

**ÉRICA FERRAZ DE ANDRADE SOUTO**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE LEVANTAMENTO REMOTO E *IN LOCO* PARA  
PROJETOS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Joyce Correna Carlo

**VIÇOSA – MINAS GERAIS  
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da  
Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S728a Souto, Érica Ferraz de Andrade, 1991-  
2022 Análise comparativa de levantamento remoto e *in loco* para  
projetos de iluminação pública / Érica Ferraz de Andrade Souto. -  
Viçosa, MG, 2022.  
1 dissertação eletrônica (145 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Joyce Correna Carlo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Arquitetura e Urbanismo, 2022.

Referências bibliográficas: f. 57-61.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.186>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Iluminação municipal - Minas Gerais. 2. Energia elétrica-  
Conservação - Minas Gerais. 3. Levantamentos. 4. Coleta de dados. I.  
Carlo, Joyce Correna, 1973-. II. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-  
Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

CDD 22. ed. 621.3229

Bibliotecário(a) responsável: Renata de Fátima Alves CRB6/2578

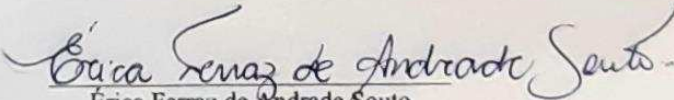
ÉRICA FERRAZ DE ANDRADE SOUTO

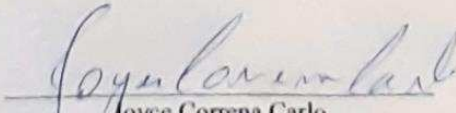
**ANÁLISE COMPARATIVA DE LEVANTAMENTO REMOTO E *IN LOCO* PARA  
PROJETOS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 15 de fevereiro de 2022.

Assentimento:

  
Érica Ferraz de Andrade Souto  
Autora

  
Joyce Correna Carlo  
Orientadora

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, Pedrina; meu pai, João; e minha irmã, Joana, pelo constante suporte, apoio e incentivo incondicional.

Ao meu marido, Christiano, pela paciência, carinho e generosidade na travessia de todas as adversidades até aqui.

À minha orientadora, Prof. Dra. Joyce Carlo, pelas preciosas orientações e direcionamentos.

A todos do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPG.au) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), pelos conhecimentos transmitidos.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## RESUMO

SOUTO, Érica Ferraz de Andrade, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2022. **Análise comparativa de levantamento remoto e *in loco* para projetos de iluminação pública.** Orientadora: Joyce Correna Carlo.

A crise hídrica no Brasil requer o uso racional da energia elétrica, inclusive no setor público, o qual apresenta potencial de economia por meio da efficientização dos parques de iluminação pública, dentre outras ações. A efficientização dos parques não ocorre somente através da substituição das lâmpadas de vapores por luminárias LED, como também por meio da implantação de metodologias projetuais com foco em eficiência energética. A ausência de registros na literatura sobre metodologias de coleta de dados iniciais para projetos de eficiência energética em iluminação pública motivou essa dissertação, a qual dedica-se a investigar essa problemática com o objetivo de propor uma metodologia de coleta remota de dados iniciais que ofereça maior confiabilidade, redução de tempo e custo, além de adaptabilidade a um sistema *Smart Grid* e de Cidades Inteligentes e Sustentáveis. O universo da pesquisa foi o estado de Minas Gerais – Brasil, cujo campo amostral é composto por 7 cidades médias e 7 cidades pequenas, são elas: Ipatinga, Caratinga, Conselheiro Lafaiete, Viçosa, Ouro Branco, Ouro Preto e Teófilo Otoni, Iapu, Bugre, Ipaba, Inhapim, Itaverava, Ubaporanga e Santana do Paraíso. O trabalho consistiu no teste de uma metodologia remota de coleta de dados, por meio do *Google Earth*, *Google Street View* e consulta as normas técnicas NBR 5101 - 2018 – Iluminação Pública Procedimento e CEMIG ND 2.1 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas, em comparação com uma metodologia de coleta de dados *in loco*, por meio de visita com medição com trena e levantamento fotográfico. As duas metodologias alimentaram uma simulação para confrontar os resultados obtidos, tabular, avaliar o desempenho luminoso no programa *DIALux*, e aferir a confiabilidade da metodologia de levantamento remoto. Os resultados mostraram que há 76,8% de compatibilidade entre o levantamento *in loco* e remoto. Todos os dados amostrais foram lançados na plataforma colaborativa *OpenStreetMap* onde encontram-se disponíveis, gratuitamente, para livre acesso dos prestadores de serviço e gestores da área de eficiência energética em iluminação pública.

