arrecadação da CIP e número de cobranças emitidas

Ano	Mês	Quantidade de contas arrecadadas	Custo da CEEE (Custo da arrecadação da CIP)
2014	Janeiro	547.601	R\$ 93.956,64
	Fevereiro	510.617	R\$ 87.995,43
	Março	528.961	R\$ 82.052,53
	Abril	569.342	R\$ 91.211,82
	Maio	618.398	R\$ 93.690,50
	Junho	542.534	R\$ 103.706,27
	Julho	613.697	R\$ 93.553,41
	Agosto	537.133	R\$ 103.240,51
	Setembro	557.930	R\$ 92.622,22
	Outubro	579.830	R\$ 96.208,32
	Novembro	515.020	R\$ 99.983,60
	Dezembro	601.533	R\$ 88.808,32
2015	Janeiro	515.576	R\$ 103.727,48
	Fevereiro	525.097	R\$ 88.906,27
	Março	593.442	R\$ 90.546,19
	Abril	555.909	R\$ 102.332,77
	Maio	544.461	R\$ 95.860,85
	Junho	568.444	R\$ 93.886,56
	Julho	606.333	R\$ 98.023,62
	Agosto	568.942	R\$ 104.556,41
	Setembro	531.813	R\$ 98.107,94
	Outubro	599.537	R\$ 91.705,35
	Novembro	575.296	R\$ 98.210,72
	Dezembro	596.356	R\$ 99.203,81
2016	Janeiro	529.043	R\$ 143.826,03
	Fevereiro	556.079	R\$ 127.588,13
	Março	590.188	R\$ 134.111,70

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Ano	Mês	Quantidade de contas arrecadadas	Custo da CEEE (Custo da arrecadação da CIP)
	Abril	538.700	R\$ 142.337,49
	Maio	570.106	R\$ 129.920,79
	Junho	586.337	R\$ 137.494,92
	Julho	547.101	R\$ 141.409,45
	Agosto	586.760	R\$ 131.946,67
	Setembro	562.827	R\$ 141.510,98
	Outubro	571.577	R\$ 135.740,12
	Novembro	494.270	R\$ 137.849,93
	Dezembro	622.730	R\$ 150.187,53
2017	Janeiro	554.407	R\$ 134.503,68
	Fevereiro	484.797	R\$ 117.552,12

As Tabelas a seguir apresentam os custos unitários praticados pela distribuidora de energia elétrica local relativos às contas emitidas para os consumidores conectados à rede elétrica.

Tabela 21 – Contratos celebrados entre o município e a Distribuidora de Energia Elétrica para arrecadação da CIP

Nº Contrato	Assinatura	Valor da taxa de Operação (R\$)	Desconto acima de 400 mil boletos (R\$)
9939914	30/04/2009	0,16	0,03
1º TA	04/03/2011	0,16	0,03
2º TA	01/03/2012	0,16	0,03
3º TA	27/03/2013	0,16	0,03
Termo de ajuste de contas	30/04/2014	0,30	0,06
9950887	13/01/2016	0,30	Ver Tabela 22

Tabela 22 – Valores Referentes ao desconto do Contrato nº 9950887

Faixa	Mínimo de Faturas	Desconto Taxa de administração (R\$)
1	1	0
2	50.001	0,0177
3	100.001	0,0211
4	200.001	0,0251
5	300.001	0,0299

A Tabela 23 apresenta as despesas anuais com a arrecadação da CIP e sua respectiva representatividade em relação ao valor total arrecadado da CIP.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 23 – Custo de Arrecadação da CIP e sua representatividade em relação à arrecadação total

Ano	Custo da arrecadação da CIP (R\$)	Valor Total da CIP (R\$)	% de arrecadação
2014	1.127.029,57	31.417.548,33	3,59%
2015	1.165.067,97	48.833.637,11	2,39%
2016	1.653.923,74	51.935.441,12	3,18%

Na comparação com outros municípios, como Belo Horizonte, Contagem e Cuiabá o custo de arrecadação de Porto Alegre é três vezes maior para as cidades entre 500 mil e 1 milhão de habitantes (Contagem e Cuiabá) e 60% maior que a cidade de Belo Horizonte com população acima de 2,5 milhões de habitantes. A Tabela 24 apresenta os dados referentes aos custos de operacionalização da cobrança da CIP informando sua CIP, População e CIP per capita para o ano de 2016 para os municípios supracitados incluindo Porto Alegre.

Tabela 24 – Custos de Operacionalização da CIP dos municípios de Contagem, Belo Horizonte, Cuiabá e Porto Alegre no ano de 2016

Município	UF	% CIP para Operacionalização da Cobrança	Custo (R\$) de operacionalização da Cobrança	CIP (R\$)	População (hab.)	CIP (R\$) per capita
Belo Horizonte	MG	2,00%	2.572.015,77	128.600.788,29	2.513.451	R\$ 51,17
Contagem	MG	1,00%	394.264,10	39.426.410,01	653.800	R\$ 60,30
Cuiabá	MT	1,00%	425.893,44	42.589.344,01	585.367	R\$ 72,76
Porto Alegre	RS	3,18%	1.653.923,74	51.935.441,12	1.481.019	R\$ 35,07

2.8.3 Análise de contratos de expansão, modernização, operação e manutenção

Esta seção apresenta análises referentes aos contratos anteriores e vigentes de expansão, modernização, operação e manutenção da rede de iluminação pública de Porto Alegre.

2.8.3.1 Contratos de manutenção

Em relação aos contratos de manutenção, o município conta com 12 equipes de manutenção corretiva contratadas com capacidade estimada para a manutenção de aproximadamente 5.000 pontos por mês, valor que representa o número de 60.000 pontos readequados por ano. Além dessas equipes, a Divisão de Iluminação Pública possui uma equipe própria de sobreaviso para emergências (queda de postes e etc.).

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 25 – Equipes de manutenção corretiva

Funcionamento Diário Manutenção Corretiva	
Equipes De Trabalho De Manutenção	
12 equipes contratadas: 6 equipes zona norte e 6 equipes zona sul	Cada equipe estruturada com: Motorista, ajudante de eletricista, eletricista, caminhão com cesto elevatório e demais ferramentas
Empresa Sadenco - IPNL-01	Centro Histórico, Cidade Baixa, Bom Fim, Rio Branco, Azenha, Santana, Sta. Cecília, Farroupilha, Independência, Avenidas.
Empresa Sadenco - IPNL-02	Floresta, São Geraldo, Navegantes, São João, Humaitá, Farrapos. Anchieta, Sta. Maria Goretti, Jd. São Pedro, Jd. Floresta, Jd. Lindoia, São Sebastião, Arquipélago.
Empresa Sadenco - IPNL-03	Sarandi, Rubem Berta, Passo Das Pedras, Jd. D. Leopoldina, Vila Operária, Mário Quintana, Jd. Leopoldina, Sta. Rosa De Lima, Costa E Silva, Parque Santa Fé, Vilas Adjacentes.
Empresa Sadenco - IPNL-04	Bom Jesus, Chácara Das Pedras, Vila Jardim, Jd. Do Salso, Jd. Carvalho, Alto Petrópolis, Vila Ipiranga, Itu-Sabará, Morro Santana.
Empresa Sadenco - IPNL-05	Higienópolis, Mont Serrat, Auxiliadora, Boa Vista, Bela Vista, Petrópolis, Jd. Botânico, Jd. Salso, Jd. Carvalho, Cristo Redentor, Passo Da Areia, Três Figueiras, Moinhos De Vento, Jd. Europa.
Empresa Sadenco - IPNL-06	Praças e Parques Zona Norte.
Empresa Mercúrio - IPSO-01	Nonoai, Tristeza, Vila Assunção, Cavahada, Cristal, Santa Tereza, Teresópolis, Camaquã, Sétimo Céu.
Empresa Mercúrio - IPSO-02	Partenon, Cel. Aparício Borges, Santo Antônio, São Jose, Lomba Do Pinheiro, Agronomia, Vila Joao Pessoa, Medianeira, Menino Deus, Santana.
Empresa Mercúrio - IPSO-03	Cascata, Gloria, Belém Velho, Hípica, Aberta Dos Morros, Campo Novo, Vila Nova, Guarujá, Ipanema, Serraria, Zona Indefinida 01 (Campo Novo / Hípica), Espirito Santo, Jardim Isabel.
Empresa Mercúrio - IPSO-04	Restinga, Pitinga, Chapéu Do Sol, Belém Novo, Lami, Lageado, Ponta Grossa, Boa Vista Do Sul, São Caetano, Extrema.
Empresa Mercúrio IPSO-05	Praças e Parques Zona Sul
Empresa Mercúrio IPSO-06	Avenidas

A

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 25 apresenta as áreas de atuação de cada uma das empresas, as equipes são estruturadas com: motorista, ajudante de eletricista, eletricista, caminhão com cesto elevatório e demais ferramentas. A Tabela 26, apresenta as informações globais dos contratos responsáveis pela manutenção das áreas descritas anteriormente.

Tabela 26 – Contratos de Operação e Manutenção

Contratos de Manutenção					
Sadenco Sul Americana de Engenharia e Comércio LTDA			Concorrência: 02.08300.15.1		
Contrato/ Termo aditivo (TA)	Valor Global	Serviços	Equip.	Assinatura	Término da Vigência
Contrato	2.634.997,20	1.317.498,60	1.317.498,60	15/06/2015	14/06/2016
1º TA	2.819.447,00	1.409.723,50	1.409.723,50	18/06/2016	18/06/2017
2º TA	2.916.753,40	1.458.376,70	1.458.376,70	29/05/2017	-
3º TA	2.475.963,80	1.237.981,90	1.237.981,90	29/07/2017	29/07/2018
Instaladora Mercúrio LTDA			Concorrência: 02.08300.15.1		
Contrato/ Termo aditivo (TA)	Valor Global	Serviços	Equip.	Assinatura	Término da Vigência
Contrato	2.651.105,88	2.221.626,73	429.479,15	24/06/2015	23/06/2016
1º TA ¹⁶	2.651.105,88	2.221.626,73	429.479,15	16/05/2017	16/09/2017
2º TA	2.234.641,68	Obs.: redução de R\$ 416.464,20 em relação ao valor do termo original			

O valor dos termos aditivos (TA's) dos contratos de manutenção, relacionados anteriormente, foi reduzido em virtude de supressão de uma equipe em relação ao ano anterior (2017-2018 em relação ao ano de contrato 2016-2017) para cada um dos contratos de operação e manutenção com Sadenco e Mercúrio.

O município apresentou informação relativa às despesas liquidadas a partir do ano de 2012. As despesas foram consolidadas por ano e segmentadas de acordo com sua modalidade, conforme se apresenta na Tabela 27.

¹⁶ O Termo Aditivo foi para prorrogação do contrato sem alteração do valor de contratação inicial.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 27 – Despesas liquidadas registradas de acordo com a data de liquidação por modalidade e (valores em reais)

Ano	Arrecadação da CIP (R\$)	Pagamento de Energia Elétrica c/ Custo de arrecadação (R\$)	Conservação da Rede de IP (operação, manutenção, expansão e modernização)	Materiais Elétricos (R\$)	Serviços de Engenharia (terceiros)	Outras despesas ¹⁷
2013	30.621.990,34	14.704.978,77	5.819.288,33	1.469.410,90	-	357.916,09
2014	31.417.548,33	16.850.845,08	17.216.837,21	2.139.667,03	411.232,13	12.630,00
2015	48.833.637,11	27.191.132,97	11.415.818,42	2.231.381,36	685.483,10	121.807,85
2016	51.935.441,12	28.145.970,38	18.397.704,10	4.113.238,90	470.416,13	31.162,58
2017¹⁸	30.989.328,04	14.730.263,14	3.657.266,74	1.463.268,12	197.912,54	4.240,40

No ano de 2016 observa-se que subtraindo das despesas liquidadas (R\$ 18.397.704,10) o custo correspondente a operação e manutenção do parque (R\$ 5.269.994,40), conforme apresentado na Tabela 26, o investimento em obras de expansão e modernização foi superior a R\$ 12,5 milhões.

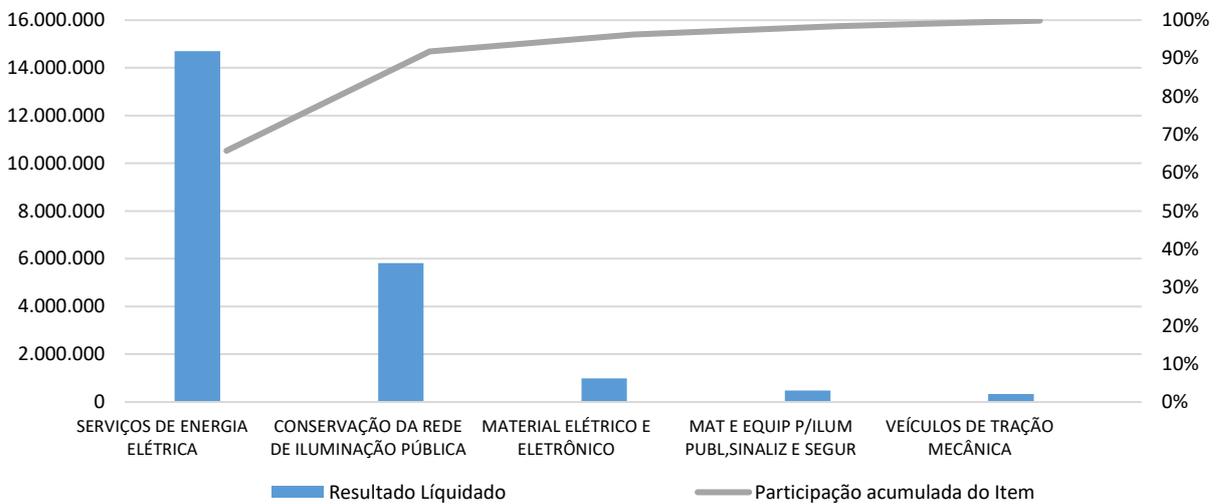
A avaliação das despesas liquidadas a partir de 2013, extraídas do arquivo “Despesas liquidadas FUMIP” com a identificação das despesas liquidadas até o mês de agosto do ano de 2017, são resumidas a seguir.

¹⁷ Outras despesas: Aquisição de *Softwares* de Base, Diárias, Diversas indenizações e restituições, Equipamentos de Processamento de dados, Locação de Máquinas Pesadas, passagens aéreas, serviço de coleta de resíduos sólidos, treinamento, uniformes e veículos.

¹⁸ Os valores do ano de 2017 informados na tabela anterior referem-se ao período até julho.

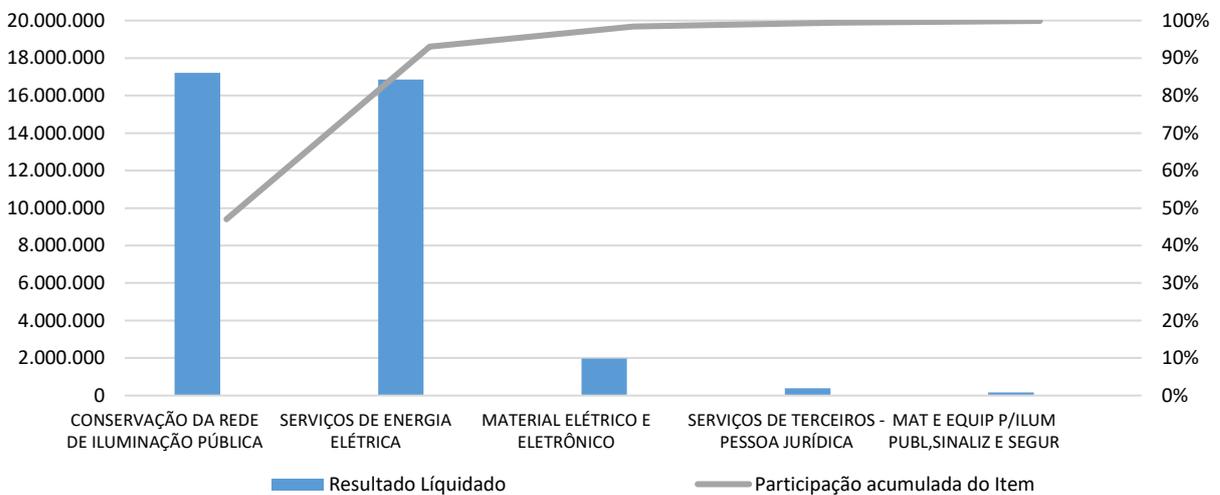
Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 11 – Despesas Liquidadas em 2013, com indicação da participação da modalidade de despesa em relação ao total



O custo da energia e os contratos de conservação das despesas representaram 91% do total das despesas do parque de iluminação pública no exercício de 2013.

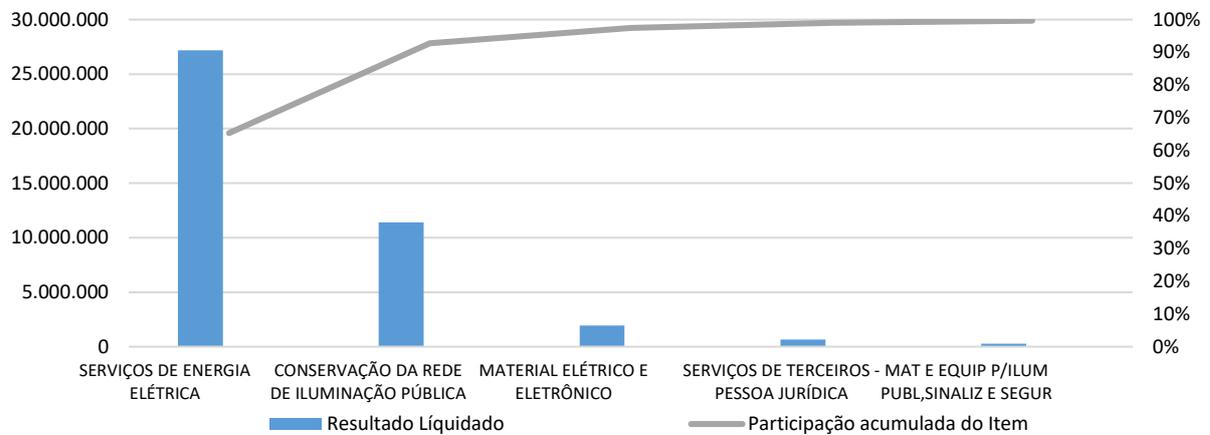
Gráfico 12 – Despesas Liquidadas em 2014, com indicação da participação da modalidade de despesa em relação ao total



No ano de 2014, a participação da modalidade de despesa relacionada com a conservação da rede de iluminação Pública e fornecimento de energia elétrica representou 93% das despesas totais. É importante destacar o crescimento das despesas de conservação no referido ano pode ser explicado, sobretudo, pela execução de contratos de expansão e modernização.

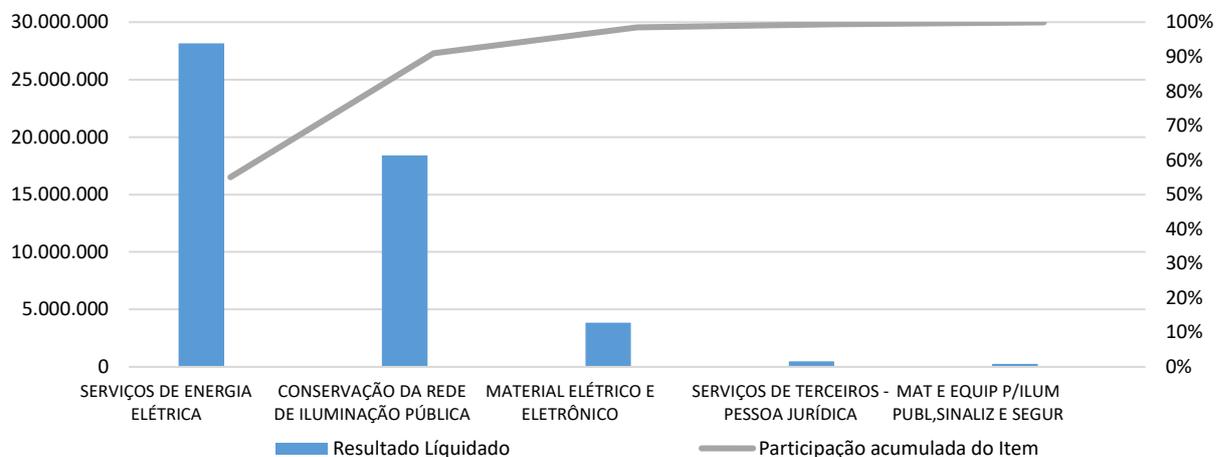
Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 13 – Despesas Liquidadas em 2015, com indicação da participação da modalidade de despesa em relação ao total



No ano de 2015, a participação da modalidade de despesa se resume na conservação da rede de iluminação pública e fornecimento de energia elétrica, representando 92,72% das despesas totais.

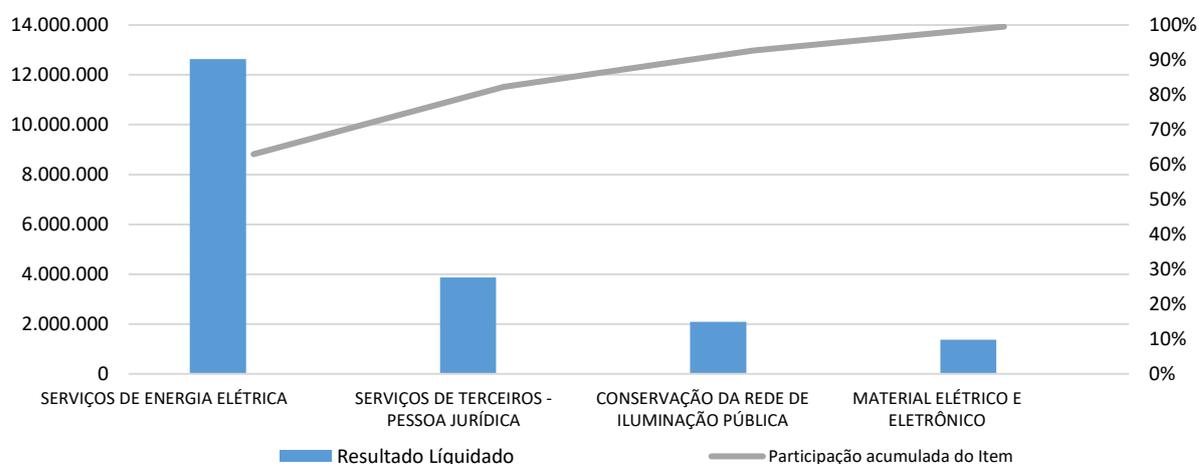
Gráfico 14 – Despesas Liquidadas em 2016, com indicação da participação da modalidade de despesa em relação ao total



No ano de 2016, a participação da modalidade de despesa sobre conservação da rede de iluminação pública e fornecimento de energia elétrica representaram 90,98% das despesas totais.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 15 – Despesas Liquidadas em 2017 (até o mês de agosto), com indicação da modalidade de despesa em relação ao total



Por fim, até o mês de agosto do ano de 2017, as despesas com energia elétrica e conservação da rede de IP (operação, manutenção, expansão e modernização) representaram 91,69% das despesas totais.