**Palavras-chave:** Iluminação pública. Eficiência energética. Levantamento remoto. Coleta de dados.

## ABSTRACT

SOUTO, Érica Ferraz de Andrade, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2022. **Comparative analysis of remote and in loco survey for public lighting projects.** Adviser: Joyce Correna Carlo.

The current water crisis in Brazil shows us the importance of rational use of electricity, mainly in the public sector, which can lead to a potential decrease in costs through the efficiency of urban lighting among other actions. The efficiency in urban lighting does not occur only through the replacement of vapor lamps by LED luminaires sets, but also through the implementation of design and project methodologies focused on energy efficiency. The absence of methodological records in the literature about primary data collection for energy efficiency projects and design in public lighting, motivated this thesis which is dedicated to investigating this problem with the systematic objective of creating a new methodology of remote collection of primary data which could provide greater reliability, reduction of time and cost, as well as adaptability to a Smart Grid and a Smart Cities system. The universe of this research was established as the state of Minas Gerais – Brazil and the chosen sample field consists of 7 medium-sized cities and 7 small-sized cities, which came to be the cities of Ipatinga, Caratinga, Conselheiro Lafaiete, Viçosa, Ouro Branco, Ouro Preto, Teófilo Otoni, Iapu, Bugre, Ipaba, Inhapim, Itaverava, Ubaporanga and Santana do Paraíso. The work consisted of testing a remote methodology of data collection, through Google Earth, Google Street View and the strict observation of the technical standards NBR 5101 - 2018 – Iluminação Pública Procedimento (NBR 5101 - 2018 - Public Lighting Procedure) and CEMIG ND 2.1 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas (CEMIG ND 2.1 - Basic Installations of Urban Air Distribution Networks), compared with a methodology of data collection on-site, done through personal visits to the actual sites for manual measurement with a metric scale and photographic survey. Those two described methodologies fed a simulation that finally compares the results obtained, tabulates them, evaluates the luminous performance in the DIALux software, and assures a greater level of reliability of this remote survey methodology when compared to the current methodologies. The results showed that there is a 76.8% compatibility between on-site and remote surveys. All sample data were released on the collaborative platform OpenStreetMap, where they are available, free of charge, for free access to service providers and managers in energy efficiency and urban lighting.

**Keywords:** Public lighting. Energy efficiency. Remote survey. Data collect.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Etapas para a implantação da prática de Cidades Inteligentes e Sustentáveis no Brasil direcionada para uma estratégia de Iluminação Pública Inteligente.....	18
Figura 2 – Distribuição de amostras entre cidades pequenas e médias .....	30
Figura 3 – Fotografia por inferência utilizando o aplicativo gratuito <i>ImageMeter</i> .....	31
Figura 4 – Medições remotas de “largura da via”, “distância entre postes”, “tipologia de distribuição do posteamento” e “largura do passeio” .....	32
Figura 5 – Identificação da tipologia de posteamento, classificação viária e pavimentação por meio de visita ao local e levantamento fotográfico .....	40
Figura 6 – Comparativo de fluxo luminoso entre o levantamento <i>in loco</i> e o levantamento remoto.....	46
Figura 7 – Comparativo de potência entre o levantamento <i>in loco</i> e o levantamento remoto .	47
Figura 8 – Localização do dado coletado <i>in loco</i> .....	49
Figura 9 – Inserção do dado coletado <i>in loco</i> .....	49
Figura 10 – Identificação do dado coletado <i>in loco</i> .....	50
Figura 11 – Inserção de informações na etiqueta do dado lançado .....	50
Figura 12 – Acesso aos pontos lançados .....	51
Figura 13 – Visualização dos pontos lançados no mapa .....	51
Figura 14 – Possibilidade de exportação dos dados da área de preferência .....	52
Quadro 1 – Hierarquia das Cidades de Minas Gerais.....	20
Quadro 2 – Informações para a simulação de desempenho luminoso no software <i>DIALux</i> ....	35
Quadro 3 – Tabulação das medições por amostra levantamento <i>in loco</i> .....	36
Quadro 4 – Tabulação das medições por amostra levantamento remoto .....	37
Quadro 5 – Amostras: cidades e ruas visitadas para coleta de dados <i>in loco</i> .....	39
Quadro 6 – Compatibilidade entre as luminárias aprovadas: fluxo luminoso e potência .....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumidores Iluminação Pública por região e UF .....	11
Tabela 2 – Progressão do consumo de energia elétrica em Iluminação Pública por região Brasileira.....	11
Tabela 3 – Cidades Médias de Minas Gerais elencadas para o experimento .....	28
Tabela 4 – Cidades de pequeno porte de Minas Gerais elencadas para o experimento .....	28
Tabela 5 – Frequência de ocorrência da altura de montagem .....	34
Tabela 6 – Fator médio identificado entre as amostras coletadas .....	34
Tabela 7 – Iluminância e uniformidade atingidas por superfície em cada amostra e luminárias LED aprovadas, após simulação com os dados do levantamento <i>in loco</i> .....	41
Tabela 8 – Fluxo luminoso atingido por amostra simulada com os dados do levantamento <i>in loco</i> .....	42
Tabela 9 – Levantamento remoto: Iluminância e uniformidade atingidas por superfície em cada amostra e luminárias LED aprovadas .....	44
Tabela 10 – Levantamento remoto: Fluxo luminoso atingido por amostra.....	45
Tabela 11 – Exemplo de etiqueta criada por ponto lançado no <i>OpenStreetMap</i> .....	52

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
ASV	Auditoria de Segurança Viária
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
Cosip	Contribuição para o custeio do serviço de iluminação pública
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ONU	Organização das Nações Unidas
PEE	Programa de Eficiência Energética
PPG.au	Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
PPP	Parceria Público Privada
Procel Reluz	Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente
REDBCM	Rede Brasileira de Estudos sobre Cidades Médias
ReCiMe	Rede de Pesquisadores sobre Cidades Médias
UFV	Universidade Federal de Viçosa

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Objetivo geral.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Estrutura da dissertação .....</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 As pequenas e médias cidades brasileiras .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Pequenas e médias cidades inteligentes e sustentáveis .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3 Eficiência energética em iluminação pública municipal.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4 A importância do geoprocessamento na gestão da iluminação pública municipal e os arranjos administrativos.....</b>	<b>26</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Execução do experimento .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Amostragem .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.1 Levantamento in loco .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.2 Levantamento remoto .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.3 Equações para levantamento remoto.....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 Validação dos levantamentos por meio de simulações dos dados levantados .....</b>	<b>35</b>
<b>3.4 Georreferenciamento dos dados levantados.....</b>	<b>36</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1 Levantamento <i>in loco</i> .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1.2 Levantamento remoto .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>46</b>
<b>4.3 Georreferenciamento dos dados coletados <i>in loco</i>.....</b>	<b>48</b>
<b>5 SUGESTÃO DE PROCEDIMENTOS PARA PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA .....</b>	<b>54</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A organização do espaço contemporâneo ocasionou uma série de crises relacionadas à gestão de resíduos, saneamento, mobilidade urbana, iluminação pública, entre outras (MONTE-MÓR, 1994). Ao relacionar assentamentos humanos e seu suporte físico foi necessário criar políticas públicas com a finalidade de sanar tais problemas (SILVA; TRAVASSOS, 2008). Com o constante aumento populacional atrelado a digitalização dos modos de vida e trabalho, já previsto no início do século XXI (CRUZ, 2001), a cidade naturalmente tem sido submetida a diversos estudos sobre sistemas de gestão remota do território. Dentro deste sistema está o desafio de, não só aprimorar os processos de projeto e o próprio sistema de iluminação pública, tornando-o eficiente energeticamente, como também geri-lo de maneira inteligente.