As informações de consumo apresentadas nesse tópico evidenciam a expressiva participação da rubrica consumo de energia elétrica na composição dos custos totais do sistema. Os estudos apresentados ao longo dessa análise destacaram o crescente custo da tarifa de energia elétrica, sobretudo quando ocorre a incidência de bandeira vermelha.

O crescimento no número de pontos, resultante da conclusão de contratos de expansão, também contribuiu para a elevação do consumo indicado. Contudo, a adoção de tecnologias mais modernas resultou em uma redução do consumo médio por ponto.

Essa tendência de redução se mostrou muito relevante uma vez que os reflexos positivos dessa redução ocorreram simultaneamente à adoção das bandeiras tarifárias com consequente elevação dos valores praticados.

2.8.3.2 Contratos de Modernização e Expansão formalizados a partir de 2013

O município relacionou os contratos de expansão e modernização formalizados a partir de 2013. Os contratos foram agrupados de acordo com ano da celebração na sequência dessa análise. O resumo dos contratos de expansão em execução a partir do ano de 2013 é apresentado a seguir:

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 28 – Contratos de expansão - Ano 2013

Objeto	Situação	Característica	Nº de pontos	Investimento (R\$)	Investimento por ponto (R\$)
Contratação de serviços de engenharia para substituição de 24 projetores da iluminação dos postes de 45 metros existentes no Parque Marinha do Brasil	Concluída	Modernização	24	139.132,64	5.797,19
Serviço de engenharia para execução de extensão de redes de distribuição para atender a iluminação pública em diversos logradouros de Porto Alegre (lote 1)	Concluída	Expansão	188	885.756,67	4.711,47
Serviço de engenharia para execução de extensão de redes de distribuição para atender a iluminação pública em diversos logradouros de Porto Alegre (lote 2)	Concluída	Expansão	452	3.729.284,05	8.250,63
Serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública dos túneis inferior e superior da Elevada da Conceição	Concluída	Expansão	379	492.329,88	1.299,02
Serviço de engenharia para execução de extensão de redes de distribuição para atender a iluminação pública em diversos logradouros de Porto Alegre (lote 3)	Concluída	Expansão	256	2.466.198,50	9.633,59
Serviço de engenharia para implantação e complementação de iluminação pública em diversas praças de Porto Alegre (lote i)	Concluída	Expansão	583	924.994,78	1.586,61
Serviço de engenharia para implantação e complementação de iluminação pública em diversas praças de Porto Alegre (lote ii)	Concluída	Expansão	596	990.253,16	1.661,50
Serviço de engenharia para implantação e complementação de iluminação pública em diversas praças de Porto Alegre (lote iii)	Concluída	Expansão	762	1.278.686,22	1.678,07
Valor total dos investimentos			3.240	10.906.635,90	3.366,25

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 29 – Contratos de Expansão – 2014

Objeto	Situação	Característica	Nº de pontos	Investimento (R\$)	Investimento por ponto (R\$)
Contratação de serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública do Anfiteatro Pôr-do-sol	Concluída	Expansão	52	219.191,91	4.215,23
Contratação de serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública das Elevadas da Conceição	Concluída	Expansão	72	434.067,74	6.028,72
Contratação de serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública do Parque Farroupilha	Concluída	Expansão	621	1.482.352,89	2.387,04
Serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública da Avenida Castelo Branco (atual Avenida Da Legalidade e da Democracia)	Concluída	Expansão	174	1.670.635,88	9.601,36
Serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública da Praça Carlos Simão Arnt (encol)	Concluída	Expansão	121 (36 Pt.LED)	502.163,85	4.150,11
Contratação de serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública do Parque Marinha do Brasil	Concluída	Expansão	491	1.361.136,15	2.772,17
Serviços de engenharia para execução de iluminação artística do Monumento Bento Gonçalves, local Praça Piratini s/nº, incluindo a instalação de rede de distribuição de energia para os pontos de iluminação executados	Concluída	Expansão	7	89.500,00	12.785,71
Serviços de engenharia para execução de iluminação artística do Monumento O Laçador E Sítio, local Av. Dos Estados s/nº, incluindo instalação de rede de distribuição de energia para os pontos de iluminação executados	Concluída	Expansão	7	99.328,40	14.189,77
Serviços de engenharia para execução de iluminação artística do Monumento Ponte De Pedra, local Praça Açores s/nº,	Em andamento	Expansão	44	470.000,00	10.681,82

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Objeto	Situação	Característica	Nº de pontos	Investimento (R\$)	Investimento por ponto (R\$)
incluindo instalação de rede de distribuição de energia para os pontos de iluminação executados					
Serviço de engenharia para reformulação da iluminação pública da Avenida Guaíba, entre as Ruas Dea Coufal e Eng. Coelho Parreira	Concluída	Expansão	230	410.906,22	1.786,55
Valor total dos investimentos			1.819,00	6.739.283,04	3.704,94

Tabela 30 – Contratos de expansão - 2015

Objeto	Situação	Característica	Nº de pontos	Investimento (R\$)	Investimento por ponto (R\$)
Contratação de serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública do Parque Moinhos De Vento	Concluída	Expansão	347 (136 Pt.LED)	1.325.946,07	3.821,17
Contratação de serviços de engenharia para instalação de novos pontos de iluminação pública e complementação da eficiência do sistema de iluminação pública de Porto Alegre	Concluída	Modernização	3198	2.252.769,98	704,43
Serviço de engenharia para implantação e complementação de iluminação pública em diversas praças de Porto Alegre (lote iv)	Concluída	Expansão	780	2.346.659,05	3.008,54
Execução das obras integrantes do projeto de revitalização da orla do Guaíba	Em andamento	Revitalização	3.700	R\$65.744.034,35¹⁹	Não aplicável²⁰
Valor total dos investimentos			4.325,00	5.925.375,10	1.370,03

¹⁹ Valor apurado segundo o contrato do Processo Nº 002.081000.15.4 e dois termos aditivos disponíveis no link http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smgae/default.php?reg=22&p_secao=66

²⁰ A obra prevê diversos outros serviços de revitalização de tal forma que o investimento não se limita à iluminação pública.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 31 – Contratos de expansão – 2016

Objeto	Situação	Característica	Nº de Pontos	Investimento (R\$)	Investimento por ponto (R\$)
Contratação de serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública do centro histórico e entorno da Rua Padre Chagas	Em andamento	Expansão	1497	9.122.299,45	6.093,72
Contratação de serviços de engenharia para instalação e reformulação da iluminação pública dos viadutos Dom Pedro I e Largo Telmo Thompson Flores, Viaduto Açorianos, Viaduto Imperatriz Dona Leopoldina e Viaduto Tiradentes	Concluída	Expansão	200	1.074.694,07	5.373,47
Contratação de serviços de engenharia para instalação e reformulação da iluminação pública na Av. Érico Veríssimo - trecho entre Av. Ipiranga e Av. Venâncio Aires – e Trevo Carrion Júnior	Concluída	Expansão	297	1.749.984,28	5.892,20
Recolocação e substituição de postes de iluminação pública com equipamentos e identificação, georreferenciamento e cadastramento de luminárias em diversos logradouros de Porto Alegre	Concluída	Modernização	384 (64 Pt.LED)	1.316.500,00	3.428,39
Serviços de engenharia para revitalização da iluminação pública do entorno e vão móvel da Ponte do Lago Guaíba	Em andamento	Expansão	76	1.368.388,87	18.005,12
Valor total dos investimentos			2.454	14.631.866,67	5.962,46

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

A Tabela 32, consolida os investimentos contratados por ano e ainda apresenta o valor do consumo de energia elétrica dos respectivos anos bem como o valor arrecadado da CIP:

Tabela 32 – Investimentos contratados por ano, com a indicação do consumo de energia elétrica e arrecadação da CIP (valores em reais)

Ano	Valor da CIP	Investimentos contratados	Fatura de Energia	Saldo
2013	30.621.990,34	10.906.635,90	12.988.487,83	17.633.502,51
2014	31.417.548,33	6.739.283,04	15.121.365,65	16.296.182,68
2015	48.833.637,11	5.925.375,10	26.128.138,74	22.705.498,37
2016	51.935.441,12	14.631.866,67	23.374.154,93	28.561.286,19

Fonte: Faturas de Energia agrupadas pelo período de competência.

Em relação aos contatos apresentados destacam-se alguns aspectos apresentados na Tabela 33.

Tabela 33 – Contratos de Extensão de redes

Objeto	Extensão da Rede	Distância média entre os pontos	Investimento (R\$)
Serviço de engenharia para execução de extensão de redes de distribuição para atender a iluminação pública em diversos logradouros de Porto Alegre (lote 1)	6,1 km	32,4 m	885.756,67
Serviço de engenharia para execução de extensão de redes de distribuição para atender a iluminação pública em diversos logradouros de Porto Alegre (lote 2)	14,2 km	31,4 m	3.729.284,05
Serviço de engenharia para execução de extensão de redes de distribuição para atender a iluminação pública em diversos logradouros de Porto Alegre (lote 3)	8,4 km	32,8 m	2.466.198,50
Valor total dos investimentos			7.081.239,22

Os dados indicados na Tabela 33 são destacados em virtude da sinalização de locais com carência de iluminação pública, onde não há rede de energia elétrica ou rede de baixa tensão da distribuidora local. Nesse aspecto, cabe aclarar que o serviço de extensão de rede depende

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

de aprovação de projeto da concessionária de energia elétrica, CEEE, uma vez que são necessárias reestruturações nas redes desta concessionária. Dessa forma, pode ocorrer aumento sensível nos custos de expansão a fim de atender a essas demandas.

As obras de modernização e expansão acima apresentadas refletiram positivamente na redução do consumo médio por ponto de IP, sobretudo a partir do ano de 2015 conforme se observa na Tabela 19.

A redução do consumo médio por ponto ao longo desses anos reflete a adoção de tecnologias mais modernas. Entre os contratos que contribuíram para a melhoria desse coeficiente destacam-se os apresentados na Tabela 34 a seguir:

Tabela 34 – Contratos de expansão com implantação de luminárias LED e modernização de pontos anteriormente de vapor de mercúrio por vapor de Sódio e Vapor Metálico

Ano de início das obras	Objeto	Situação	Descrição dos serviços	Característica	Nº de Pontos	Investimento (R\$)
2014	Serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública da Avenida Castelo Branco (atual Avenida Da Legalidade e da Democracia)	Concluída	Total de pontos: 174 pontos de luz – tecnologia LED – e sistema de telemetria; 174 postes; incluindo a substituição das redes elétricas subterrâneas;	Expansão	174	1.670.635,88
2014	Serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública da Praça Carlos Simão Arnt (encol)	Concluída	Pontos de luz instalados no parque: 121 pontos de luz (destes 36 com tecnologia LED), incluindo a substituição dos postes e redes elétricas subterrâneas.	Expansão	121 (36 Pt.LED)	502.163,85
2015	Contratação de serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública do Parque Moinhos de Vento	Concluída	Pontos de luz instalados no parque: 347 pontos de luz (destes 136 com tecnologia LED), incluindo a substituição dos postes e redes elétricas subterrâneas.	Expansão	347 (136 Pt.LED)	1.325.946,07
2015	Contratação de serviços de engenharia para instalação de novos pontos de iluminação pública e complementação da eficiência do sistema de iluminação pública de Porto Alegre	Concluída	Pontos de luz a serem instalados: 3.198 pontos de luz eficientizados (substituição de luminária com lâmpada vapor de mercúrio para luminária com tecnologia vapor de sódio e vapor metálico. Inclui substituição de postes e braços de iluminação pública)	Modernização	3198	2.252.769,98

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Ano de início das obras	Objeto	Situação	Descrição dos serviços	Característica	Nº de Pontos	Investimento (R\$)
2016	Contratação de serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública do centro histórico e entorno da Rua Padre Chagas	Em andamento	Substituição de 1.497 pontos de luz por tecnologia LED (incluindo a substituição dos postes e redes elétricas subterrâneas em alguns trechos)	Expansão	1497	9.122.299,45
2016	Contratação de serviços de engenharia para instalação e reformulação da iluminação pública dos viadutos Dom Pedro I e Largo Telmo Thompson Flores, Viaduto Açorianos, Viaduto Imperatriz Dona Leopoldina e Viaduto Tiradentes	Concluída	Pontos de luz a serem instalados/substituídos: 200 pontos de luz com tecnologia LED (incluindo a instalação dos postes e redes elétricas subterrâneas)	Expansão	200	1.074.694,07
2016	Contratação de serviços de engenharia para instalação e reformulação da iluminação pública na Av. Érico Veríssimo - trecho entre Av. Ipiranga e Av. Venâncio Aires – e Trevo Carrion Júnior	Concluída	Pontos de luz a serem instalados/substituídos: 297 pontos de luz com tecnologia LED (incluindo a instalação dos postes e redes elétricas subterrâneas)	Expansão	297	1.749.984,28
2016	Recolocação e substituição de postes de iluminação pública com equipamentos e identificação, georreferenciamento e cadastramento de luminárias em diversos logradouros de Porto Alegre	Concluída	Pontos de luz a serem reinstalados: 384 pontos de luz, sendo 64 com tecnologia LED	Modernização	384 (64 Pt.LED)	1.316.500,00
2016	Serviços de engenharia para revitalização da iluminação pública do entorno e vão móvel da Ponte Do Lago Guaíba	Em andamento	Total de pontos: 76 pontos de luz – tecnologia LED - Incluindo a substituição das redes elétricas subterrâneas; *PROJETO CONTRATADO	Expansão	76	1.368.388,87
Valor total dos investimentos					6.294,00	20.383.382,45

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Os contratos relacionados na tabela acima são relativos aos investimentos em tecnologias mais econômicas que as adotadas anteriormente. O contrato de 2015, no valor de R\$ 2.252.769,98 para modernização de 3.198 pontos, previa a substituição desse número de pontos que utilizavam as luminárias de Vapor de Mercúrio por luminárias de Vapor Metálico e Vapor de Sódio. Além desse, os demais contratos de expansão previam a adoção de luminárias LED.

A redução do consumo médio por ponto ocorreu em momento oportuno, tendo em vista que no mesmo período, o valor da tarifa de energia elétrica apresentou acentuado reajuste influenciado, sobretudo, pela incidência de bandeira vermelha.

Os contratos de expansão com obras em andamento são apresentados na Tabela 35.

Tabela 35 – Contratos de expansão em vigor (valores em reais)

Contrato (Ano)	Objeto	Nº de pontos	Investimento (R\$)	Investimento por ponto
2014	Serviços de engenharia para execução de iluminação artística do Monumento Ponte De Pedra, local Praça Açores s/nº, incluindo instalação de rede de distribuição de energia para os pontos de iluminação executados	44	470.000,00	10.681,82
2015	Execução das obras integrantes do projeto de revitalização da orla do Guaíba	3.700	65.744.034,35 ²¹	Não aplicável ²²
2016	Contratação de serviços de engenharia para reformulação da iluminação pública do centro histórico e entorno da Rua Padre Chagas	1.497	9.122.299,45	6.093,72
2016	Serviços de engenharia para revitalização da iluminação pública	76	1.368.388,87	18.005,12

²¹ Valor apurado segundo o contrato do Processo Nº 002.081000.15.4 e dois termos aditivos disponíveis no link http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smgae/default.php?reg=22&p_secao=66

²² A obra prevê diversos outros serviços de revitalização de tal forma que o investimento não se limita à iluminação pública.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Contrato (Ano)	Objeto	Nº de pontos	Investimento (R\$)	Investimento por ponto
	do entorno e vão móvel da Ponte do Lago Guaíba			
Valor total dos investimentos		5.317	76.704.722,67	6.778,41

O Contrato formalizado no exercício de 2014 com a empresa MONTEBRAS MONTAGENS ELÉTRICAS LTDA tem por objeto a implantação de 44 novos pontos para iluminação artística no monumento Ponte de Pedra. Essa implantação representa um investimento de R\$ 470.000,00, sendo que R\$ 69.700,96 são relativos à prestação do serviço, R\$ 358.853,55 são relativos aos materiais e R\$ 41.455,49 são correspondentes à utilização dos equipamentos. A conclusão das obras está prevista para o mês de março de 2018.

O Contrato celebrado em 2016 com a empresa SADENCO SUL AMERICANA DE ENGENHARIA E COMERCIO LTDA, no valor global de R\$ 1.368.388,87 para a execução de serviços de engenharia para revitalização da iluminação pública do entorno e vão móvel da ponte Guaíba, prevendo a implantação de 76 pontos de luz com tecnologia LED, incluindo a substituição das redes elétricas subterrâneas. Do valor global informado, R\$ 243.108 são relativos à prestação dos serviços, R\$ 1.057.988 relativos ao emprego de materiais e R\$ 67.292 referentes a utilização de equipamentos. A conclusão das obras está prevista para o mês de março de 2018.

O Contrato celebrado em 2016 com o consórcio SADENCO-CRISTEL, no valor global de R\$ 9.112.219,45 para a execução de serviços de engenharia visando à substituição do sistema de iluminação pública em diversos logradouros do município (substituição de 1.497 pontos de luz por tecnologia LED, incluindo a substituição dos postes e redes elétricas subterrâneas em alguns trechos). Do valor global informado, R\$ 649.214,95 são relativos à prestação dos serviços, R\$ 7.753.203,71 relativos ao emprego de materiais e R\$ 789.880,79 referentes à utilização de equipamentos. A conclusão das obras estava prevista para o mês de dezembro de 2017.

2.8.4 Resumo das informações financeiras

O estudo apresentou as informações relativas ao histórico recente de arrecadação da CIP, do consumo de energia elétrica do parque de iluminação pública do município de Porto Alegre e

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

ainda a análise dos contratos de expansão e modernização, operação e manutenção do Parque.

O consumo de energia elétrica apresentou-se como a despesa mais representativa entre as que compõem os custos para manutenção, operação, modernização e expansão do Parque de Iluminação Pública do município de Porto Alegre. Nessa análise, constatou-se que as despesas com o consumo de energia elétrica apresentam média histórica de 53% da arrecadação da CIP entre janeiro de 2015 e dezembro de 2017.

A publicação da Medida Provisória (MP) n.º 579, em 2012, visando à desoneração da tarifa de eletricidade para os consumidores, a partir da redução de alguns encargos setoriais incidentes sobre as tarifas, resultou na descapitalização das empresas do setor. A redução dos investimentos decorrente dessa descapitalização associada à crise de abastecimento hídrico, que demandou o acionamento das usinas termoeletricas em 2015, contribuíram para a expressiva elevação da tarifa de energia elétrica naquele ano.

A elevação dos valores relativos à tarifa de energia elétrica foi muito representativa na composição da Inflação aferida pelo INPC, superior a 10% em 2015.

Os investimentos realizados pelo município, em seus projetos de modernização e expansão, optaram pela adoção de tecnologias mais eficientes em relação às anteriormente utilizadas. Esses investimentos foram cruciais já que contribuíram para a redução do consumo médio por ponto, em um contexto de elevação de preços.

Em relação ao Fundo de Iluminação Pública (FUMIP), segundo balanço patrimonial do mês de agosto de 2017 disponibilizado pela Prefeitura de Porto Alegre, há aproximadamente R\$ 10 milhões de reais em caixa.

Os resultados apresentados nesse estudo serão refletidos nas demais análises pertinentes ao parque de iluminação pública de Porto Alegre e indicarão as possibilidades de modernização que representem o melhor custo benefício para o município.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

3 METODOLOGIA DE INSPEÇÃO

As inspeções das vias de circulação de veículos e de pedestres, das ciclovias e das praças foram fundamentais para avaliação das condições da rede de iluminação pública, conforme se apresentam em campo. Foram avaliadas as condições técnicas, conforme critérios normativos expressos pela NBR 5101. Não obstante, foram observados aspectos de operação e manutenção do parque de IP ao se realizar as medições. Levantou-se fatores adversos, como exemplo, poda insuficiente de árvores e lâmpada apagada, para que o estudo, em futura análise, aponte na proposição de soluções adequadas para correção dos problemas.

A seguir, é apresentada a metodologia adotada para inspeção de cada ambiente, indicando os critérios de avaliação adotados.

3.1 Critérios de avaliação da qualidade de iluminação

São apresentados os principais critérios de avaliação da qualidade de iluminação pública, elucidando parâmetros sob avaliação e respectivas exigências de vias de circulação de veículos e pedestres.

3.1.1 Iluminância média

A iluminância média, como o nome sugere, consiste no valor médio de cada uma das medições locais de iluminância realizadas. Em resumo, diz respeito à quantidade de luminosidade observada no ambiente.

$$E_{MED} = \frac{\sum E_{LOCAL}}{n_{LOCAIS}}$$

Onde,

- E_{MED} é o valor de iluminância média;
- E_{LOCAL} é o valor de cada medida de iluminância realizada no ambiente;
- n_{LOCAIS} é o quantitativo de medições de iluminância realizadas no ambiente.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

3.1.2 Fator de Uniformidade da Iluminância

O fator de uniformidade é calculado pela razão entre a menor iluminância registrada ao longo das medições realizadas e a iluminância média previamente calculada. Como o nome sugere, reflete o quão uniformemente iluminado o ambiente inspecionado está. Deseja-se que a iluminação ambiente seja a mais uniforme possível, minimizando pontos de sombreamento. Tem-se que:

$$U = \frac{E_{MIN}}{E_{MED}}$$

Onde,

- U é o fator de uniformidade;
- E_{MIN} é o valor de iluminância mínima;
- E_{MED} é o valor de iluminância média.

3.1.3 Luminância Média Mínima

A luminância média (L_{MED}) é valor médio da luminância na área delimitada pela malha de pontos considerada, ao nível da via. A metodologia de cálculo é semelhante à que é definida para obtenção da iluminância média, sendo medida em candelas por metro quadrado (cd/m^2).