No início do século XX, algumas das principais cidades brasileiras já apresentavam iluminação elétrica nos espaços públicos, substituindo, aos poucos, os lampiões a óleo de baleia. Até a década de 1960 havia iluminação urbana através de lâmpadas incandescentes ou lâmpadas fluorescentes, as quais posteriormente foram substituídas por lâmpadas de vapor de sódio, vapor de mercúrio e vapor metálico ao longo das décadas de 1980 e 1990 (COSTA, 1988; FRÓES DA SILVA, 2006). Em 1996 foi criada a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com finalidade de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica no país (LF, 9.427/ 1996).

Os planejamentos energeticamente eficientes para os parques públicos<sup>1</sup> brasileiros começaram no princípio do séc. XXI através de incentivo a realização de pesquisa e desenvolvimento focado em eficiência energética por parte das empresas autorizadas no setor da energia elétrica (LF, 9.991/2000). Em consequência surgiu o Programa de Eficiência Energética (PEE) coordenado pela ANEEL a fim de promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia, na iluminação pública, especificamente, consiste no uso ou substituição de lâmpadas e equipamentos por outros mais eficientes. Os projetos luminotécnicos para o espaço público contemplados pelo programa são apoiados integralmente pelo PEE e Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente (Procel Reluz). No Brasil a iluminação pública vem sendo implantada ou substituída através desse sistema, muitas vezes indicando o uso de luminárias LED que possuam o selo PROCEL, o qual, desde 2017, incorporou a categoria eficiência energética em luminária LED para iluminação pública (PROCELINFO, 2017).

---

<sup>1</sup> Sistemas de iluminação pública em geral como o sistema viário, praças, canteiros e estacionamentos.

A última análise de consumo anual disponível por região brasileira se encontra no Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020 – ano base 2019, onde o consumo destinado à iluminação pública atinge cerca de 3,3% do consumo total de energia elétrica no Brasil. O referido anuário aponta que as maiores taxas de crescimento no ano de 2019 em relação a 2018 ocorreram nos setores de Iluminação Pública, Serviço Público e Consumo Próprio. Na Tabela 1 encontra-se a participação no consumo de energia elétrica por região brasileira no setor da iluminação pública, com destaque para as regiões Nordeste e Sudeste.

Tabela 1 – Consumidores Iluminação Pública por região e UF

<b>Região</b>	<b>Part. %</b>	<b>(2019)</b>
Norte	2,7%	
<u>Nordeste</u>	<u>46,0%</u>	
<u>Sudeste</u>	<u>32,9%</u>	
Sul	14,3%	
C. Oeste	4,1%	

Fonte: Adaptado de ANEEL (2020 - ano base 2019).

O anuário também aponta que o setor de iluminação pública sofreu uma progressão no consumo representando 1% de acréscimo no ano de 2019 em relação ao ano de 2018. A Tabela 2 lista a progressão de consumo de energia elétrica no setor de Iluminação pública por região:

Tabela 2 – Progressão do consumo de energia elétrica em Iluminação Pública por região Brasileira

<b>Região</b>	<b>Δ %</b>
	<b>(2019 /2018)</b>
Norte	5,4%
Nordeste	12,9%
Sudeste	6,2%
Sul	5,0%
C. Oeste	1,8%

Fonte: Adaptado de ANEEL (2020 - ano base 2019).

O Plano Nacional de Eficiência Energética apresenta uma série de ações com vistas à conservação de energia para os setores analisados pelo Plano Nacional de Energia 2030, são eles: agropecuário, comercial, público, residencial, transportes, industrial, iluminação pública, saneamento e educação (ALTOÉ *et al.*, 2017). Atualmente, as cidades são as maiores consumidoras de energia elétrica do mundo, sendo a iluminação pública, uma das maiores responsáveis por esse consumo (CIDADES EFICIENTES, 2020). O projeto Diagnóstico de Cidades Brasileiras desenvolvido pelo Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis e Cidades Eficientes aponta que em áreas urbanas, a iluminação dos parques públicos representa

o segundo maior consumo do orçamento municipal e, portanto, nesse contexto, a busca por sistemas mais eficientes, sobretudo do ponto de vista energético, se torna crucial (CIDADES EFICIENTES, 2020). Isto posto, considera-se que existe uma demanda referente à redução dos gastos com energia elétrica em iluminação pública, a qual está diretamente atrelada ao objeto desta dissertação. Propor uma metodologia de coleta remota de dados iniciais para projetos de eficiência energética em iluminação pública é uma forma de entender todas as variáveis deste processo de coleta de dados, antever suas possíveis falhas e detectar o potencial de aprimoramento dessa etapa do projeto luminotécnico.

O aporte de infraestrutura para cidades pequenas e médias, principalmente de iluminação pública de maneira geral e específica, está relacionado ao aumento da produtividade e da qualidade de vida, já que a iluminação pública é um importante vetor desenvolvimento socioeconômico e de segurança pública (COSTA, 2006). Ademais, a eficientização dos parques públicos beneficia diretamente o contribuinte que, além de contar com uma iluminação pública eficiente, poderá exigir redução ou isenção da taxa municipal CIP<sup>2</sup>.

As publicações relativas ao sistema de iluminação pública, como os artigos referentes à sistemas de iluminação pública inteligentes de Beccali e Bonomolo (2020) e Doulos *et al.* (2019), além dos próprios manuais desenvolvidos por agências brasileiras como o livreto *Iluminação Pública Municipal Programas e Políticas Públicas – Orientações* (MNE, 2018) têm como foco possibilidades de gestão remota da iluminação pública, a utilização do LED como forma de eficientizar os parques públicos e a abordagem de um sistema *Smart Grid* através de mecanismos de automação e conceito IoT<sup>3</sup>, além da noção de Cidades Inteligentes e Sustentáveis. A importância de se estudar metodologias de levantamento aplicadas à iluminação pública está relacionada à precisão dos dados de entrada para simulações de desempenho luminoso e isso é fundamental para um projeto luminotécnico com foco em iluminação pública eficiente<sup>4</sup>. As metodologias de levantamento vigentes utilizadas em projetos de iluminação pública não se encontram acessíveis na literatura, aparentemente trata-se de uma metodologia sem registro formal, ou executada de maneiras diversas a depender dos prestadores de serviço. Freitas Júnior, Silva e Moura (2021) se aproximam da proposta dessa dissertação ao sugerir uso das geotecnologias como ferramenta estratégica para a iluminação pública, inclusive nas etapas de levantamento de dados, os autores ainda afirmam que a aquisição de

---

<sup>2</sup> Taxa cobrada por muitos municípios brasileiros cuja finalidade é o financiamento do serviço de iluminação pública. Quando cobrada, aparece nomeada como CIP ou COSIP nas contas de energia.

<sup>3</sup> Internet of Things (Internet das Coisas) se refere à interconexão digital de objetos através da internet.

<sup>4</sup> Quanto menor a margem de erro desses dados, mais eficiente energeticamente será o projeto.

dados técnicos atualizados do sistema de iluminação pública permite ao gestor público que as manutenções corretivas a serem realizadas pelas equipes técnicas sejam mais eficientes, melhorando a qualidade e garantindo a continuidade do serviço prestado à população. Entende-se que a sistematização proposta nesta dissertação, contribui para a área de conhecimento do planejamento urbano e regional com foco em cidades de pequeno porte e médio porte em consonância com as premissas da linha de pesquisa 3 do PPG.au, denominada “A Produção do Edifício e do Espaço Urbano nas Pequenas e Média Cidades”.