3.1.4 Uniformidade Global da Luminância

Semelhantemente ao fator de uniformidade da iluminância, calcula-se a uniformidade global da luminância (U_0) a partir do quociente entre a luminância mínima e a luminância média. Além disso, pode-se concluir que o objetivo para determinação de U e U_0 são os mesmos, sendo estes para iluminância e luminância, respectivamente.

3.1.5 Avaliação de adequabilidade

A iluminância média e o fator de uniformidade são os principais fatores para avaliação da qualidade de iluminação de um ambiente. Esses fatores são complementares, de forma que o atendimento a apenas um dos critérios não é suficiente para garantir a qualidade de iluminação do logradouro inspecionado. Nesse sentido, para avaliação da qualidade de iluminação de cada ambiente, os critérios luminotécnicos de iluminância média e

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

uniformidade foram comparados com valores normativos dados pela ABNT NBR 5101, bem como os critérios de luminância média e a uniformidade global da luminância, que são complementares ao atendimento da norma para as vias V1, V2 e V3, para as simulações.

Os requisitos mínimos acerca da qualidade de iluminação de cada ambiente variam conforme sua aplicação. No caso de vias para circulação de veículos, os requisitos de iluminação são relacionados com velocidade de circulação, volume de tráfego, bem como característica de circulação da via para o tráfego do município (local, coletora, arterial e vias de trânsito rápido).

Segundo esses aspectos a ABNT NBR 5101 classifica vias de circulação de veículos conforme seus requisitos de classes de iluminação, em V1, V2, V3, V4 ou V5. Os requisitos mínimos de iluminação de cada classe de iluminação viária são expressos na Tabela 36. A ABNT NBR 5101 define ainda como requisito mínimo obrigatório para as classes de iluminação V1, V2 e V3, valores de luminância média e uniformidade global da luminância.

Tabela 36 – Requisitos de Iluminação por tipo de via para circulação de veículos

Classe de Iluminação	Iluminância média mínima $E_{MED,MIN}$ [lux]	Fator de Uniformidade mínimo U_{MIN}	Luminância média mínima $L_{MED,MIN}$ [cd/m^2]	Uniformidade global da luminância média mínima $U_{O MIN}$
V1	30	0,40	2,00	0,40
V2	20	0,30	1,50	0,40
V3	15	0,20	1,00	0,40
V4	10	0,20	0,75	0,40
V5	5	0,20	0,50	0,40

Fonte: ABNT NBR 5101

Segundo a ABNT NBR 5101, o enquadramento de vias nas respectivas classes de iluminação supracitadas ocorre segundo Tabela 37.

Tabela 37 – Enquadramento das vias para circulação de veículos por classe de iluminação

Descrição da via	Classe de iluminação
Vias de trânsito rápido; vias de alta velocidade de tráfego (máxima de 80 km/h) com separação de pistas, sem cruzamentos em nível e com controle de acesso; vias de trânsito rápido em geral; Autoestradas	
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Descrição da via	Classe de iluminação
<p>Vias arteriais; vias de alta velocidade de tráfego (máxima de 60 km/h) com separação de pistas; vias de mão dupla, com cruzamentos e travessias de pedestres eventuais em pontos bem definidos; vias rurais de mão dupla com separação por canteiro ou obstáculo</p> <p>Volume de tráfego intenso Volume de tráfego médio</p>	<p>V1 V2</p>
<p>Vias coletoras; vias de tráfego importante; velocidade máxima de 40 km/h; vias radiais e urbanas de interligação entre bairros, com tráfego de pedestres elevado</p> <p>Volume de tráfego intenso Volume de tráfego médio Volume de tráfego leve</p>	<p>V2 V3 V4</p>
<p>Vias locais; velocidade máxima de 30 km/h; vias de conexão menos importante; vias de acesso residencial</p> <p>Volume de tráfego médio Volume de tráfego leve</p>	<p>V4 V5</p>

Fonte: ABNT NBR 5101

Não há disponibilidade de informações precisas acerca do volume de tráfego nas vias do município. O levantamento dessas informações tampouco é factível de ser realizado ao longo de inspeções locais, uma vez que a maior parte das inspeções ocorre em horários com volume de circulação de veículos abaixo do usual, o que pode incorrer em erros de avaliação. Nesse sentido, a via inspecionada foi enquadrada em uma classe de iluminação correspondente, segundo critério de correlação expresso na Tabela 38, baseado em outros estudos de modernização de iluminação pública, e em concordância com a DIP.

Tabela 38 – Critérios de classificação de vias de circulação de veículos quanto à iluminação

Vias de veículos	Critério de classificação das vias	Classe de Iluminação considerada
Vias Arteriais	Vias arteriais que sejam avenidas com mais de 2 faixas de rodagem	V1
	Vias arteriais que sejam ruas e avenidas com até 2 faixas de rodagem	V2
Vias Coletoras	Vias coletoras que sejam avenidas com mais de 2 faixas de rodagem	V2

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Vias de veículos	Critério de classificação das vias	Classe de Iluminação considerada
	Avenidas coletoras com até 2 faixas de rodagem e as vias coletoras que não sejam avenidas com mais de 2 faixas de rodagem	V3
	Vias coletoras que não sejam avenidas com até 2 faixas de rodagem	V4
Vias Locais	Vias locais com mais de 2 faixas de rodagem	V4
	Vias locais com até 2 faixas de rodagem	V5

No que diz respeito às vias e aos locais de circulação de pedestres, os requisitos de iluminação variam conforme zona do município onde o ambiente está instalado e intensidade de utilização. Conforme esses aspectos, a ABNT NBR 5101 classifica vias de circulação de pedestres conforme seus requisitos de iluminação, em classes P1, P2, P3 ou P4. Os requisitos mínimos iluminação de cada classe de iluminação para circulação de pedestres são expressos na tabela a seguir.

Tabela 39 – Requisitos de Iluminação por tipo de via de circulação de pedestres

Classe de Iluminação	Iluminância global média mínima $E_{MED, MIN}$ (lux)	Fator de Uniformidade mínima U_{MIN}
P1	20	0,30
P2	10	0,25
P3	5	0,20
P4	3	0,20

Fonte: ABNT NBR 5101

Segundo a ABNT NBR 5101, o enquadramento de vias nas respectivas classes de iluminação supracitadas ocorre segundo a Tabela 40.

Tabela 40 – Enquadramento das vias para circulação de pedestres por classe de iluminação

Descrição da via	Classe de iluminação
Vias de uso noturno intenso por pedestres (por exemplo, calçadões, passeios de zonas comerciais).	P1
Vias de grande tráfego noturno de pedestres (por exemplo, passeios de avenidas, praças e áreas de lazer).	P2
Vias de uso noturno moderado por pedestres (por exemplo, passeios, acostamentos).	P3

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Descrição da via	Classe de iluminação
Vias de pouco uso por pedestres (por exemplo, passeios de bairros residenciais).	P4

Fonte: ABNT NBR 5101

A partir de medições realizadas nas vias de circulação de pedestres inspecionadas, foram levantados os parâmetros de iluminância média e fator de uniformidade. Esses parâmetros foram comparados com os requisitos de iluminação previstos em norma, obtidos após o enquadramento das respectivas vias em uma das classes de iluminação expressas na ABNT NBR 5101. A classificação de vias de pedestres foi baseada na classificação das vias de veículos uma vez que não há informações seguras e atuais acerca do volume de tráfego em todas as vias de pedestres do município. Os critérios de enquadramento empregados no presente estudo são expressos na Tabela 41, em concordância com a DIP.

Tabela 41 – Critérios de classificação de vias de circulação de pedestres quanto à iluminação

Critério de classificação das vias	Classe de iluminação considerada
Locais com intenso fluxo de pedestres individualmente apurados e entornos de locais de interesse, bem como existência de zonas comerciais e vias classificadas em V1	P1
Vias classificadas em V2	P2
Vias classificadas em V3	P3
Todas as vias V4 e V5	P4

3.2 Vias de circulação

A norma “ABNT NBR 5101: Iluminação Pública – Procedimento” estabelece requisitos mínimos para iluminação de vias públicas de pedestres e veículos, dissertando quanto ao critério de aferição do cumprimento destes requisitos, conforme local sob estudo. A principal grandeza utilizada na avaliação da qualidade de iluminação é a iluminância, grandeza de luminosidade que relaciona o fluxo luminoso perpendicular incidente em uma superfície, e sua respectiva área, dada em lux, pelo sistema internacional de unidades.

Pontos de iluminação não são individualmente avaliados. É necessário levantamento da qualidade de iluminação do ambiente como um todo. Em cada local de inspeção, são

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

realizadas múltiplas medições de iluminância, a fim de que essa avaliação seja completa. Em inspeções conduzidas em vias de circulação de veículos e pedestres, a avaliação da qualidade de iluminação é realizada em conjuntos de três postes de iluminação pública subsequentes no logradouro, avaliando-os segundo critérios a norma relacionada.

Nas inspeções em vias de circulação de veículos e pedestres foram utilizados os seguintes materiais:

- Luxímetro digital MLM-1020, dispositivo utilizado para a medição de iluminância.
- Trena a Laser Super Tech SP40XT; e
- Aplicativo próprio desenvolvido para registro e gestão de medições de iluminância em vias de circulação de veículos e pedestres e das coordenadas geográficas de cada ponto de iluminação pública.

3.2.1 Vias de circulação de veículos

Os pontos de medição nas vias de veículos foram definidos a partir do cruzamento de linhas transversais e longitudinais ao longo da via de veículos, conforme expresso na ABNT NBR 5101, como se segue:

- 9 linhas no sentido transversal da via de veículos, sendo 3 nos eixos dos postes e 3 igualmente distribuídas entre cada par de postes;
- Uma linha de medição longitudinal em cada extremidade da via;
- Uma linha de medição longitudinal no eixo de cada faixa de circulação; e
- Uma linha de medição na linha divisão entre duas faixas de circulação.

Seguindo-se os critérios acima, o número de medições variará conforme o número de faixas de circulação da via. A título de exemplo, em vias com 2 faixas de circulação de veículos foram realizadas 45 medições, enquanto em vias de 4 faixas de circulação de veículos foram realizadas 81 medições.

Essas medições de iluminância foram registradas em tabelas, conforme o número de faixas de circulação das vias. Alguns exemplos de tabelas-modelo empregadas no processo de inspeção de vias são apresentadas nas tabelas Tabela 42, Tabela 43, Tabela 45 e Tabela 46. As linhas das referidas tabelas representam as linhas longitudinais da malha de medição distribuídas

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

uniformemente na largura da via e as colunas representam as linhas transversais da malha de medição distribuídas uniformemente entre cada espaçamento de postes de iluminação pública. As células da tabela representam o ponto de encontro das linhas longitudinais com as linhas transversais da malha de medição.

Tabela 42 – Medições de iluminância em vias de veículos com 2 faixas de circulação

	Poste 1	25%	50%	75%	Poste 2	25%	50%	75%	Poste 3
0%									
25%									
50%									
75%									
100%									

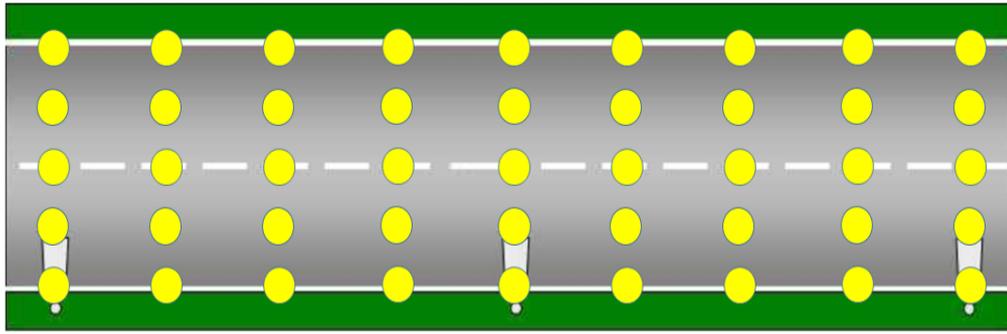
Tabela 43 – Medições de iluminância em vias de veículos com 4 faixas de circulação

	Poste 1	25%	50%	75%	Poste 2	25%	50%	75%	Poste 3
0%									
12,5%									
25%									
37,5%									
50%									
62,5%									
75%									
87,5%									
100%									

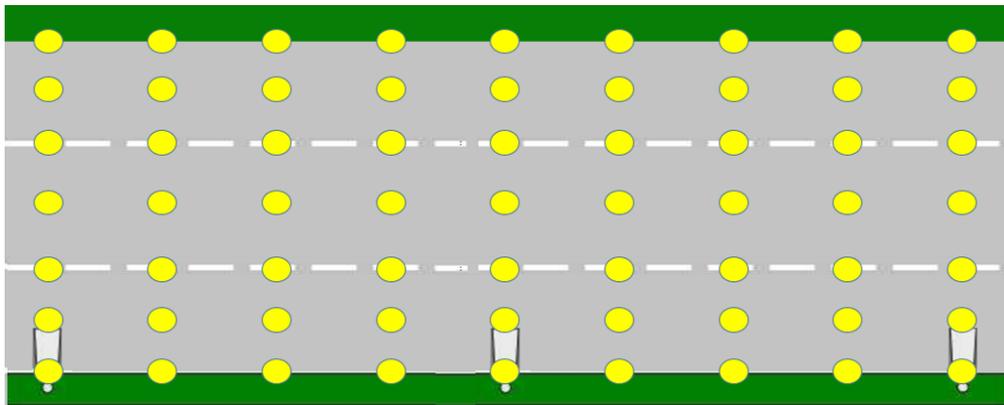
As figuras abaixo ilustram os critérios de medição de iluminância supracitados para algumas configurações de vias, conforme número de faixas de circulação de veículos e tipo de posteação do local. Cada ponto amarelo representa um local para medição de iluminância. Todas as medições possuem como referência um conjunto de três postes subsequentes.

- **Logradouro com 2 faixas de circulação com posteação unilateral (45 medições)**

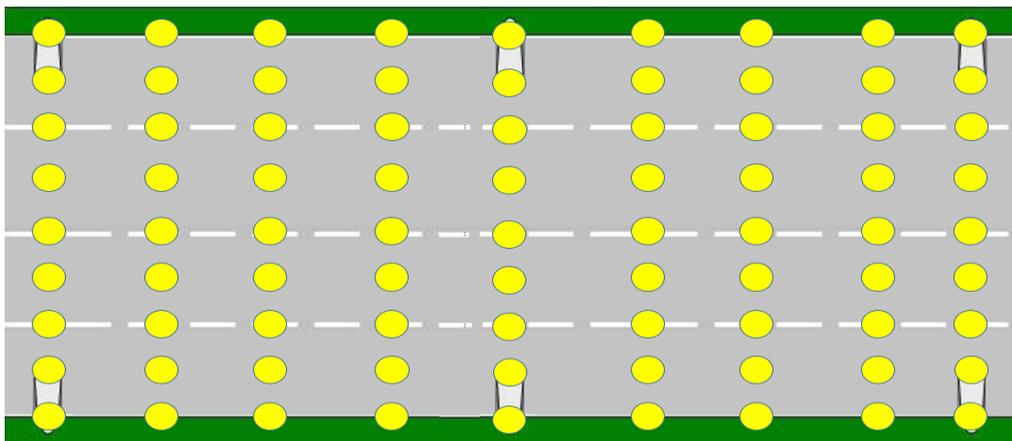
Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública



- Logradouro com 3 faixas de circulação com posteação unilateral (63 medições)

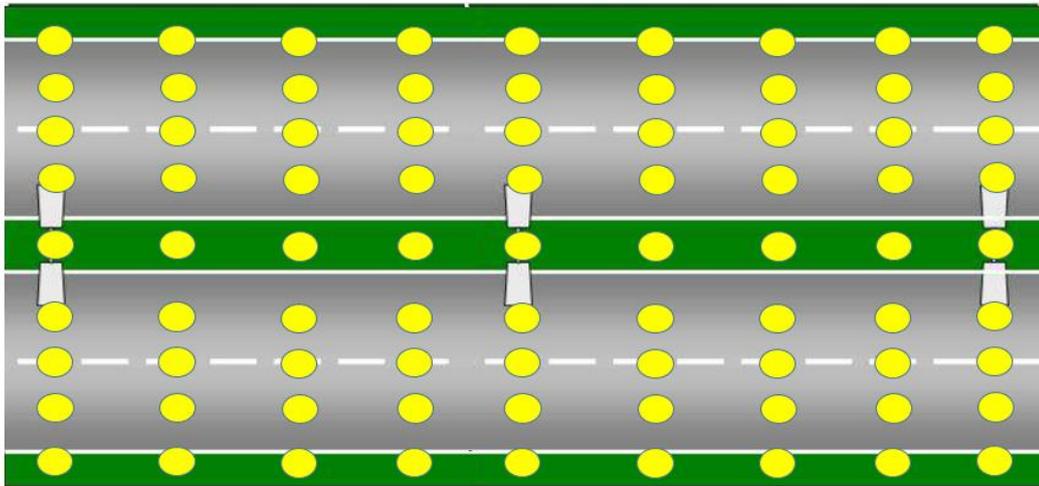


- Logradouro com 4 faixas de circulação com posteação bilateral frontal (81 medições)



- Logradouro de 4 faixas de circulação com posteação no canteiro central (81 medições)

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública



Outras configurações de vias e posteação foram encontradas ao longo das inspeções locais, especialmente no que diz respeito ao número de faixas de circulação de veículos. Nesses locais foram realizados quantitativos distintos de medições, obedecendo aos critérios previamente estabelecidos, como posteriormente detalhado nesse documento.

A Tabela 44 apresenta o resumo da quantidade de medições locais de iluminância conforme número de faixas de circulação da via sob inspeção.

Tabela 44 – Relação do quantitativo de medições de iluminância de vias

Faixas de circulação	Quantitativo de Medições de iluminância
2	45
3	63
4	81
6	117
8	153

3.2.2 Vias de circulação de pedestres

Em vias de circulação de pedestres, o processo de medição é semelhante. Foram realizadas medições de iluminância em passeios e calçadas. Os pontos de medição foram definidos a partir do cruzamento de linhas transversais e longitudinais ao longo da via de pedestres, conforme expresso na ABNT NBR 5101, como se segue:

- 9 linhas no sentido transversal das calçadas e passeios, sendo 3 nos eixos dos postes e 3 igualmente distribuídas entre cada par de postes;

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

- Para passeios e calçadas com largura inferior a 3 m, foi realizada uma medição no eixo longitudinal central da via de pedestre. Para passeios e calçadas com largura superior a 3 m, foram realizadas duas linhas de medições longitudinais espaçadas entre si por uma distância “d” e entre a extremidade da calçada adjacente por uma distância de “d/2”.

Seguindo-se a metodologia de medição para vias de pedestres acima, em calçadas com largura inferior a 3 m, foram realizadas 9 medições de iluminância. Nos casos onde as calçadas apresentarem largura superior a 3 m, foram realizadas 18 medições de iluminância.

Ressalta-se que as medições ocorreram em todas as calçadas e passeios que a via a ser inspecionada apresenta, podendo, dessa forma, existir mais de uma calçada em um logradouro a ser medida. Essas medições de iluminância foram registradas nas tabelas modelo abaixo, conforme largura de vias de pedestres sob inspeção. As linhas das referidas tabelas representam as linhas longitudinais da malha de medição distribuídas uniformemente na largura da via de pedestres e as colunas representam as linhas transversais da malha de medição distribuídas uniformemente entre cada espaçamento de postes de iluminação pública.

Tabela 45 – Medições de iluminância em vias de pedestres com largura inferior a 3 m

	Lum 1	25%	50%	75%	Lum 2	25%	50%	75%	Lum 3
50%									

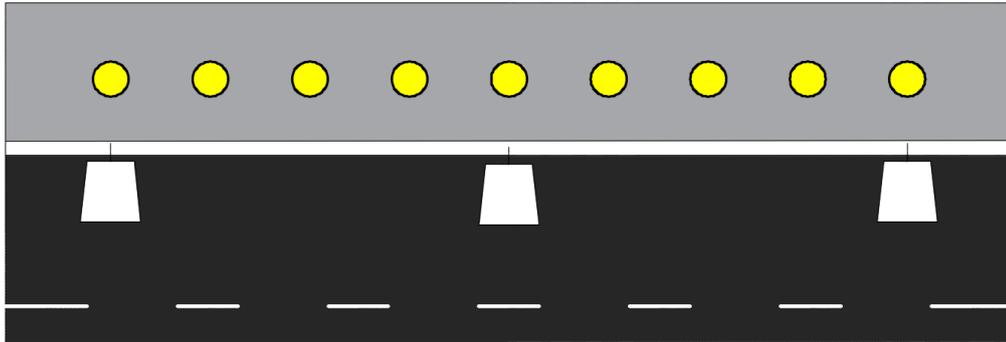
Tabela 46 – Medições de iluminância em vias de pedestres com largura superior a 3 m

	Lum 1	25%	50%	75%	Lum 2	25%	50%	75%	Lum 3
25%									
75%									

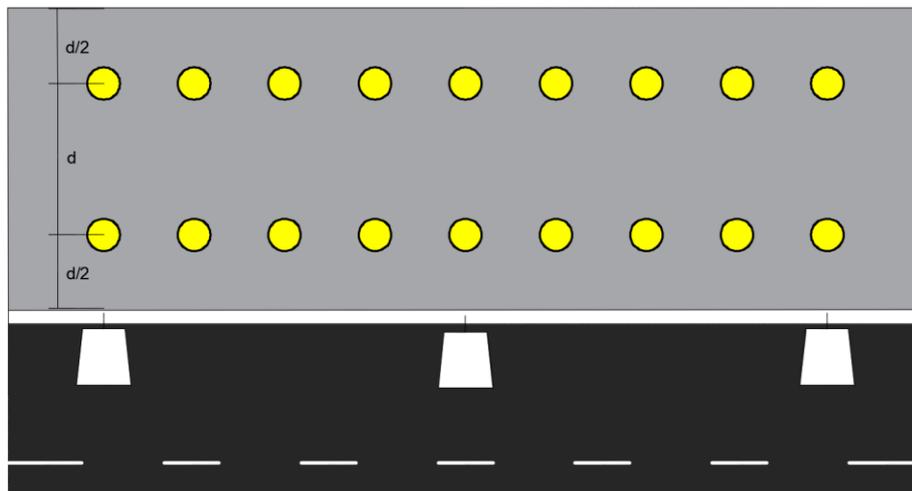
As figuras abaixo ilustram os critérios de medição de iluminância supracitados para algumas configurações de passeios e calçadas. Cada ponto amarelo representa um local para medição de iluminância.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

- Local com calçada de largura inferior a 3 m (9 medições)



- Local com calçada de largura maior ou igual a 3 m (18 medições)



A partir das medições de iluminância realizadas em vias de circulação de veículos de pedestres, foram calculados os parâmetros que determinaram a adequação ou não do logradouro observado aos critérios mínimos de qualidade de iluminação pública, conforme estabelecido pela ABNT NBR 5101.