A aplicação desse estudo no que se refere das pequenas e médias cidades está atrelada ao conceito de *smart labs*, o qual sugere que territórios menores apresentam maior viabilidade para se estudar um novo fenômeno, método, experimento, entre outros. Isto por ser um ambiente com mais facilidade de controle comparado à grandes territórios. Um exemplo é o Projeto Ipiranga em desenvolvimento pela concessionária de energia Copel a qual, até o momento da redação dessa dissertação, está desenvolvendo um sistema *Smart Grid* na cidade de Ipiranga no estado brasileiro do Paraná. Essa cidade conta com população de 15 mil habitantes e 957 km<sup>2</sup> de território (AGÊNCIA, 2020).

A autora defende a necessidade de uma investigação sobre a metodologia utilizada na coleta de dados iniciais para que o sistema de iluminação pública seja efficientizado. É importante destacar que esses mesmos dados são os dados de entrada da simulação de desempenho luminoso elaborado no software *DIALux*. Esse estudo se difere dos outros ao questionar a qualidade dessa etapa do projeto, o qual embasa todas as etapas posteriores que culminariam em uma iluminação pública inteligente, além de propor uma metodologia remota inexistente na literatura.

Dados de entrada precisos sustentam um sistema inteligente, independentemente do seguimento. No caso da iluminação pública em LED, dados iniciais, utilizados como dados de entrada, quando superdimensionados, resultam em escolhas de luminárias de alto consumo energético e intenso fluxo luminoso, isso gera um consumo de energia mais elevado do que o necessário. Enquanto isso, dados subdimensionados induzem à escolha de luminárias de fluxo luminoso inferior ao necessário, o que resulta em uma iluminação precária. Ambas as situações sucedem em gasto de verba pública para projetos de efficientização dos parques públicos com resultados ineficientes. Portanto, investigar métodos de levantamento de dados iniciais e propor uma metodologia de levantamento para projetos de iluminação pública antecede as decisões sobre *Smart Grids* e Cidades Inteligentes e Sustentáveis.

A elaboração de projetos de eficiência energética em iluminação pública é composta de várias etapas, como levantamento, projeto luminotécnico, orçamento, entre outros. A base para

todas essas etapas é o levantamento, o qual, quando substancialmente impreciso, pode comprometer todas as etapas posteriores do trabalho, culminando em um resultado ineficiente energeticamente. Os dados iniciais<sup>5</sup> coletados por meio de levantamento *in loco* são lançados no software *DIALux*<sup>6</sup> para determinar o tipo de luminária LED a ser inserida no cenário simulado. Tais simulações objetivam selecionar luminárias que reduzam o gasto energético e mantenham, ou superem, o tempo de vida comparado à lâmpada existente.

O processo vigente de coleta, levantamento e consolidação de dados iniciais se constitui nas seguintes etapas:

1. Levantamento *in loco* das vias contempladas de cada município a ser beneficiado com a implantação da tecnologia LED na iluminação pública;
2. Verificação por amostragem por meio de *Google Street View* do levantamento *in loco*;
3. Classificação Viária, regulamentada pela *NBR 5101-2018 Iluminação Pública – Procedimento*, determinada através do sistema de hierarquia viária, o qual considera uso e fluxo de pedestres e veículos variando a uniformidade e iluminância mínima a ser considerada nas simulações;
4. Confecção de uma planilha com as medidas e classificações viárias levantadas e verificadas;
5. Simulações no software *DIALux* a partir das informações planilhadas.

Observou-se que a Etapa 5 levanta dúvidas quanto aos métodos causando incerteza durante as simulações de desempenho luminoso.

Um projeto luminotécnico realizado a partir de dados iniciais incorretos ou substancialmente imprecisos descaracteriza o município contemplado pelo PEE, criando um cenário incompatível com a realidade. Esta situação irreal, além de não justificar o gasto da verba destinada a essas melhorias, não resulta em projetos luminotécnicos energeticamente eficientes. Além disso, as atuais tecnologias de iluminação pública apontam para sistemas de *Smart Grid*<sup>7</sup> adaptáveis a sistemas de Cidades Inteligentes e Sustentáveis visando controle, monitoramento, aferição e auditoria em tempo real de todos os serviços que compõem a infraestrutura urbana.