3.3 Ciclovias

A avaliação de ciclovias também ocorre a partir de medições de iluminância ao longo da via, baseando-se na metodologia sugerida pela ABNT NBR 5101 para vias de circulação de pedestres. São realizadas medições de iluminância no centro da ciclovia, nos eixos de postes de iluminação, além de três medições igualmente espaçadas entre dois postes, seguindo a mesma metodologia proposta para calçadas com largura inferior a 3 m. Na ocasião de duas

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

ciclovias no mesmo logradouro separadas por canteiro central, foi realizada uma série de medições em cada sentido de circulação.

Adicionalmente, foram observados demais aspectos de avaliação acerca da estrutura de iluminação e demais elementos associados a cada ciclovia. Entre os pontos avaliados destacam-se tipo de lâmpada, exclusividade ou não da estrutura de iluminação, potência e quantidade de lâmpadas, eventuais obstruções de árvores e demais avarias em luminárias, distanciamento entre postes, entre outros.

Os equipamentos utilizados na avaliação da qualidade de iluminação de ciclovias são os mesmos empregados nas inspeções de vias de circulação de veículos e pedestres, descritos no item 3.1.1. O município não possui classificação de iluminação para ciclovias e, dessa forma, a classificação seguiu critério definido pelo consórcio com base na ABNT NBR 5101, apresentado na Tabela 47.

Tabela 47 – Critérios de classificação de ciclovias quanto a iluminação

Natureza da ciclovia	Classe de iluminação considerada
Trechos de ciclovias que cruzam vias de circulação de veículos.	C1
Pistas adjacentes a vias de circulação de veículos.	C2
Pistas não adjacentes a vias de circulação de veículos, ou lotadas em canteiros centrais ou passeios.	C3

Nota-se que uma mesma ciclovia pode, em trechos diferentes, assumir classes de iluminação distintas, conforme características locais.

Para classes de iluminação de ciclovias apontadas, são exigidos os requisitos mínimos de iluminância média e fator de uniformidade expressos na Tabela 48.

Tabela 48 – Requisitos de Iluminação por classe de via para ciclovias

Classe de iluminação	Iluminância média (lux)	Fator de Uniformidade
C1	15	0,30
C2	10	0,30
C3	5	0,30

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

3.4 Praças

Foram realizadas inspeções criteriosas em praças do município, cuja avaliação é de ordem qualitativa. Foi avaliada estrutura de iluminação existente, bem como seu estado de conservação, distribuição e altura de postes de iluminação e adequabilidade dessa estrutura às dimensões e à natureza de utilização do local sob avaliação.

Também foi avaliada a compatibilização da iluminação pública da praça com sua arborização. Adicionalmente, observou-se a existência de elementos como campos de futebol, quadras esportivas, equipamentos de ginástica e espaços de recreação infantil nas praças, avaliando eventuais dedicações em termos de iluminação pública a esses ambientes.

3.5 Levantamentos das condições de projeto e de manutenção da iluminação pública

Os estudos em questão objetivam a abordagem completa acerca da iluminação pública do município de Porto Alegre. A fim de promover atuação direcionada às demandas do local sob estudo, as análises locais não se limitaram às medições locais de iluminância ao longo de vias, e ciclovias, tampouco às avaliações qualitativas conduzidas em praças de recreação. Além dos critérios de adequabilidade supracitados, o diagnóstico técnico levantou potenciais motivações de inadequações eventuais. Inadequações em iluminação pública podem ser motivadas por erros de projeto, limitação estrutural da rede de iluminação pública e manutenção inadequada. Tais aspectos foram considerados na avaliação, bem como em porvindouras atuações sugeridas para o município ao longo dos estudos técnicos. Nesse sentido, cada local foi inspecionado a partir de avaliações de luminosidade, além de aspectos geográficos, técnicos, estruturais e de manutenção.

São abaixo apresentados dados que foram levantados ao longo das inspeções, não se limitando a estes:

Dados Geográficos



- Coordenadas geográficas: Latitude e Longitude
- Endereço

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Dados Técnicos



- Tipo de luminária
- Tecnologia de iluminação
- Potência da luminária

Dados Estruturais



- Tipo de posteação
- Tipo de distribuição (aérea ou subterrânea)
- Altura de instalação da luminária
- Distância entre postes
- Largura da via de circulação
- Largura da calçada
- Distância entre rua e poste
- Comprimento do braço de iluminação

Dados de Manutenção



- Compatibilização de arborização
- Estado físico do ponto de iluminação
 - Lâmpadas apagadas
 - Lâmpadas cintilando
 - Luminárias sujas
 - Luminárias depreciadas
 - Braços de iluminação deslocados

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

No caso de vias de circulação de veículos, os aspectos supracitados fundamentaram a parametrização das simulações que foram realizadas no *software* DIALux com objetivo de apurar se o projeto luminotécnico está em conformidade com os critérios estabelecidos em norma.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

4 DEFINIÇÃO AMOSTRAL PARA INSPEÇÃO *IN LOCO* DA REDE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE PORTO ALEGRE

A avaliação da qualidade de iluminação em vias de circulação (pedestres e veículos) e praças no município de Porto Alegre ocorreu a partir de uma avaliação amostral. A definição amostral seguiu as diretrizes e normativas descritas nas normas: ABNT NBR 5426 – Planos de Amostragem e procedimentos na inspeção por atributos e ABNT NBR 5427 – Guia de utilização da norma NBR 5426, conforme consta no Termo de Referência. Essas normas orientam quanto ao estabelecimento de planos de amostragem e procedimentos para inspeção por atributos. A inspeção por amostragem realizada segundo critérios das normas NBR 5426 e NBR 5427 possibilita inferência da qualidade de todo o parque de iluminação pública a partir da avaliação de amostra estatisticamente significativa.

Segundo inventário dos pontos de iluminação pública disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre, a rede de iluminação pública do município conta com contingente de 101.487 pontos de iluminação pública, distribuídos em toda extensão territorial do município. Segundo as normas supracitadas, para amostra com índice de confiança acima de 95%, pode-se utilizar o nível geral de inspeção “I”. A partir dessas considerações, definiu-se a codificação da amostragem em “L”, segundo a Tabela 1 – Codificação de Amostragem da ABNT NBR 5426. Posteriormente, determinou-se o tamanho da amostra em 200 Pontos, com base na Tabela 2 (Plano de amostragem simples – Normal) da ABNT 5426.

Como posteriormente detalhado, os resultados obtidos nas inspeções de campo confirmam a possibilidade de consideração de nível “I” de inspeção, diante da adequabilidade de maior parte dos ativos e da consistência do cadastro realizado. Nesse sentido, conforme apresentado na Tabela 2 da ABNT NBR 5426, a amostra levantada confere à análise nível de confiança de 96%, em atendimento ao termo de referência.

A seção seguinte apresenta a metodologia proposta para a distribuição espacial dos 200 pontos de iluminação pública a serem inspecionados.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

4.1 Planejamento espacial da amostra para inspeção de campo

O planejamento espacial dos 200 pontos de iluminação pública buscou contemplar todas as regiões do Município, com o propósito de garantir confiabilidade e consistência na amostragem, além de uma abordagem completa acerca das diversas características espaciais presentes, em virtude da distinta realidade social de cada região.

Foram listados os bairros de Porto Alegre de cada região do orçamento participativo, vide Tabela 49. Em seguida foi realizado o sorteio dos bairros a serem visitados ponderado quanto à população de cada bairro. Cada bairro sorteado teve pelo menos 3 pontos de iluminação pública inspecionados, para garantir o número mínimo de pontos segundo a norma NBR 5101 define para a realização das medições de campo.

Tabela 49 – Informações de cada bairro de Porto Alegre

Bairro	População	Domicílios	Região do orçamento participativo
Agronomia	13.817	4.212	Lomba do Pinheiro
Anchieta	582	177	Humaitá/Navegantes
Arquipélago	8.330	2.573	Ilhas
Auxiliadora	9.683	4.235	Centro
Azenha	10.180	4.176	Centro
Bela Vista	11.128	4.496	Centro
Belém Novo	15.833	5.158	Extremo Sul
Belém Velho	10.835	3.405	Glória
Boa Vista	8.750	3.568	Noroeste
Bom Fim	9.450	4.176	Centro
Bom Jesus	28.738	8.873	Leste
Camaquã	19.313	6.869	Centro Sul
Campo Novo	6.962	2.228	Centro Sul
Cascata	22.596	7.256	Glória
Cavahada	13.425	4.654	Centro Sul
Cel. Aparício Borges	17.494	4.789	Partenon
Centro Histórico	39.154	20.017	Centro
Chácara das Pedras	6.668	2.439	Leste
Chapéu do Sol	2.300	604	Extremo Sul
Cidade Baixa	18.450	9.832	Centro
Cristal	27.661	10.338	Cristal
Cristo Redentor	15.801	6.435	Noroeste
Espírito Santo	5.606	1.830	Sul
Farrapos	18.986	6.151	Humaitá/Navegantes
Farroupilha	961	438	Centro

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Bairro	População	Domicílios	Região do orçamento participativo
Floresta	16.085	6.863	Floresta
Glória	8.855	3.100	Glória
Guarujá	5.971	1.882	Sul
Higienópolis	10.724	4.423	Noroeste
Hípica	20.237	6.588	Hípica
Humaitá	11.404	4.130	Humaitá/Navegantes
Independência	10.828	5.327	Independência
Ipanema	22.726	7.335	Sul
Jardim Botânico	12.521	5.192	Centro
Jardim Carvalho	25.323	8.049	Leste
Jardim do Salso	4.405	1.848	Leste
Jardim Floresta	3.499	1.197	Noroeste
Jardim Isabel	2.835	899	Sul
Jardim Itu	8.325	2.873	Noroeste
Jardim Lindóia	8.071	3.082	Noroeste
Jardim Sabará	13.471	4.802	Leste
Jardim São Pedro	5.290	2.048	Noroeste
Lageado	7.885	2.506	Extremo Sul
Lami	4.642	1.468	Extremo Sul
Lomba do Pinheiro	48.498	14.929	Lomba do Pinheiro
Mário Quintana	37.234	10.891	Nordeste
Medianeira	9.903	3.624	Cruzeiro
Menino Deus	31.650	14.049	Centro
Moinhos de Vento	7.264	3.271	Centro
Mont' Serrat	11.236	4.890	Centro
Morro Santana	18.852	6.511	Leste
Navegantes	4.011	1.485	Humaitá/Navegantes
Nonoai	20.296	7.093	Centro Sul
Partenon	45.707	15.625	Partenon
Passo D'areia	21.364	8.750	Noroeste
Passo das Pedras	25.896	8.621	Eixo Baltazar
Pedra Redonda	274	99	Sul
Petrópolis	38.155	16.537	Centro
Ponta Grossa	4.213	1.375	Extremo Sul
Praia de Belas	2.117	937	Centro
Restinga	60.729	18.070	Restinga
Rio Branco	17.531	7.542	Centro
Rubem Berta	74.522	2.713	Eixo Baltazar
Santa Cecília	5.768	2.554	Santa Cecília
Santa Maria Goretti	3.320	1.256	Noroeste
Santa Tereza	55.505	17.191	Cruzeiro
Santana	24.638	11.055	Centro

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Bairro	População	Domicílios	Região do orçamento participativo
Santo Antônio	13.714	5.562	Partenon
São Geraldo	8.706	3.472	São Geraldo
São João	14.544	5.898	Noroeste
São José	30.073	9.347	Partenon
São Sebastião	10.164	3.589	Noroeste
Sarandi	91.366	29.833	Norte
Serraria	4.500	1.264	Sul
Teresópolis	12.766	4.150	Centro Sul
Três Figueiras	4.070	1.397	Leste
Tristeza	15.396	5.836	Sul
Vila Assunção	4.148	1.491	Sul
Vila Conceição	1.349	445	Sul
Vila Ipiranga	20.958	8.546	Noroeste
Vila Jardim	12.782	4.384	Leste
Vila João Pessoa	11.935	3.761	Partenon
Vila Nova	38.127	12.832	Centro Sul
Total	1.409.081	483.416	-

Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre e IBGE- Censo 2010

O sorteio ponderado pela população de cada bairro resultou na escolha de 67 logradouros em 44 bairros distribuídos espacialmente em toda extensão territorial de Porto Alegre, sendo pelo menos 3 pontos de iluminação pública inspecionados em cada logradouro. A Tabela 50 e a Tabela 51 apresenta o quantitativo de pontos a serem inspecionados para cada bairro e região, respectivamente, definidos a partir de sorteio.

Tabela 50 – Relação de bairros contemplados com inspeções locais

#	Bairro	Nº de Pontos
1	Agronomia	3
2	Arquipélago	3
3	Azenha	3
4	Belém Novo	6
5	Belém Velho	6
6	Bom Jesus	3
7	Bom Fim	3
8	Camaquã	3
9	Cascata	9
10	Centro Histórico	6
11	Cidade Baixa	3
12	Cristal	6
13	Cristo Redentor	3

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

#	Bairro	Nº de Pontos
14	Espírito Santo	3
15	Farrapos	3
16	Floresta	6
17	Higienópolis	3
18	Hípica	3
19	Ipanema	3
20	Jardim Carvalho	3
21	Jardim Floresta	3
22	Lageado	3
23	Lomba do Pinheiro	6
24	Mário Quintana	6
25	Menino Deus	3
26	Moinhos de Vento	3
27	Navegantes	3
28	Nonoai	9
29	Partenon	12
30	Passo D'areia	3
31	Petrópolis	3
32	Praia de Belas	6
33	Restinga	9
34	Rio Branco	0
35	Rubem Berta	9
36	Santa Tereza	6
37	Santana	3
38	Santo Antônio	3
39	São Geraldo	3
40	São José	6
41	Sarandi	6
42	Tristeza	6
43	Vila João Pessoa	3
44	Vila Nova	6
Total		201

Tabela 51 – Relação de regiões contemplados com inspeções locais

Região	Nº Total de Pontos
Centro	39
Centro Sul	18
Cristal	6
Cruzeiro	6
Eixo Baltazar	9
Extremo Sul	9
Glória	15

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Região	Nº Total de Pontos
Humaitá/Navegantes	9
Ilhas	3
Leste	6
Lomba do Pinheiro	9
Nordeste	6
Noroeste	12
Norte	6
Partenon	24
Restinga	9
Sul	15
Total Geral	201

4.2 Avaliação da amostra

Conforme previamente detalhado, as condições da iluminação pública do município de Porto Alegre foram avaliadas a partir de inspeções locais de uma amostra composta por 201 pontos de iluminação, distribuídos em 67 logradouros, definidos por sorteio ponderado conforme o número de habitantes de cada bairro. A fim de que essa amostra represente com maior fidedignidade possível a heterogeneidade existente no município, garantiu-se adequada distribuição geográfica dos pontos no município. Também foi garantido que essa amostra contemplasse diferentes realidades de classes de vias do município. Vias de circulação de veículos são classificadas conforme sua utilização em arteriais, coletoras e locais. Essa classificação impacta diretamente nos requisitos mínimos de iluminação da via, conforme detalhado.

Foram disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre três planilhas contendo a classificação viária de alguns logradouros do município – “Cadastro Viário - Arcos por tipo de Revestimento Predominante.xlsx”, “Lista de Logradouros - Cadastro de Logradouros.xls”, “Lista de Logradouros EPTC”. As classificações viárias dos pontos sorteados foram avaliadas, conforme informações apresentadas em cada uma das planilhas correspondentes. Quando do conflito de informações entre as planilhas, optou-se pela classe de circulação mais rigorosa.

Os pontos inspecionados são classificados segundo sua circulação conforme Tabela 52 a seguir.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 52 – Relação de tipos de via dos pontos de iluminação inspecionados

Tipo de Via	Quantidade	Percentual
Arterial	60	30%
Coletora	60	30%
Local	81	40%

O quantitativo de pontos levantados de cada classe de circulação permitiu avaliação completa da realidade de iluminação pública do município segundo cada tipo de via. Em virtude de maior quantidade de vias locais no município, estas foram contempladas com um número maior de inspeções.

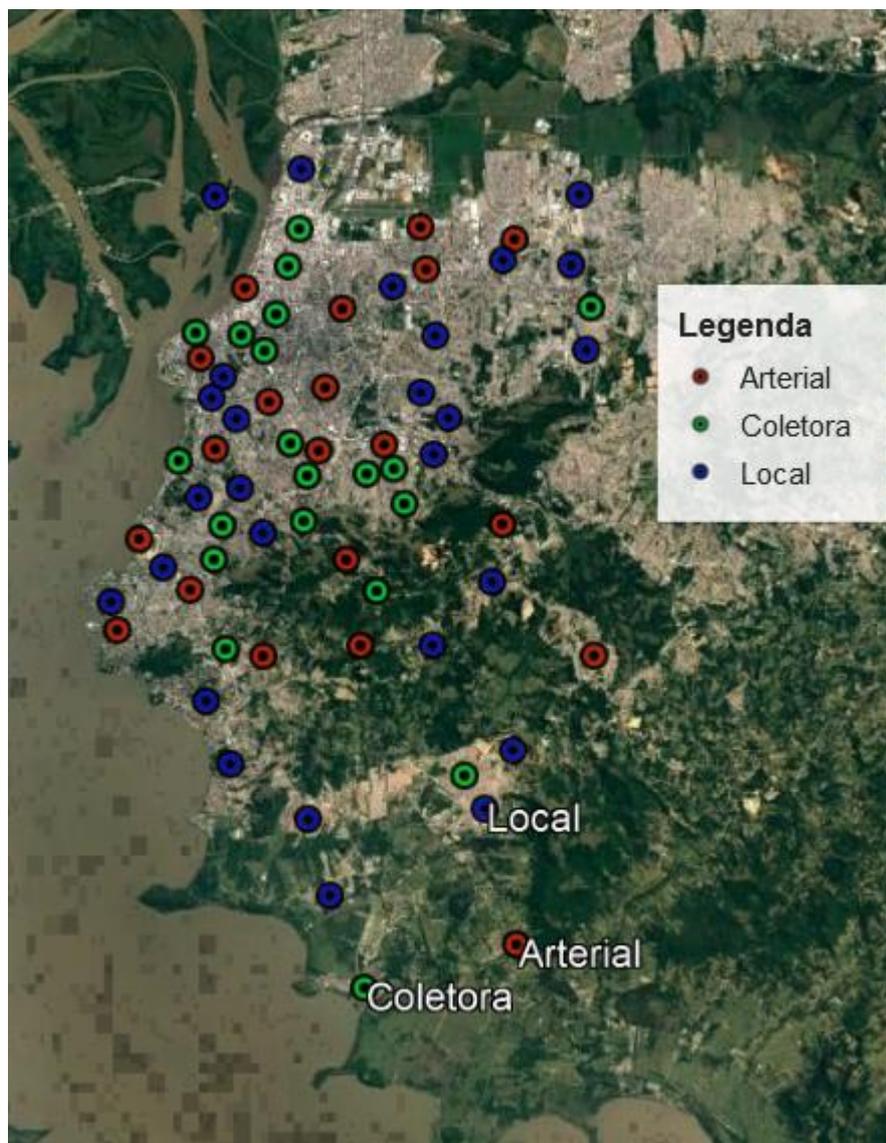
Os pontos inspecionados foram distribuídos ao longo de toda a extensão territorial de Porto Alegre, conforme observado em arquivo KML. A Imagem 1 apresenta essa distribuição, com os logradouros separados por classe de circulação.

Confirma-se que os pontos inspecionados são bem distribuídos geograficamente, abrangendo toda a extensão territorial e regiões do município, especialmente os locais com maior concentração de habitantes. Adicionalmente, nota-se também a distribuição conforme classe de circulação de veículos. Em cada região foram inspecionadas vias de diferentes classes de circulação, resultando em uma amostra completa e heterogênea, que resulta em diagnóstico abrangente e assertivo da iluminação pública de Porto Alegre.

As inspeções locais foram realizadas entre os dias 20/nov e 01/dez, entre 20h30 e 04h00. Para garantia de segurança ao longo das inspeções, contou-se com o apoio da guarda municipal. Adicionalmente, a Empresa Pública de Transporte e Circulação auxiliou no bloqueio parcial de vias de circulação com fluxo de veículos intenso.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Imagem 1 – Distribuição dos pontos para inspeção in loco



As inspeções locais de pontos de iluminação pública foram realizadas nos seguintes logradouros.

Tabela 53 – Logradouros Inspeccionados

#	Endereço
1	Avenida da Legalidade e da Democracia
2	Estrada João de Oliveira Remião
3	Avenida Plínio Brasil
4	Avenida Bento Gonçalves
5	Avenida Princesa Isabel
6	Avenida Protásio Alves
7	Avenida Sertório, Ponto 1
8	Avenida Borges de Medeiros

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

#	Endereço
9	Avenida Wenceslau Escobar
10	Avenida da Cavalhada
11	Avenida Diário de Notícias
12	Avenida Assis Brasil
13	Avenida Sertório, ponto 2
14	Av Professor Oscar Pereira
15	Avenida Edgar Pires de Castro
16	Rua Professor Cristiano Fisher
17	Estrada Costa Gama
18	Rua José de Alencar
19	Avenida São Sebastião
20	Avenida Adelino Ferreira Jardim
21	Avenida Economista Nilo Wulff
22	Av Monte Cristo
23	Av Deputado Adão Pretto
24	Estrada Antônio Borges
25	Av Polônia
26	Rua Siqueira Campos
27	Rua Dona Margarida
28	Rua Garibaldi
29	Rua Nestor Ludwig
30	Rua Capitão José Padilha
31	Rua João do Rio
32	Rua Tenente Alpoim
33	Rua Ernesto Araújo
34	Rua Primeiro de Março
35	Rua Tomas Flores
36	Rua Eustáquio Inácio
37	Rua Dinarte Ribeiro
38	Rua Baltimore
39	Rua Joaquim de Carvalho
40	Rua Jataí
41	Rua Orfanotrófio
42	Rua África do Sul
43	Rua Pedro Golombiewski
44	Rua Otávio de Faria
45	Rua Dona Otília
46	Rua Januário Scazilli
47	Rua Paulino Chaves
48	Rua Waldomiro Schapke
49	Rua Nunes Machado
50	Rua Coronel André Belo
51	Rua Alberto Torres

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

#	Endereço
52	Rua Alfredo Ferreira Rodrigues
53	Rua Sérgio Porto
54	Rua Nossa Senhora Aparecida
55	Rua Gioconda
56	Rua Ariovaldo Pinheiro
57	Rua Seberi
58	Rua Francisco Lechner
59	Rua Cristóvão Jaques
60	Rua Lila Ripoll
61	Rua um
62	Praça João Bergman
63	Rua Alberto Hoffman
64	Rua Joffre Veríssimo
65	Rua Dorival Castilho Machado
66	Rua Genoas
67	Rua Lemúria

4.3 Definição Amostral para Inspeção de Praças Recreativas

A inspeção também contemplou a avaliação da qualidade de iluminação em praças recreativas. Essa avaliação foi realizada por amostragem, obedecendo critérios estabelecidos nas normas ABNT NBR 5426 e 5427, com índice de confiança superior a 95% e nível geral de inspeção “I” conforme mesma justificativa da amostra para avaliação das vias de veículos. As inspeções em praças recreativas ocorreram juntamente com as inspeções em vias de circulação de veículos e de pedestres, entre os dias 20/nov e 01/dez.

Segundo o cadastro da Prefeitura Municipal de Porto Alegre, a cidade possui 645²³ praças e parques, distribuídas em todas as regiões de Porto Alegre. De acordo com as normas supracitadas, para amostra com índice de confiança acima de 95% e nível geral de inspeção “I”, definiu-se a codificação da amostragem em “G”, segundo a Tabela 1 – Codificação de Amostragem da ABNT NBR 5426. Posteriormente, determinou-se o tamanho da amostra em 32 Praças, com base na Tabela 2 – Plano de amostragem simples – Normal, da ABNT 5426. A partir desses pontos obteve-se diagnóstico consistente e confiável acerca da qualidade da iluminação pública das praças do município de Porto Alegre.

²³ 635 praças e 10 parques.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Após a definição do quantitativo de praças recreativas a serem inspecionadas, foram definidos os locais a serem inspecionados. Essa definição baseou-se em um sorteio do bairro a ser visitado, ponderado no número de praças recreativas nele existentes. A partir do levantamento obtido por sorteio, avaliou-se a distribuição espacial das praças sorteadas. Foram realizados ajustes na amostra, que permitissem melhor distribuição das praças inspecionadas, contemplando todas as regiões do município de Porto Alegre.

A Tabela 54 apresenta a lista de praças a serem inspecionadas para avaliação da qualidade de iluminação.

Tabela 54 – Lista de Praças Recreativas para inspeção local

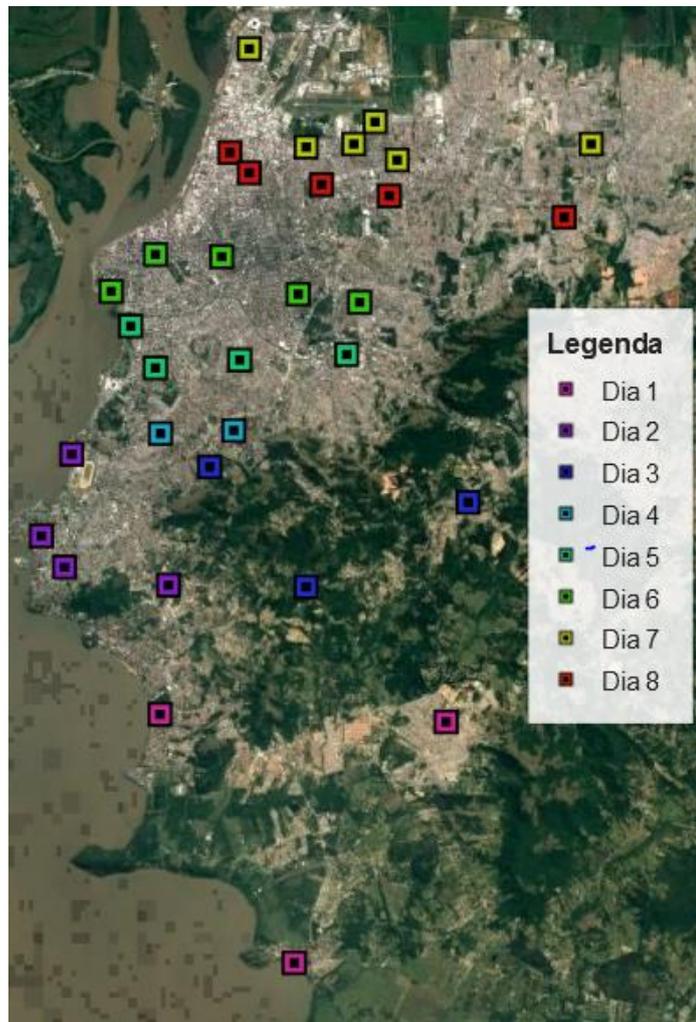
Praça	Nome da Praça	Bairro
1	Praça Inácio Antônio da Silva	Belém Novo
2	Praça João Bergmann	Vila Assunção
3	Praça Argentina	Centro
4	Praça Professor Emílio Mabilde Ripoll	Vila Nova
5	Praça Pinheiro Machado	São Geraldo
6	Praça das Flores	Jardim Lindóia
7	Praça Nilva Mortari	Santa Maria Goretti
8	Praça Gládis de Deus Pereira	Restinga
9	Praça Dr. Jurandy Barcellos da Silva	Santa Tereza
10	Praça São Geraldo	São Geraldo
11	Praça Nossa Senhora de Belém	Belém Velho
12	Praça Major Rubem Berta	Rubem Berta
13	Praça Zeferino Brasil	Glória
14	Praça Sessenta Anos da Rádio Gaúcha	Menino Deus
15	Praça Itália	Praia de Belas
16	Praça Professor Jorge dos Santos Rosa	Rubem Berta
17	Praça Moema	Espírito Santo
18	Praça Padre Nebrídio Bolcato	Partenon
19	Praça Isabel, a católica	Praia de Belas
20	Praça Vereador Osório da Rosa	Jardim São Pedro
21	Praça Tamoio	Jardim Floresta
22	Praça Professor Gaelzer	Tristeza
23	Praça Josué Martins	Santo Antônio
24	Praça Tamandaré	Petrópolis
25	Praça Abrão Chwartzmann	Cristo Redentor
26	Praça Estádio Alim Pedro	Passo D'Areia
27	Praça Suely Só de Castro	Cristal
28	Praça Zaléia Marques dos Santos	Lomba do Pinheiro
29	Praça Simões Lopes Neto	Teresópolis

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Praça	Nome da Praça	Bairro
30	Praça Ernesto Ordovas	Rio Branco
31	Praça Jesus de Nazaré	Bom Jesus
32	Praça sem nome (Praça do Sesi)	Farrapos

Os pontos a serem inspecionados foram distribuídos ao longo de toda a extensão territorial de Porto Alegre, conforme observado em arquivo KML. A Imagem 2 apresenta essa distribuição, com a programação das praças a serem vistoriadas ao longo de 8 dias.

Imagem 2 – Distribuição das praças por dia de inspeção



4.4 Ciclovias

As inspeções locais conduzidas no município de Porto Alegre também contemplaram ciclovias do município. Foram realizadas inspeções locais nas seguintes ciclovias:

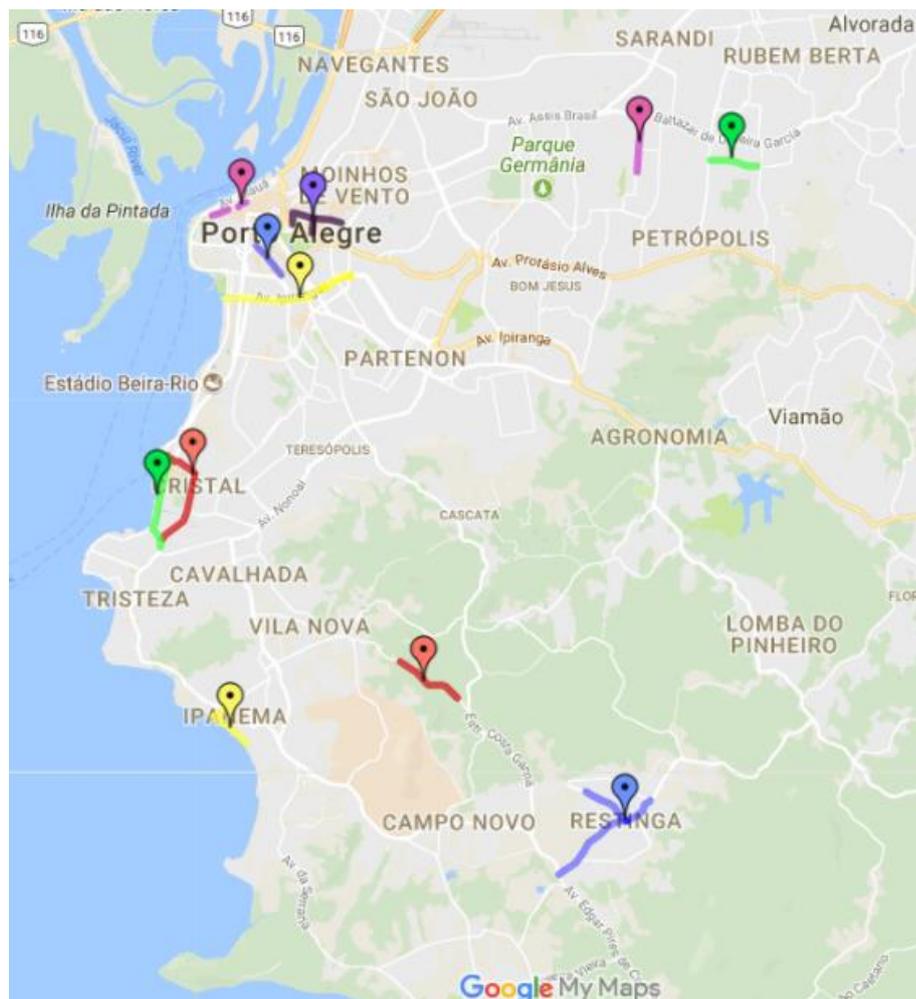
- Ciclovía Diário de Notícias (2,1 km)

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

- Ciclovía Sete de Setembro (0,6 km)
- Ciclovía 3 Meninas (1,6 km)
- Ciclovía Ipiranga (2,8 km)
- Ciclovía José do Patrocínio (0,9 km)
- Ciclovía da Zona Norte (1,2 km)
- Ciclovía Juscelino Kubitschek (1,1 km)
- Ciclovía Restinga (4,6 km)
- Ciclovía Vasco da Gama (1,1 km)
- Ciclovía Ipanema (1,2 km)

A Figura 3 apresenta a relação das ciclovias inspecionadas, obtidas a partir do portal Mobilize com as principais ciclovias do município.

Figura 3 – Relação de ciclovias do município de Porto Alegre inspecionadas



Fonte: <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1wYby9snPFrgGI3M-mbpfEXovRU0&hl&ll>

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

5 RESULTADOS DE INSPEÇÕES LOCAIS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos das inspeções locais, as quais envolveram análise criteriosa da qualidade da iluminação em vias de circulação de veículos e pedestres, praças, parques e ciclovias de acordo com a metodologia e critérios de iluminância média e fator de uniformidade apresentados no capítulo 2. São apresentados ainda análise das condições de projeto e manutenção através de simulações realizadas no *software* DIALux e posterior avaliação da confiabilidade do cadastro técnico de iluminação. Por fim, é apresentada metodologia para estimar a distribuição de pontos de iluminação pública por classe de iluminação de vias de circulação de veículos.

5.1 Análise Estrutural

Foram avaliadas nas inspeções locais as condições estruturais da rede de iluminação pública para os braços de iluminação e postes exclusivos de iluminação.

5.1.1 Braços e Postes

Nas inspeções locais, não foram visualizados braços considerados atualmente como “fora de padrão”²⁴ ou com índices de oxidação acentuados, os quais demandam manutenção corretiva. Adicionalmente, não foram observados postes exclusivos de iluminação pública com índices de oxidação elevados, com exceção dos 389 postes históricos com 1 globo e 2 globos no Centro Histórico de Porto Alegre, conforme se observa pelas imagens a seguir. Portanto, como já mencionado, destaca-se a necessidade de restauração ou substituição de tais equipamentos.

²⁴ Os braços para iluminação pública têm por funções a sustentação de luminárias, de eletroduto para a fiação necessária para a conexão do ponto de iluminação à rede elétrica e de distribuição da luminosidade. O ângulo de fixação da luminária em relação à horizontal, proporcionada pelo braço, tem fundamental importância, pois pode comprometer o desempenho do conjunto óptico. Sendo assim, as especificações desses equipamentos devem proporcionar resistência mecânica e boa projeção horizontal.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Imagem 3 – Base do poste histórico na Praça Marechal Deodoro



Fonte: Houer Consultoria e Concessões Ltda.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Imagem 4 – Poste Histórico com 2 Globos na Rua dos Andradas – Centro Histórico



Fonte: Houer Consultoria e Concessões Ltda.

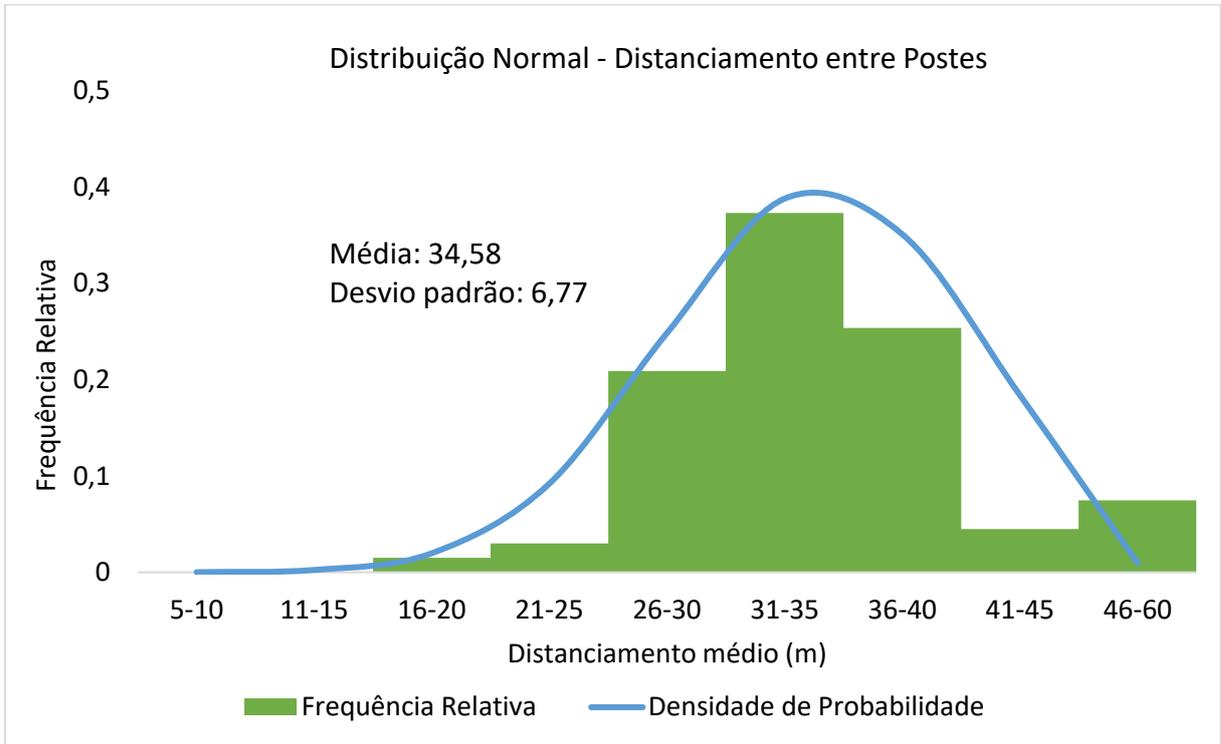
5.1.2 Distanciamento Entre Postes

O distanciamento entre os postes influi diretamente na qualidade da iluminação. O valor sugerido²⁵ para uma iluminação de qualidade é entre 20 e 25 metros. No entanto, a partir dos resultados amostrais, encontrou-se uma média de 35 metros de distância. O distanciamento entre os pontos foi calculado a partir da distância média entre as bases dos postes adjacentes. O Gráfico 16 apresenta a distribuição normal do distanciamento entre postes observados nos pontos amostrados.

²⁵ Conforme visto em PROJETOS, EPB ESTRUTURADORA BRASILEIRA DE PROJETOS, “Estruturação da Concessão da Rede de Iluminação Pública de Belo Horizonte” (2015) – Produto 1: Diagnóstico da Rede de IP Atual, p. 44.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 16 – Distanciamento entre Postes



5.2 Vias

A partir das inspeções locais realizadas no município de Porto Alegre, foi levantada uma série de resultados que ilustra as condições do município no âmbito de iluminação pública.

5.2.1 Vias de circulação de veículos

No que diz respeito a vias de circulação de veículos, ao longo das inspeções de campo foram observadas vias de 2, 3, 4, 6 e 8 faixas de circulação. Cada via foi enquadrada em uma classe de iluminação, conforme critério estabelecido na Tabela 38, podendo a via ser classificada como V1, V2, V3, V4 ou V5.

A distribuição das vias inspecionadas conforme classe de iluminação é apresentada na Tabela 60.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

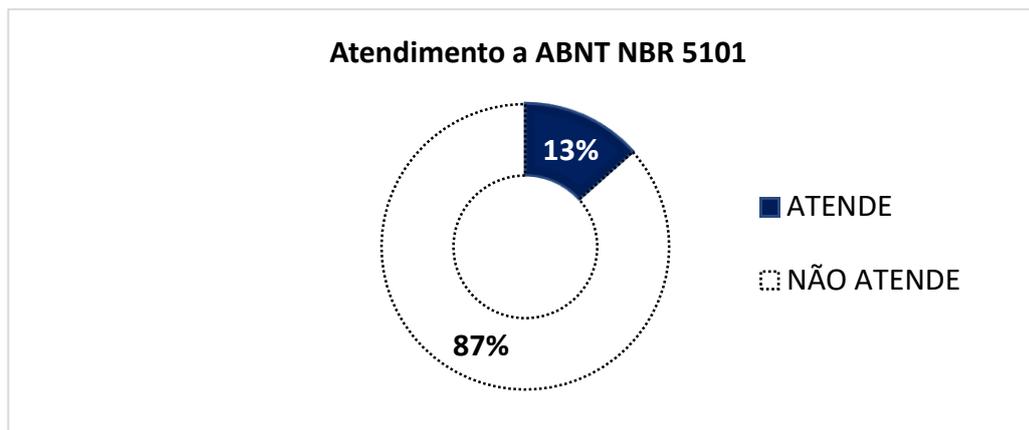
Tabela 55 – Distribuição de pontos inspecionados conforme classe de iluminação viária

Classe de Vias	Quantitativo de Pontos	%
V1	39	19,40%
V2	24	11,94%
V3	24	11,94%
V4	33	16,42%
V5	81	40,30%
Total	201	100%

Levantou-se a relação de atendimento dos pontos de iluminação pública inspecionados aos critérios luminotécnicos ²⁶expressos na ABNT NBR 5101.

O Gráfico 17 ilustra o percentual de atendimento observado no parque de iluminação pública de Porto Alegre.

Gráfico 17 – Vias de veículos: atendimento à ABNT NBR 5101

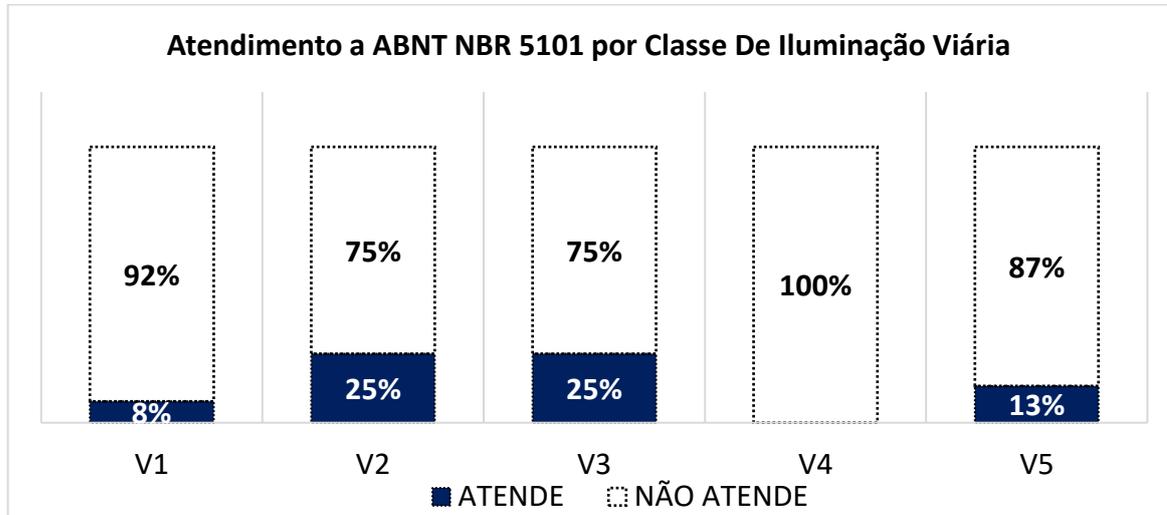


Nota-se que a maioria dos logradouros do município mostrou-se inadequada sob o ponto de vista de iluminação, segundo critérios de qualidade estabelecidos na ABNT NBR 5101. No que diz respeito às classes de iluminação viária, os percentuais de atendimento são ilustrados no Gráfico 18.

²⁶ Foram avaliados o fator de uniformidade e iluminância média.

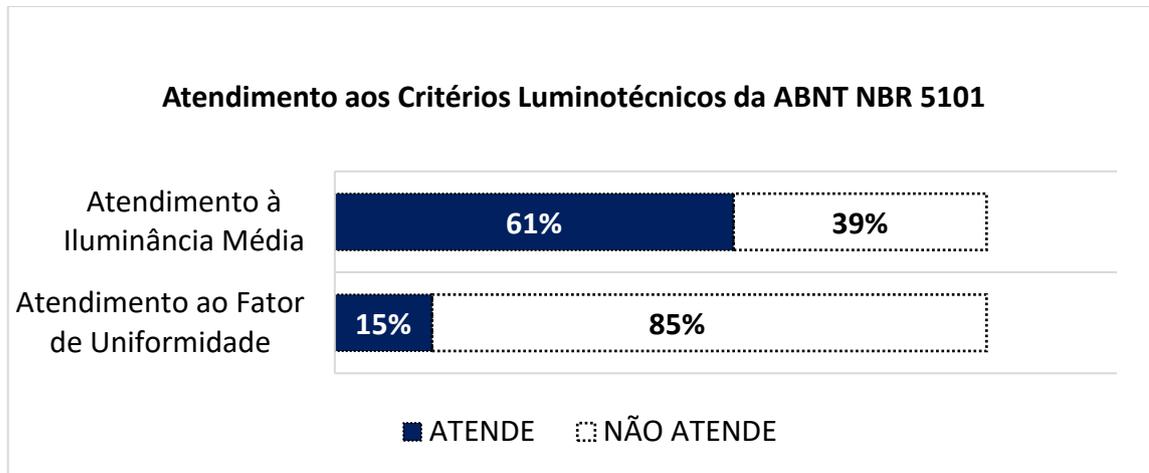
Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 18 – Vias de veículos: atendimento aos requisitos luminotécnicos de cada classe viária



Como previamente mencionado, os critérios luminotécnicos estabelecidos por norma são a iluminância média e o fator de uniformidade. O Gráfico 19 apresenta o atendimento das vias do município a cada um dos critérios de qualidade exigidos pela ABNT NBR 5101.

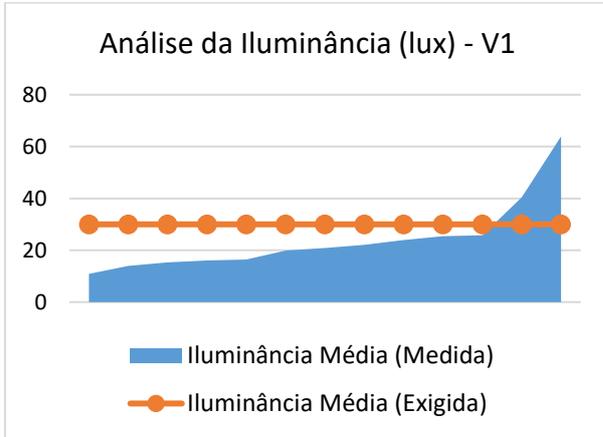
Gráfico 19 – Vias de veículos: atendimento aos critérios luminotécnicos



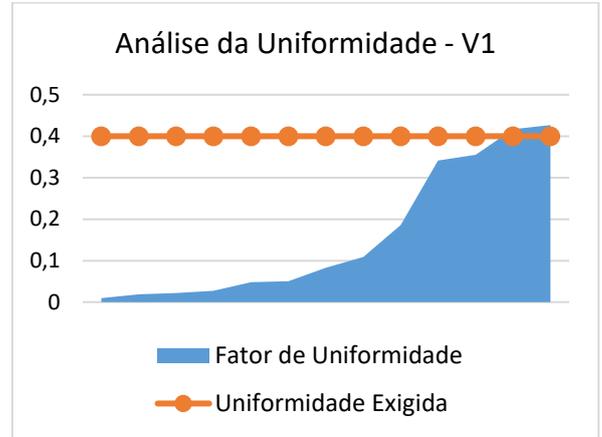
Nota-se que a maior parte dos logradouros inspecionados atende aos requisitos mínimos de iluminância média, enquanto o critério de uniformidade é atendido por apenas 15% dos logradouros. Do Gráfico 20 ao Gráfico 24, são apresentados os valores medidos durante a inspeção para cada um dos critérios luminotécnicos apresentados em 3.1.1 e 3.1.2, discriminados conforme classe de circulação viária. As barras apresentadas nos gráficos representam um ponto de medição.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 20 – Atendimento aos critérios luminotécnicos de vias V1

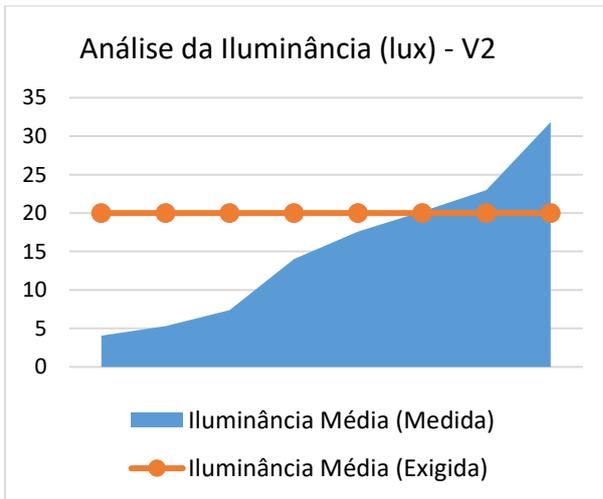


(a)

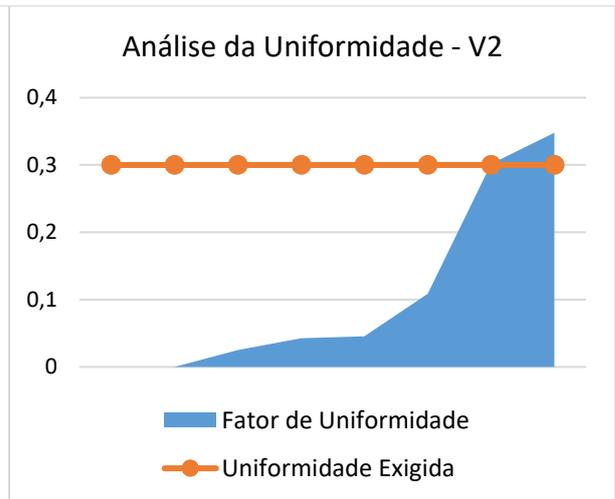


(b)

Gráfico 21 – Atendimento aos critérios luminotécnicos de vias V2



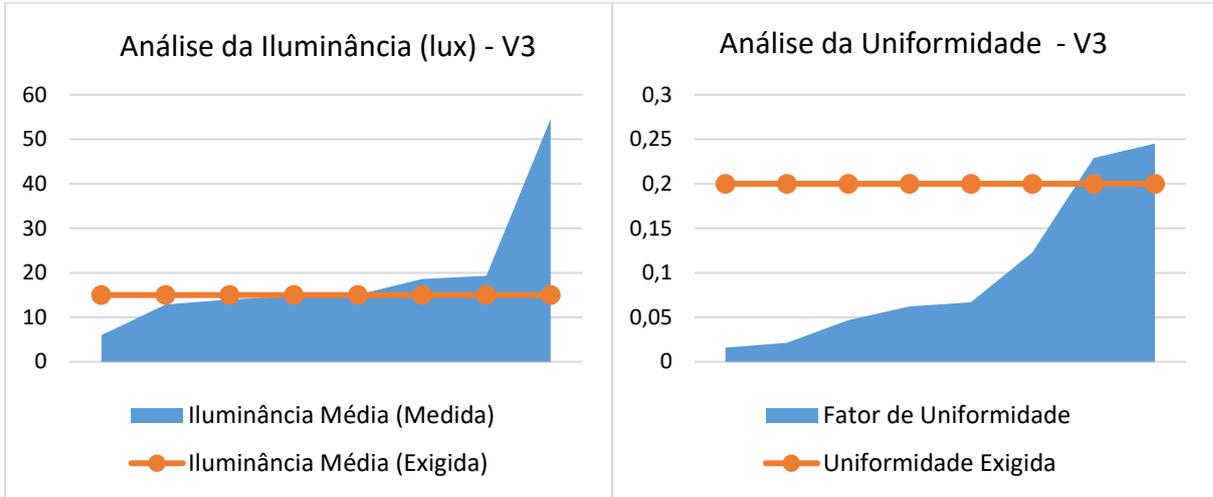
(a)



(b)

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

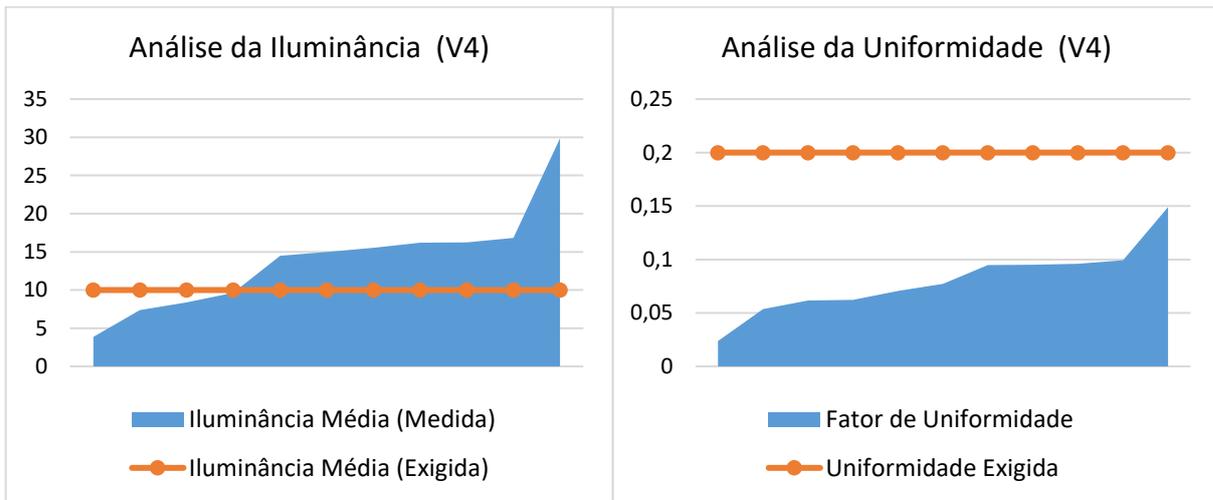
Gráfico 22 – Atendimento aos critérios luminotécnicos de vias V3



(a)

(b)

Gráfico 23 – Atendimento aos critérios luminotécnicos de vias V4

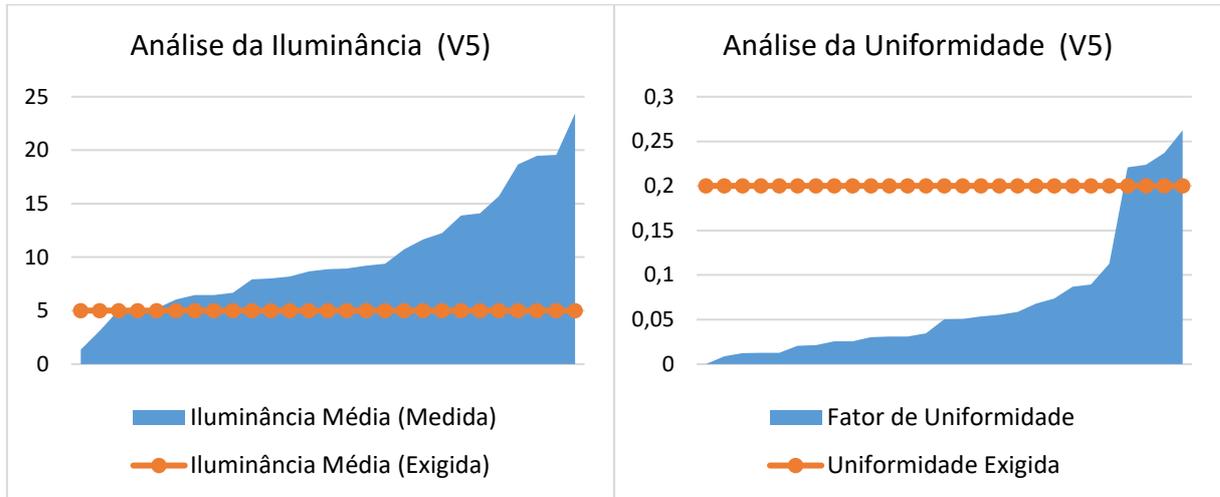


(a)

(b)

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 24 – Atendimento aos critérios luminotécnicos de vias V5



(a)

(b)

Na maioria dos locais inspecionados, a iluminação apurada mostra-se aquém dos requisitos mínimos de qualidade estabelecidos por norma. Essas condições foram observadas para todas as classes de circulação do município, inclusive para vias V5, cujos requisitos luminotécnicos mínimos são menores que os de demais classes de iluminação.

O Gráfico 25 e o Gráfico 26 apresentam a distribuição normal das medições de iluminância média e fator de uniformidade, obtidas nos locais inspecionados. Verifica-se que a média da iluminância média é de 15,24 lux, valor que não atende às classificações V1 e V2. Já a média do fator de uniformidade medido é 0,10 o que não atende a nenhuma das classes de iluminação.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 25 - Distribuição Normal dos Valores Medidos - Iluminância Média

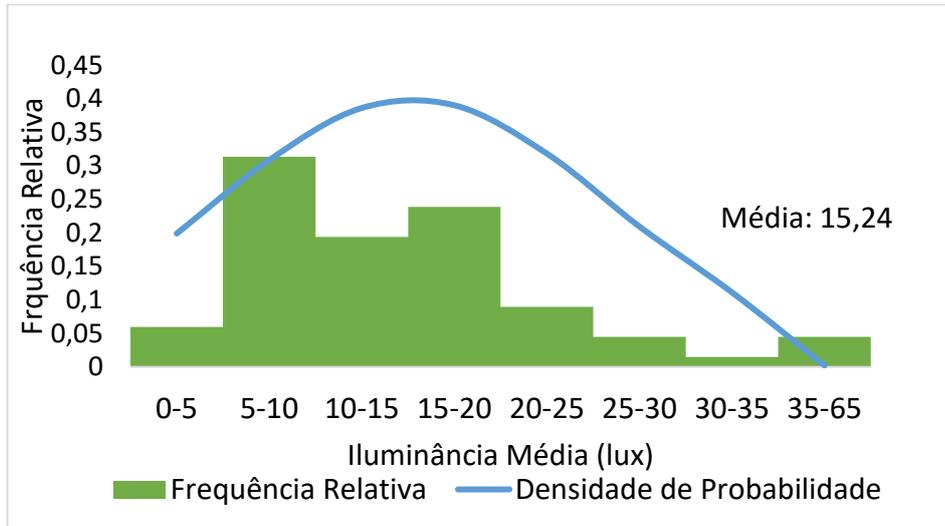
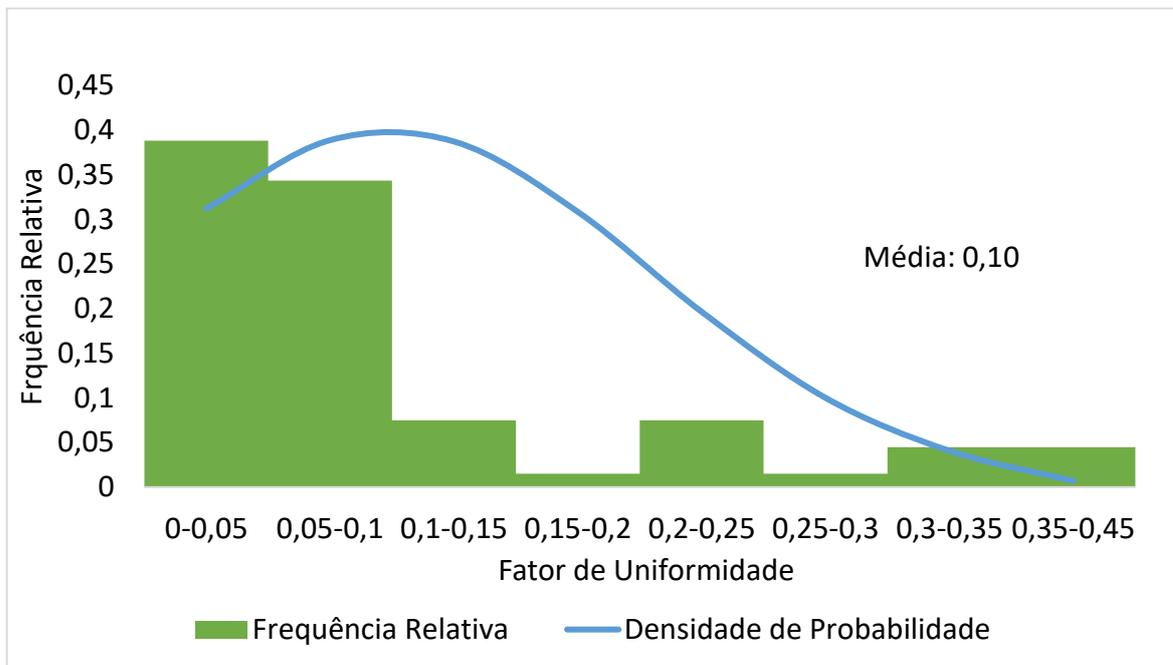


Gráfico 26 - Distribuição Normal dos Valores Medidos - Fator Uniformidade

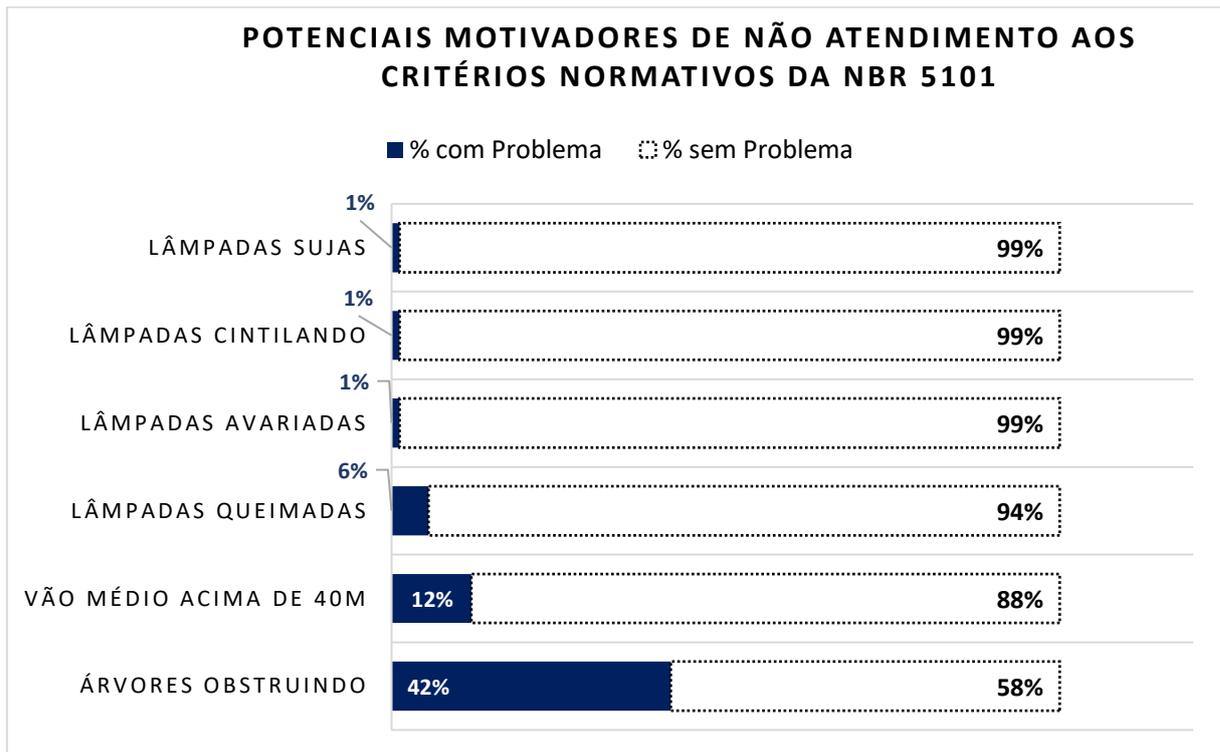


O não atendimento aos critérios luminotécnicos pode possuir diversas motivações associadas. Essas podem ser em decorrência de fatores de limitação estrutural de projeto, como grande distanciamento entre postes, posteação unilateral em ruas largas, inadequação no tamanho de braços, entre outros. Aspectos de conservação também impactam negativamente na qualidade de iluminação da via, tais como lâmpadas queimadas, cintilantes ou em fim de vida útil e luminárias sujas ou depredadas, porém essa situação não foi relevante nas inspeções locais. Deve-se destacar ainda a incompatibilidade da iluminação pública com a arborização

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

local. Nesse sentido, a partir de observações ao longo das inspeções locais, foram levantados detalhes a respeito da estrutura de iluminação, elencando potenciais motivações das inadequações observadas. Os resultados obtidos são ilustrados no gráfico a seguir para todos os pontos vistoriados.

Gráfico 27 – Pontos prejudiciais à uniformidade na iluminação de vias



Em relação ao total de pontos vistoriados, 57% apresentaram pelo menos um dos fatores motivadores levantados acima. Entre as principais motivações potenciais de inadequações, destaca-se a obstrução por árvores, representando 42% equivalente a aproximadamente 24% do total de pontos inspecionados, aos quais necessitam prestação do serviço de poda para harmonia entre vegetação e iluminação pública conforme diretrizes da NBR 5101.

A Imagem 5 ilustra uma via do município de Porto Alegre onde se nota forte interferência da arborização local com a iluminação pública.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Imagem 5 – Incompatibilização entre arborização e iluminação pública



Fonte: Houer Consultoria e Concessões Ltda.

Grande parte do fluxo luminoso advindo da luminária é direcionado à copa da árvore, prejudicando significativamente a iluminação da via de circulação de veículos e da calçada. Em virtude disso, nota-se clara condição de não uniformidade na via. É importante ressaltar que Porto Alegre é uma das cidades mais arborizadas do país (Censo IBGE 2010) e que compatibilizar a arborização da cidade com a rede de distribuição de energia e com a iluminação pública consiste em um grande desafio na gestão de cidades.

Adicionalmente, a tecnologia de iluminação pública empregada no município pode consistir em um potencial motivador das inadequações observadas. A maior parte do parque de iluminação de Porto Alegre é formada por luminárias de vapor de sódio. Em comparação com a tecnologia LED, por exemplo, a tecnologia de vapor de sódio, além de menos eficiente energeticamente, apresenta uma distribuição ineficiente do fluxo luminoso. Em geral, o fluxo luminoso advindo de luminárias de vapor de sódio concentra-se nos pontos abaixo da luminária, enquanto para luminárias LED o fluxo luminoso é mais bem distribuído em pontos

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

não tão próximos à luminária. Essa característica torna vias iluminadas com tecnologia LED mais uniformes sob o ponto de vista de iluminação e, em situações onde se observa limitação estrutural de projeto²⁷, consistem em solução ótima para atendimento dos critérios normativos.

5.2.2 Vias de circulação de pedestres

A exemplo da metodologia de avaliação da adequabilidade da iluminação pública em vias de circulação de veículos, a avaliação da adequabilidade em calçadas se baseia no levantamento da iluminância média e do fator de uniformidade. Esses valores foram comparados com os critérios mínimos estabelecidos por norma, conforme classe de iluminação para vias de circulação de pedestres. O enquadramento de cada local segundo classe de iluminação ocorre a partir da Tabela 40.

Foram levantadas avaliações da qualidade de iluminação de vias de circulação de pedestres nos logradouros inspecionados, quando da existência de passeio acessível no local. A distribuição das vias inspecionadas conforme classe de iluminação é apresentada na Tabela 56. Cabe ressaltar que em cinco logradouros inspecionados constatou-se a inexistência de vias destinadas ao tráfego de pedestres.

Tabela 56 – Distribuição de pontos inspecionados conforme classe de iluminação para pedestres

Classe de Vias	Quantitativo de Pontos	%
P1²⁸	3	4,8%
P2	16	25,8%
P3	7	11,3%
P4	36	58,1%
Total	62	100%

Levantou-se a relação dos pontos de iluminação pública inspecionados, que atendem aos critérios luminotécnicos expressos ABNT NBR 5101. O Gráfico 28 ilustra o percentual de

²⁷ Por limitação estrutural de projeto cumpre esclarecer que se trata, muitas das vezes, na situação em que há o compartilhamento de rede elétrica entre a prestação do serviço de IP e a de distribuição de energia elétrica a residências, comércios e indústria. Portanto, a localização dos postes utilizados para a instalação das luminárias de iluminação pública é aquela determinada segundo o projeto realizado pela distribuidora de energia elétrica, impondo uma adequação posterior para a prestação do serviço de iluminação pública.

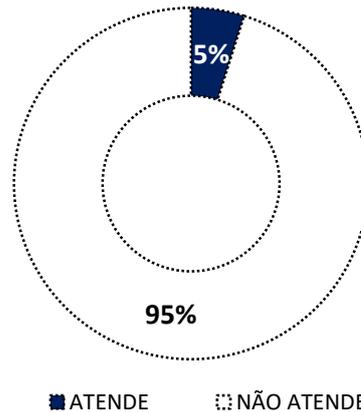
²⁸ Conforme apresentado na seção 3.1.5, os logradouros localizados em áreas comerciais e com presença de calçadas foram classificados como P1.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

atendimento observado no parque de iluminação pública de Porto Alegre com relação às vias de pedestres.

Gráfico 28 – Atendimento à ABNT NBR 5101 (vias de pedestres)

ATENDIMENTO À NBR 5101 (VIAS DE PEDESTRES)



Nota-se que a maioria das vias de circulação de pedestres inspecionada também se mostrou inadequada em termos de iluminação, segundo os critérios de qualidade estabelecidos na ABNT NBR 5101.

No que diz respeito a cada classe de iluminação observada para vias de pedestres, os percentuais de atendimento são expressos no Gráfico 29.

Os critérios luminotécnicos estabelecidos por norma são a iluminância média e o fator de uniformidade. O Gráfico 30 apresenta o atendimento das vias do município a cada um dos critérios de qualidade exigidos pela ABNT NBR 5101.

Nota-se que 42% das vias de pedestres dos logradouros inspecionados atende aos requisitos de iluminância média exigidos por norma, entretanto, apenas 11% das vias de pedestres atendem aos requisitos de uniformidade. Os resultados observados para vias de circulação de pedestres foram semelhantes aos de vias de circulação de veículos. Grande parte das vias de circulação de pedestres não atende aos requisitos mínimos estabelecidos por norma, em proporções e por motivações semelhantes às vias de circulação de veículos.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Gráfico 29 – Atendimento aos requisitos luminotécnicos de cada classe de circulação de pedestres

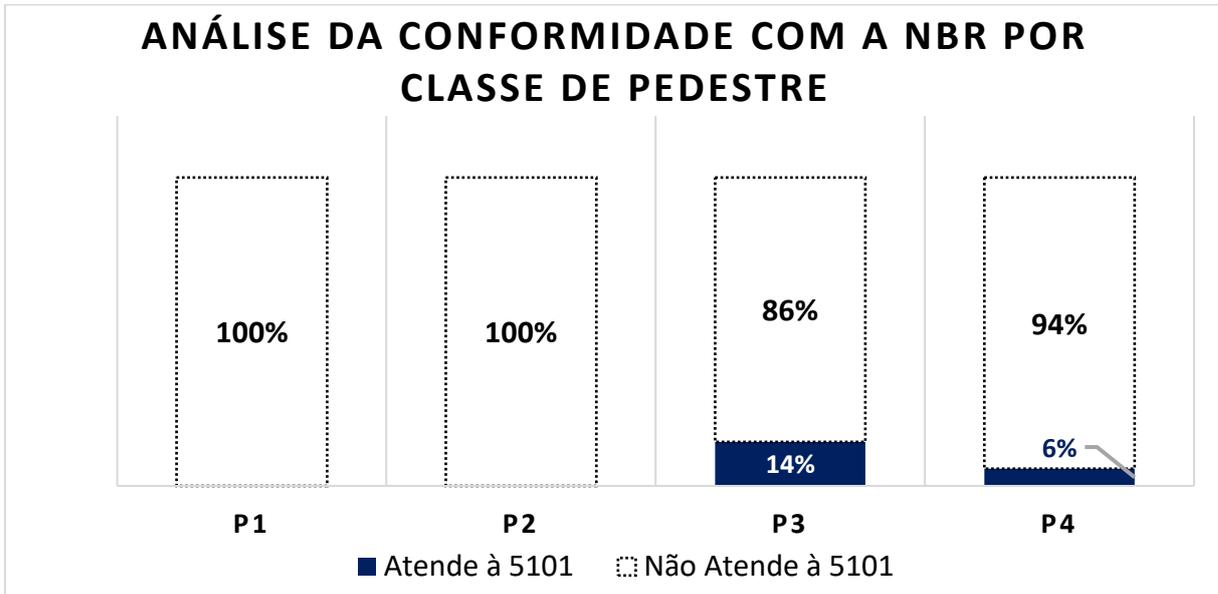
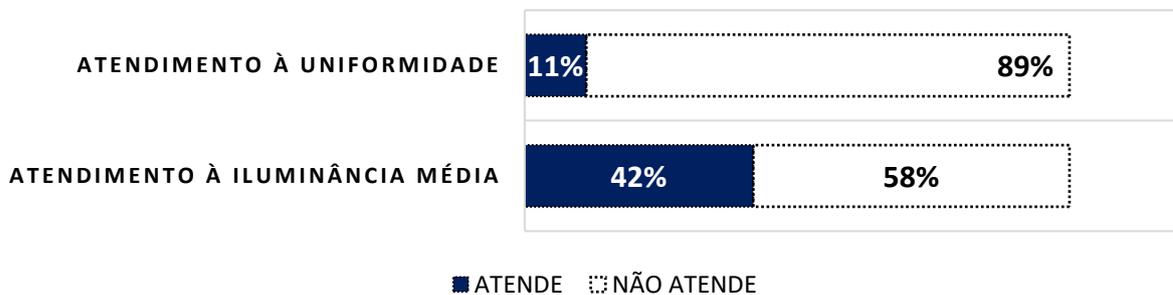


Gráfico 30 – Atendimento aos critérios luminotécnicos das vias de pedestres inspecionadas



Poucos locais do município apresentaram iluminação dedicada à calçada. Essas condições, especialmente aliadas a uma estrutura de posteação majoritariamente unilateral com distanciamento entre postes acima do desejado (entre 20 e 25 m) e de locais densamente arborizados dificultam o atendimento aos requisitos mínimos de iluminação tidos como adequados pela ABNT NBR 5101, especialmente sob o ponto de vista do fator de uniformidade.

5.3 Ciclovias

A Tabela 57 apresenta a relação de atendimento de cada ciclovias inspecionadas aos critérios luminotécnicos de iluminância média e fator de uniformidade, conforme requisitos mínimos associados a cada classe de iluminação.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 57 – Atendimento de ciclovias aos critérios luminotécnicos

Ciclovía	Classe de iluminação	Iluminância média	Fator de Uniformidade
Ciclovía Diário de Notícias	C3	Atende	Atende
Ciclovía Sete de Setembro	C2	Atende	Atende
Ciclovía 3 Meninas	C1	Atende	Não atende
Ciclovía Ipiranga	C3	Atende	Não atende
Ciclovía José do Patrocínio	C2	Atende	Não atende
Ciclovía da Zona Norte	C3	Atende	Não atende
Ciclovía Juscelino Kubitschek	C2	Atende	Não atende
Ciclovía Restinga	C2	Atende	Não atende
Ciclovía Vasco da Gama	C1	Atende	Não atende
Ciclovía Ipanema	C2	Atende	Atende

A exemplo da avaliação de vias de circulação de veículos e pedestres, para garantia de qualidade de iluminação, é necessário o atendimento concomitante de ambos os critérios luminotécnicos de iluminância média e uniformidade para ciclovias.

Os resultados obtidos foram semelhantes aos obtidos em vias de circulação de veículos e pedestres. O critério de iluminância média foi atendido em todas as ciclovias inspecionadas, enquanto o critério de uniformidade foi atendido em apenas três das dez ciclovias inspecionadas, sendo as únicas ciclovias com iluminação adequada segundo o critério estabelecido.

Das dez ciclovias observadas, apenas duas possuem iluminação dedicada, sendo as demais iluminadas pela própria estrutura de iluminação da via de circulação de veículos, a Ciclovía Diário de Notícias e a Ciclovía Ipanema. Trata-se de duas ciclovias que atendem a ambos os critérios luminotécnicos estabelecidos.

Quanto à tecnologia de iluminação, a maior parte das ciclovias é iluminada com luminárias de vapor de sódio. As duas ciclovias com iluminação dedicadas são iluminadas com lâmpadas de vapor metálico, enquanto uma ciclovía (Ciclovía Sete de Setembro) é iluminada com luminárias de LED. Além das duas ciclovias com iluminação dedicada, também atendem os requisitos luminotécnicos mínimos estabelecidos a ciclovía iluminada com luminárias LED.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Salienta-se que a iluminação dedicada de ciclovias não é critério fundamental para promoção de iluminação de qualidade. Ainda assim, favorece a qualidade da iluminação da ciclovia, uma vez que promove altura de postes adequada, boa convivência com a arborização, entre outros. A iluminação via tecnologia LED também favorece a qualidade de iluminação, não apenas no âmbito de economia de energia elétrica, mas também no que diz respeito a uma distribuição mais eficiente e uniforme do fluxo luminoso advindo da luminária.

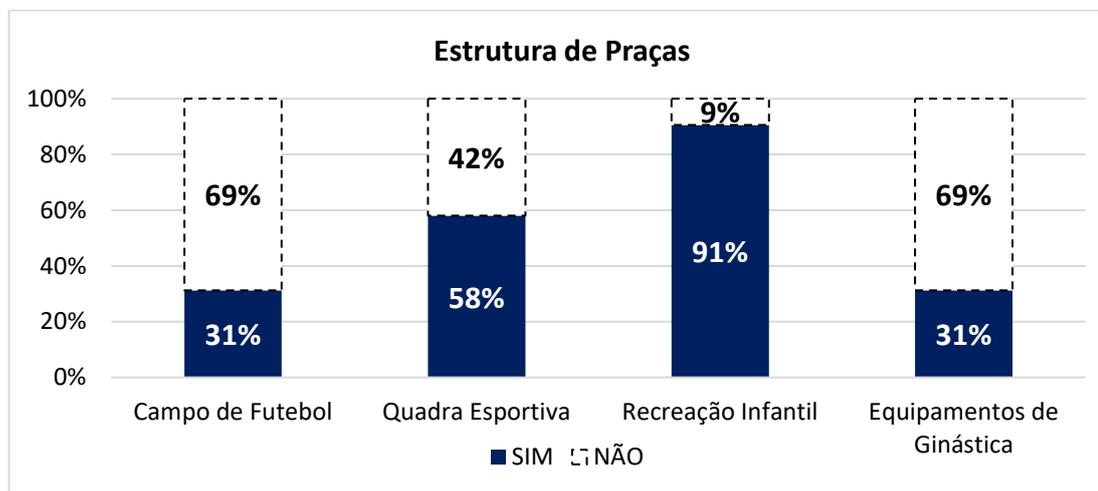
5.4 Praças

Como mencionado no item 4.3, para todas as 32 praças foram realizadas inspeções qualitativas acerca de sua iluminação pública.

Entre as avaliações realizadas, levantou-se a estrutura de recreação presente nas praças do município com objetivo de caracterizar a estrutura espaço público avaliado. A relação de atrações de lazer em praças do município é ilustrada no

Gráfico 31.

Gráfico 31 – Estrutura física de praças no município



Todas as praças inspecionadas se mostraram iluminadas, sendo que em 91% dos locais avaliados essa iluminação é dedicada. Nos demais pontos, a estrutura de iluminação de vias adjacentes também ilumina a praça. A iluminação exclusiva de praças é, em geral, promovida a partir de lâmpadas de vapor metálico de 150 W, instalados em postes com uma luminária instalada a altura de 4 ou 8 m, ou postes com 4 luminárias instaladas a altura entre 10 e 12 m.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

A definição da altura de montagem está associada segundo relatos da Divisão de Iluminação Pública à incidência de furtos e vandalismos de luminárias decorativas, nesses casos são adotados postes mais altos a fim de inibir a recorrência desses atos à margem da lei.

A exemplo das inspeções em vias e ciclovias, a principal carência observada ao longo de inspeções locais em praças de Porto Alegre é a incompatibilidade do convívio da estrutura de iluminação pública e a arborização local. Essa incompatibilidade reflete em resultados negativos de uniformidade de iluminação de praças, criando pontos de sombreamento no local.

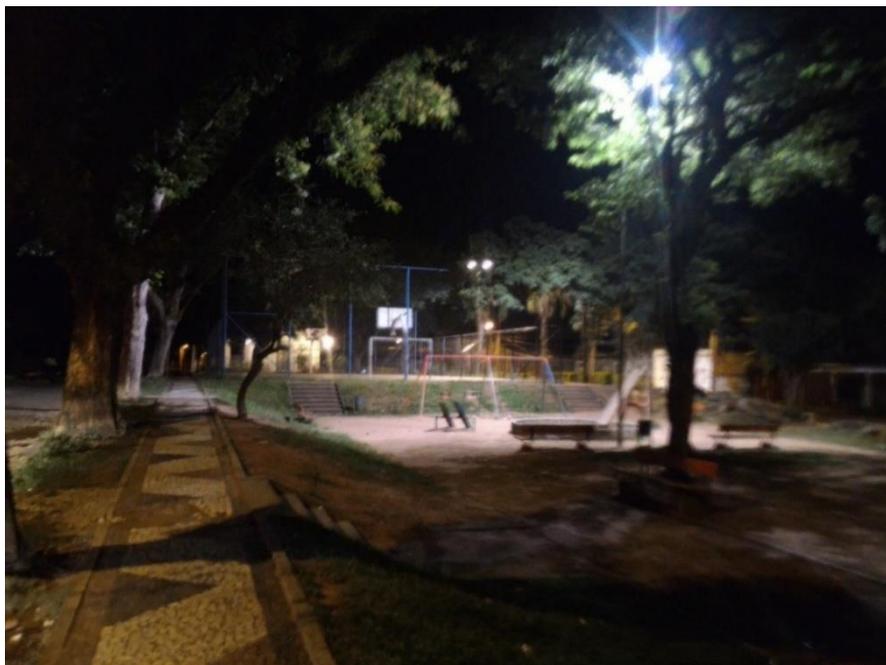
Dos 32 locais inspecionados, 20 apresentaram deficiências na uniformidade de iluminação. Desses 20 pontos, 18 apresentam problemas com obstrução de árvores. Distribuições inadequadas e/ou insuficientes de postes de iluminação, além de lâmpadas queimadas, também contribuíram para deficiências na qualidade da iluminação local.

Adicionalmente, a estrutura de iluminação empregada em algumas praças do município é inadequada à sua natureza de utilização. Parte dos locais inspecionados possui postes de iluminação altos, superiores a 10 m. Essa estrutura é, em geral, incapaz de prover iluminação adequada a locais arborizados, concentrando parte do fluxo luminoso na copa das árvores e criando pontos de sombreamento no local. Avaliou-se que a carência observada na adequada harmonia entre arborização e iluminação pública não se refere a condições de projeto que são avaliados e validados pela DIP e sim pela falta de manutenção. A falta de manutenção nesse aspecto deve-se a principalmente à constatação do serviço poda não ser frequente ou inexistir.

A Imagem 6 ilustra um local onde foi apurada a condição de obstrução por árvores acima descrita. A estrutura de iluminação instalada provê ao ambiente de recreação infantil iluminação adequada. Entretanto, o fluxo luminoso advindo da luminária sofre forte obstrução da arborização local, criando indesejáveis pontos de sombreamento em uma parcela do ambiente.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Imagem 6 – Iluminação de praça incompatível com arborização local



Fonte: Houer Consultoria e Concessões Ltda.

Já a Imagem 7 ilustra uma estrutura de iluminação adequada para ambientes arborizados. Nota-se que os postes empregados na praça ilustrada são mais baixos, de forma que o fluxo luminoso advindo da luminária é concentrado para o ambiente, permitindo convívio harmonioso entre a iluminação e a arborização da praça.

Ao longo das inspeções locais conduzidas observaram-se poucos casos de vandalismo em praças. Das 32 praças observadas, foram observadas ações de vandalismo em 4 locais, todos com postes de iluminação baixos, com altura aproximada de 4,5 m. Entretanto, segundo relatos da Divisão de Iluminação Pública, dados históricos dos serviços de manutenção indicam a ocorrência de muitos furtos e vandalismos em praças e parques. Esse fato sinaliza a eficiência dos serviços de manutenção realizados pela Divisão.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Imagem 7 – Iluminação de praça compatível com arborização local



Fonte: Houer Consultoria e Concessões Ltda.

5.5 Análise das condições de projeto e manutenção

Conforme mostrado na seção anterior, a partir das inspeções locais foram levantadas diversas inadequações existentes nos logradouros observados. Por exemplo, apenas 13% das vias de circulação de veículos inspecionados atendem à iluminância média e fator de uniformidade da iluminância, conforme expressos por norma. Salienta-se que o não atendimento dos critérios exigidos por norma deve-se fundamentalmente às condições de baixa uniformidade, tendo vista que 61% dos pontos de circulação de veículos inspecionados atendem ao critério de iluminância média. Como previamente mencionado, essas inadequações podem ser oriundas de limitações estruturais na concepção do projeto ou de manutenção.

Dentre os possíveis motivadores do não atendimento dos pontos de IP à norma constam:

- Limitação estrutural do projeto luminotécnico;

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

- Lâmpada com elevado estado de depreciação;
- Lâmpadas queimadas ou cintilantes;
- Incompatibilização com a arborização local;
- Baixo desempenho fotométrico de luminárias.

A fim de avaliar as motivações das inadequações observadas, foram realizadas simulações no *software* de iluminação DIALux de todos os logradouros inspecionados. Foram simuladas as características físicas e especificações técnicas observadas em campo, tais como distância entre postes, largura de via, potência da lâmpada e o tipo de braço com as características de projeção do braço, altura da luminária e ângulo de inclinação conforme Tabela 4, além do fator de manutenção parametrizado em 0,7. Nas simulações foram calculados os índices luminotécnicos apurados em campo de iluminância média e fator de uniformidade da iluminância, bem como a luminância e a uniformidade global da luminância para as vias V1, V2 e V3, avaliando a adequabilidade do projeto simulado aos requisitos de iluminação da via.

Caso os resultados obtidos em simulações se mostrem aderentes aos requisitos de iluminação da via, sugere-se que as inadequações observadas em campo sejam em decorrência de fatores de manutenção. Caso as simulações também incorram em resultados inadequados, conclui-se que o local inspecionado demanda aprimoramentos em termos de seu projeto luminotécnico por meio de fonte de iluminação com maior eficiência fotométrica, a fim de vencer as restrições estruturais impostas no local.

Para simulação foram utilizadas curvas fotométricas de acordo com modelo de luminária e lâmpada informado pelo Cadastro Reluz. Quando não disponível a curva fotométrica, foi utilizada a curva da luminária de maior predominância de mesma potência.

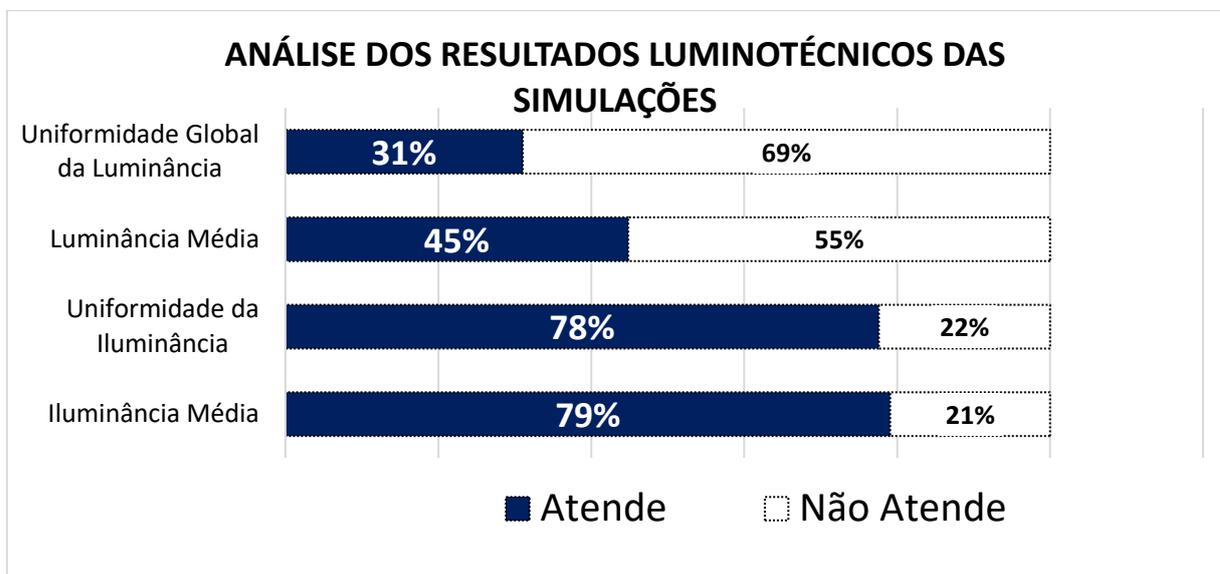
Observou-se pelos resultados apresentados nos gráficos a seguir que para as vias classificadas em V1, V2 e V3, onde a NBR 5101 exige o atendimento da luminância média e da uniformidade da luminância, a uniformidade da luminância foi atendida em 31% dos logradouros classificadas em V1, V2 e V3 enquanto para luminância média nessas vias foi correspondente a 45%. Deve-se ressaltar mais uma vez que o atendimento a esses itens para as vias V4 e V5 não são obrigatórios segundo a norma.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Na avaliação do atendimento aos critérios de iluminância média e uniformidade da iluminância, requisitos obrigatórios para todas as classes (V1, V2, V3, V4 e V5), os resultados foram melhores. Observou-se atendimento ao fator de uniformidade da iluminância em 78% da amostra enquanto que para iluminância média constatou-se atendimento em 79% da amostra.

Os resultados para os requisitos supracitados são apresentados pelo gráfico a seguir.

Gráfico 32 – Análise dos resultados luminotécnicos de luminância média e uniformidade global da luminância para vias V1 a V3 e iluminância média e uniformidade da iluminância para vias V1 a V5

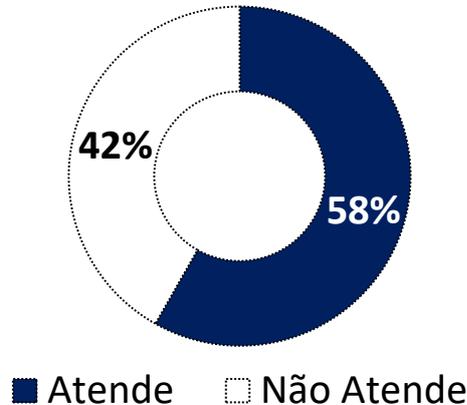


Na avaliação de todos os critérios associados conforme se apresenta no gráfico a seguir, conclui-se que 58% dos projetos de iluminação do município atendem aos requisitos luminotécnicos estabelecidos por norma. Entre as possíveis motivações do não atendimento aos critérios luminotécnicos, especialmente de uniformidades da iluminância e luminância, sugere-se principalmente o grande distanciamento entre postes e baixa distribuição fotométrica das luminárias empregadas, indicando uma limitação estrutural da rede de distribuição existente. Destaca-se ainda que a limitação estrutural pode ser solucionada por meio de tecnologia de iluminação moderna como o LED, por apresentar melhor desempenho fotométrico e maior eficácia luminosa.

Gráfico 33 – Análise da conformidade das simulações com a ABNT NBR 5101

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

ANÁLISE DA CONFORMIDADE DAS SIMULAÇÕES COM A NBR 5101



Em contrapartida, destacam-se as divergências encontradas entre o atendimento à norma NBR 5101 dos dados amostrados *in loco*, constatando-se o valor de 13%, em relação aos obtidos via simulação, com 58% de atendimento. Tais diferenças podem ser explicadas a partir de lâmpadas inspecionadas com elevado nível de depreciação, bem como lâmpadas queimadas ou cintilantes, e incompatibilidade entre iluminação pública e a arborização local constatadas nas inspeções.

5.6 Avaliação da confiabilidade do cadastro técnico de Iluminação

O município de Porto Alegre dispõe de cadastro técnico detalhado de cerca de 80 mil pontos de iluminação pública com informações referentes ao tipo de tecnologia, potência elétrica, número de lâmpadas por poste, modelo de relé, modelo do reator, logradouro e data de aquisição das lâmpadas, luminárias, relés e reatores. O referido cadastro foi elaborado no período de realização do Programa Nacional de Iluminação Pública, também denominado PROCEL Reluz, da ELETROBRAS entre 2009 e 2011, visando a eficiência do parque a partir da troca das luminárias de vapor de mercúrio para vapor de sódio. Esse cadastro não foi atualizado desde o término do projeto Reluz.

Nesse cenário, as possibilidades de utilização de informações advindas do cadastro informado são restritas, uma vez que aproximadamente 25 mil pontos de iluminação não se encontram cadastrados. Além disso, as luminárias substituídas no município, em decorrência de falha ou

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

modernização, também não se encontram registradas, entre outras informações pertinentes ao parque. A atualização do cadastro, bem como demais inadequações observadas no parque, serão tratadas nos relatórios de intervenções técnicas a serem posteriormente apresentados.

Conseqüentemente, as análises quantitativas do parque de IP foram complementadas utilizando-se o inventário resumo disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Esse documento representa a realidade de iluminação pública mais próxima dos últimos contratos de expansão e modernização concluídos, ainda que não forneçam a profundidade observada no cadastro.

Após inspeção, as informações apuradas em campo foram confrontadas com cadastro do Reluz de 2011 com objetivo de avaliar sua confiabilidade. Por meio do cadastro foi possível confrontar as seguintes informações: tipo de tecnologia da fonte luminosa, potência elétrica da lâmpada e número de luminárias por ponto de iluminação pública.

Dos 201 pontos de iluminação pública inspecionados, encontraram-se cadastrados 186. Os resultados apurados pela análise comparativa entre as informações registradas e o cadastro levantado durante o Reluz de 2011 demonstram convergência da maior parte das informações apuradas, como apresentado na Tabela 58.

Tabela 58 – Convergência do cadastro técnico com a realidade amostrada

Critério	Convergência	Divergência	Inconclusivo
Tecnologia de iluminação	95%	5%	0%
Potência da lâmpada	87%	8%	5% ²⁹
Luminárias por poste	94%	6%	0%

Os resultados supracitados sugerem que o cadastro realizado durante o Reluz, ainda que com algumas inconsistências, podem ser considerados como fonte para levantamento de informações. Ainda assim, não deve ser adotado como referência para definições acerca de aspectos quantitativos pertinentes ao parque de iluminação pública do município, uma vez que o quantitativo de pontos de iluminação pública no cadastro realizado durante o Reluz difere significativamente do inventário resumo disponibilizado.

²⁹ Algumas luminárias não apresentaram etiqueta com identificação de potência, impossibilitando avaliar convergência com o cadastro.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

5.7 Determinação das classes de iluminação por ponto de IP com base nos dados apurados pela amostra e em informações disponibilizadas pela prefeitura

É importante determinar a distribuição de pontos de iluminação pública por classe de iluminação segundo a ABNT NBR 5101. Essa distribuição foi estimada com base nos seguintes pontos apresentados a seguir:

- Extensão Viária para cada classe viária (Via de Trânsito Rápido, Arterial, Coletora e Local);
- Distância média entre postes para cada classe viária conforme foi inspecionada na amostra;
- Média de lâmpadas por poste de iluminação pública para cada classe viária;
- Definição das classes de iluminação dos pontos inspecionados pela amostra para cada classe viária.

Com base nos pontos supracitados, a metodologia consistiu em determinar a distribuição de pontos de iluminação pública por classe viária (Trânsito Rápido, Arterial, Coletora e Local) relacionando a extensão viária e a distância média entre postes identificadas na amostra. A extensão em metros por classe viária considerou o arquivo disponibilizado pela Prefeitura, “2 - c - Cadastro Viário - Arcos por tipo de Revestimento Predominante”. A Tabela 59 apresenta a extensão e a representatividade de cada classe viária segundo apuração deste documento.

Tabela 59 – Extensão em metros por classe viária

Classe Viária	Extensão (m)	%
Via de Trânsito Rápido	5.979,82	0,3%
Via Arterial	278.797,92	12,8%
Via Coletora	610.010,4	28,1%
Via Local	1.278.773,66	58,8%

A distância média entre postes identificada na amostra é apresentada na Tabela 60.

Tabela 60 – Distância média entre postes por classe viária

Tipo de Via	Distância média entre postes (m)
Trânsito Rápido	30,0
Arterial	35,9
Coletora	33,6
Local	34,5

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Com base nas informações apresentadas na Tabela 59 e Tabela 60, determinou-se a distribuição de postes por classe viária, conforme mostrado na Tabela 61.

Tabela 61 – Distribuição de Postes por classe viária

Tipo de Via	Distribuição de Postes (%)
Trânsito rápido	0,3%
Arterial	12,3%
Coletora	28,7%
Local	58,7%

É importante considerar nesta análise também a quantidade de pontos de iluminação pública por poste de iluminação pública. A Tabela 62 apresenta a média de pontos de iluminação pública por poste identificada na amostra por classe viária.

Tabela 62 – Média de Lâmpadas por poste de iluminação pública

Classe Viária	Média de Lâmpadas por Poste
Trânsito Rápido	1,0
Arterial	1,5
Coletora	1,1
Local	1,0

Essa informação permite encontrar a distribuição de pontos de iluminação pública efetiva por classe viária, apresentada na Tabela 63.

Tabela 63 – Distribuição de Pontos de Iluminação Pública por classe viária

Tipo de Via	Distribuição de Pontos de iluminação pública (%)
Trânsito rápido	0,3%
Arterial	16,9%
Coletora	29,1%
Local	53,7%

Na sequência, considerou-se a distribuição das classes de iluminação dos logradouros inspecionados e classificados, segundo critério expresso na Tabela 38, a fim de determinar pesos para ponderação para cada classe viária. A Tabela 64 apresenta a distribuição das classes de iluminação dos logradouros inspecionados por classe viária.

Tabela 64 – Distribuição dos logradouros inspecionados, segundo sua classe de iluminação e viária

Classe de Iluminação	Arterial	Coletora	Local	Trânsito Rápido	Total Geral
V1	12	-	-	1	13

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Classe de Iluminação	Arterial	Coletora	Local	Trânsito Rápido	Total Geral
V2	7	2	-	-	9
V3	-	7	-	-	7
V4	-	11	-	-	11
V5	-	-	27	-	27
Total Geral	19	20	27	1	67

A Tabela 65 apresenta a relação entre classe viária e classe de iluminação, onde se destaca a representatividade percentual das classes de iluminação por classe viária, de acordo com a inspeção. Essa informação é admitida como peso para ponderação na relação entre a Tabela 65 e Tabela 63.

Tabela 65 – Relação entre classe viária e classe de iluminação

Relação entre classe viária e classe de iluminação		
Classe viária	Classe de Iluminação	%
Arterial e Trânsito Rápido	V1	65%
	V2	35%
Coletora	V2	10%
	V3	35%
	V4	55%
Local	V5	100%

Através da correlação entre a Tabela 61 e Tabela 65, resulta-se na estimativa da distribuição de pontos de iluminação pública por classe de iluminação, sendo apresentada na Tabela 66.

Tabela 66 – Distribuição de pontos de iluminação pública por classe de iluminação

Classe de Iluminação	Pontos de Iluminação Pública (%)
V1	11,2%
V2	8,8%
V3	10,2%
V4	16,00%
V5	53,8%

5.8 Classificação dos pontos de iluminação pública segundo seu uso final

Com objetivo de definir melhor os investimentos para diferentes usos finais para iluminação pública, classificou-se os 101.487 pontos de iluminação pública em 4 tipos de iluminação: iluminação viária (IV), iluminação de praças e parques (IPP), iluminação para pistas de ciclovias (IPC) e iluminação de destaque (ID).

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

A determinação dos tipos de iluminação está descrita nas seções subsequentes.

5.8.1 Iluminação de pistas de ciclovias (IPC)

O número de pontos para iluminação de pista de ciclovias foi estimado com base na distância média entre postes identificada na amostra (34,6 m) e na extensão de ciclovias com iluminação dedicada (9,12 km), a consideração dessas duas variáveis resulta em um quantitativo equivalente a 263 pontos de iluminação pública. Assumiu-se a premissa que esses pontos estão distribuídos em pontos de iluminação pública com Vapor Metálico de 150 W conforme se apresenta na Tabela 69.

Tabela 67 – Nº de pontos de iluminação pública e postes para pistas de ciclovias

Total de Ponto de IPP	Total de Postes de IPP
263	263

5.8.2 Iluminação de Destaque Existente (IDE)

Os pontos de iluminação de destaque foram estimados com base nas descrições dos pontos de iluminação pública constantes no inventário resumo, de tal forma que a caracterização da luminária em cênica ou equipamento histórico permitiu classificar o ponto como ID, por exemplo, LED RGB IP Cênica 60 W. Adicionalmente, foram considerados pontos de ID os pontos de iluminação pública com luminárias de Vapor Metálico de 1.000 W e Vapor Metálico de 2.000 W. O quantitativo total de pontos de ID com essa estimativa corresponde a 3.344 pontos de Iluminação Pública, conforme se apresenta na Tabela 69.

5.8.3 Iluminação para praças e parques (IPP)

Os pontos de iluminação para praças e parques foram estimados com base na apuração do Cadastro do Reluz de 2011. Neste foi possível identificar a representatividade dos pontos de iluminação pública em praças e parques. Tendo os números atualizados pelo inventário resumo disponibilizado em janeiro de 2019, foi possível estimar o número de pontos de IPP, como também o número de postes IPP (que variam de 3 a 15 m de altura), conforme é apresentado na Tabela 68.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 68 – Nº de pontos de iluminação pública e postes para praças e parques

Total de Ponto de IPP	Total de Postes de IPP
11.592	5.581

5.8.4 Iluminação de Campos de Futebol (ICF)

Os pontos de iluminação instalados em campos de futebol foram estimados com base nas descrições dos pontos de iluminação pública constantes no inventário resumo disponibilizado em janeiro de 2019, totalizando o número de 583 pontos.

5.8.5 Iluminação viária

O quantitativo de pontos de iluminação pública destinados à iluminação viária foi estimado com base no resultado da subtração entre total de pontos de iluminação pública (101.487) constantes no inventário resumo e dos pontos classificados em IPC, ID e IPP, conforme é exposto a seguir:

$$IV = 101.487 - N^{\circ} \text{ de Pontos de IDE} - N^{\circ} \text{ de Pontos de IPP} - N^{\circ} \text{ de Pontos de IPC} \\ - N^{\circ} \text{ de Pontos de ICF}$$

O resultado dessa subtração resulta no total de pontos de iluminação pública para iluminação viária correspondente a 85.123 pontos.

5.8.6 Rede de Iluminação por uso final de iluminação

Após classificar os pontos de iluminação pública em IPC, ID, IPP e IV nas seções acima, a tabela a seguir apresenta a consolidação dessas estimativas.

Tabela 69 – Classificação dos pontos de IP

Tecnologia – Potência	Quantidade	Tipo de Iluminação
FLUORESCENTE TUBULAR - 28W	227	IDE
LED - 150W	70	IV

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tecnologia – Potência	Quantidade	Tipo de Iluminação
LED - 210W	62	IPP
LED - 210W	602	IV
LED - 300W	216	IPP
LED - 300W	504	IV
LED BALIZADOR 0,6W	1338	IDE
LED BALIZADOR 1,2W AZUL	329	IDE
LED BALIZADOR 1,2W VERMELHO	329	IDE
LED DECORATIVA - 40W	91	IPP
LED decorativa - 60W	191	IV
LED Fita 24W/m	168	IDE
LED Fita 5W/m	478	IDE
LED projetor - 110W	136	IV
LED projetor - 43,2W	105	IDE
LED projetor - 80W	13	IPP
LED PROJETOR 100W	329	IPP
LED PROJETOR 100W	733	IV
LED PROJETOR 200W	60	IPP
LED PROJETOR 50W	12	IDE
LED PROJETOR AZUL 50W	12	IDE
LED PROJETOR VERDE 50W	12	IDE
LED PROJETOR VERMELHO 50W	12	IDE
Metálico - 150W	263	IC
Metálico - 150W	218	IDE
Metálico - 150W	8650	IPP
Metálico - 250W	1806	IPP
Metálico - 400W	582	ICF
Metálico - 400W	208	IPP
Metálico - 70W	68	IDE
Metálico - 70W	120	IPP
PROJETOR LED SUBAQUATICO 5W	28	IDE
Sódio - 100W	29984	IV
Sódio - 150W	123	IH
Sódio - 150W	31864	IV
Sódio - 250W	460	IH
Sódio - 250W	37	IPP
Sódio - 250W	11015	IV

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tecnologia – Potência	Quantidade	Tipo de Iluminação
Sódio - 400W	8	IDE
Sódio - 400W	0	IPP
Sódio - 400W	2275	IV
Sódio - 70W	7749	IV
Total IP Viária	83,88%	85.123
Total IP Iluminação de Destaque (ID)	3,30%	3.344
Total IP Pista de Ciclovias (IPC)	0,26%	263
Total IP Praças e Parques (IPP)	11,42%	11.592
Total Campos de Futebol (ICF)	0,57%	582
Total Bens Históricos (IH)	0,57%	583
Total	100%	101.487

5.9 Determinação do Nº de postes de iluminação pública

O quantitativo de postes de iluminação foi determinado a partir do número médio de pontos de iluminação pública viária (IV) por poste apurado nas inspeções de campo por classe viária (Tabela 62), da distribuição percentual de pontos estimada por classe viária (Tabela 63) e no quantitativo estimado de pontos de iluminação pública, classificado quanto aos tipos: viária, pista de ciclovias e iluminação de destaque, conforme apresentado na Tabela 69.

Primeiramente, tendo como referência o quantitativo total de pontos de iluminação pública viária (IV) de 85.123 identificados na Tabela 69, em conjunto com a distribuição percentual de pontos por classe viária, determina-se o número de pontos de IP por classe viária. Na sequência, calcula-se o número de postes por meio da razão entre o Nº de pontos de IP e o Nº médio de pontos de IP por poste. A tabela a seguir apresenta a estimativa do nº de postes e os parâmetros utilizados para determinação dessa estimativa.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Tabela 70 – Estimativa do quantitativo de postes de iluminação pública viária

Classe Viária	% Pontos por Classe Viária	Nº Pontos de IP	Nº Médio de Pontos de IP por Poste	Nº de Postes
Trânsito Rápido	0,3%	246	1	246
Arterial	16,8%	14.395	1,5	9.596
Coletora	29,1%	24.685	1,11	22.238
Local	53,8%	45.797	1	45.797
Total	100%	85.123	-	77.877

O quantitativo de postes de IV e IPP, dessa forma, corresponde a 85.123.

Adicionalmente à estimativa de postes de iluminação pública viária, ciclovias e para praças e parques, apurou-se o quantitativo de postes aplicados nos pontos de iluminação pública classificados na Tabela 69 como Iluminação de Destaque (ID) correspondente a 3.607. A Tabela 71 apresenta estimativa de postes para cada tecnologia e potência classificada em iluminação pública. Aclara-se que foi assumida a premissa de inexistência de postes nos pontos caracterizados por lâmpadas fluorescentes, balizadores, projetores subaquáticos e fitas de LED. Outra premissa assumida é de haver apenas um poste com uma luminária para iluminação de destaque existente.

Tabela 71 – Estimativa de Postes em pontos de IP classificados como Iluminação de Destaque (ID)

Tecnologia - Potência	Quantidade De Pontos de IP	Quantitativo de Postes
Metálico - 70W	68	68
LED projetor - 43,2W	105	105
LED PROJETOR 50W	12	12
LED PROJETOR VERDE 50W	12	12
LED PROJETOR VERMELHO 50W	12	12
LED PROJETOR AZUL 50W	12	12
PROJETOR LED SUBAQUATICO 5W	28	-
LED BALIZADOR 0,6W	1.338	-
LED Fita 24W/m	168	-
LED Fita 5W/m	478	-
LED BALIZADOR 1,2W AZUL	329	-
LED BALIZADOR 1,2W VERMELHO	329	-
Sódio - 400W	8	8
Metálico - 150W	218	218
FLUORESCENTE TUBULAR - 28W	227	-

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

Dessa forma, estima-se que a rede de iluminação pública de Porto Alegre apresenta 84.788 postes de iluminação pública dos quais 11,95% são de propriedade do município, conforme foi estimado na seção 2.1.9.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este diagnóstico analisou uma série de informações a respeito do parque de iluminação pública do município de Porto Alegre. Algumas informações foram disponibilizadas pela Prefeitura do município, enquanto as demais foram obtidas a partir de inspeções locais realizadas no município entre 20/nov e 01/dez do ano de 2017. As inspeções locais seguiram metodologias baseadas em normas de iluminação pública (ABNT NBR 5101) e de inspeção por amostragem (ABNT NBR 5426 e 5427). Uma série de constatações foi obtida a partir da elaboração do presente diagnóstico.

No que diz respeito a resultados das inspeções viárias, observou-se que apenas 13% das vias do município de Porto Alegre são adequadas sob o ponto de vista de iluminação, segundo preceitos estabelecidos por norma, sendo a maior parte em decorrência de inadequações nos fatores de uniformidade. As motivações do não atendimento constatadas foram, especialmente, incompatibilidade com arborização local, limitação estrutural de projeto e elevados níveis de depreciação dos pontos de iluminação pública da cidade. Entre as limitações de projeto, destacam-se a utilização de tecnologias de iluminação (em sua maioria, vapor de sódio) com má distribuição fotométrica e distanciamentos entre postes maiores que os sugeridos, consistindo na limitação estrutural do projeto. As inspeções em praças e ciclovias incorreram em resultados semelhantes, sendo poucos locais inspecionados que apresentaram fatores de uniformidade adequados e a maior parte em decorrência de incompatibilidade com arborização local.

Em relação às análises financeiras, observou-se que a Contribuição de Iluminação Pública atual é suficiente para custear a operação do parque de iluminação pública, porém não é capaz de arcar com investimentos necessários para modernização e efficientização de 100% dos pontos de iluminação pública em um curto intervalo de tempo. Além disso, destaca-se nas análises realizadas que a taxa de operacionalização da cobrança da CIP, em comparação com outros municípios, é elevada.

Outras constatações acerca da realidade do município também foram observadas, no que diz respeito à existência e qualidade de um cadastro de iluminação, diretrizes para atuações expressas no plano diretor de iluminação pública, estatísticas de criminalidade, levantamento

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

de demanda reprimida, projetos de modernização e expansão, bem como o modelo operacional adotado para o município. Essas informações, juntamente com as constatações observadas a partir de inspeções locais subsidiarão as provindouras propostas de atuação para o parque de iluminação pública do município.

Diagnóstico Técnico da Rede de Iluminação Pública

7 ANEXO I: DIAGNÓSTICO TÉCNICO DA ILUMINAÇÃO DE DESTAQUE

Disponibilizado em arquivo avulso a este relatório.

Consórcio

MR
MACIEL ROCHA
ADVOGADOS

 **AAA**
ALBINO ADVOGADOS ASSOCIADOS


RSI
Engenharia

HOUER
CONCESSÕES

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