---

<sup>5</sup> Nesta dissertação o termo “dados iniciais” se refere às medições necessárias para as simulações de desempenho luminoso. Algumas delas são: “altura do ponto de luz” ou “altura de montagem da luminária”, “largura da via”, “largura do passeio”, “altura do meio fio”, entre outras.

<sup>6</sup> Software exigido pelos editais das chamadas públicas da Eletrobrás e comumente utilizando para as chamadas públicas da CEMIG para fins de simulação de desempenho luminoso e geração de relatório técnico.

<sup>7</sup> Redes inteligentes de energia. Neste contexto, este sistema seria possível através de sensores instalados nas luminárias LED, os quais enviariam dados relativos ao consumo de energia diretamente da unidade consumidora para os gestores.

Esses sistemas, cada vez mais, exigem o uso das geotecnologias<sup>8</sup> aliadas à digitalização dos processos de projeto para que todas as etapas sejam compatíveis, não só às plataformas BIM como às plataformas de gestão inteligente da iluminação pública. Neste contexto, questiona-se a viabilidade das repetitivas práticas de levantamento *in loco*, as quais, muitas vezes, se mostraram substancialmente imprecisas, ao mesmo tempo em que existem tecnologias de qualidade, disponíveis e gratuitas capazes de realizar medições remotas por tempo e custo reduzido.

Portanto, pergunta-se: uma metodologia remota de coleta de dados iniciais é a precursora de um sistema de *Smart Grid* adaptável a uma dinâmica futura de Cidades Inteligentes e Sustentáveis pensada para as pequenas e médias cidades brasileiras?

### **1.1 Objetivo geral**

Propor uma metodologia de coleta remota de dados iniciais para projetos de eficiência energética em iluminação pública que ofereça maior confiabilidade, redução de tempo e custo, além de adaptabilidade a um sistema *Smart Grid* e Cidades Inteligentes e Sustentáveis.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Elaborar levantamento *in loco* e levantamento remoto para a coleta dos dados iniciais;
- Validar os levantamentos através do software *DIALux*;
- Sugerir procedimentos de tratamento da informação adaptáveis a sistemas de *Smart Grids* e Cidades Inteligentes e Sustentáveis.

### **1.3 Estrutura da dissertação**

A dissertação foi estruturada em sete capítulos, são eles: Introdução, Fundamentação teórica, Revisão de literatura, Metodologia, Resultados, Proposições e Conclusão. O Capítulo 1 apresenta a temática da dissertação, contextualiza o tema e expõe o problema da pesquisa. O Capítulo 2 apresenta os principais referenciais teóricos que norteiam essa dissertação. No Capítulo 3 consta o estado da arte referente a efficientização dos parques de iluminação pública

---

<sup>8</sup> Tecnologias como GIS - Sistemas de Informação Geográfica, Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto por Satélites, Sistema de Posicionamento Global (GPS), Aerofotogrametria, Geodésia e Topografia Clássica, entre outras.

nas pequenas e médias cidades brasileiras e esclarecimentos sobre a tecnologia *Smart Grid* e Cidades Inteligentes e Sustentáveis. O Capítulo 4 aborda a metodologia utilizada, incluindo os processos de amostragem, levantamentos e simulações de desempenho luminoso. No Capítulo 5 os resultados são apresentados e analisados, além de ressaltar considerações sobre georreferenciamento. O Capítulo 6 se dedica a proposições a respeito de projetos de eficiência energética em iluminação pública, seguido do Capítulo 7 e 8 onde se desenvolve a conclusão deste trabalho e sugestões de trabalhos futuros, respectivamente.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

No que se refere a metodologias de levantamento para projetos de iluminação pública foi elaborada uma revisão sistemática de literatura a qual abrange periódicos nacionais e internacionais, dissertações, teses e livros no que se refere a metodologias de levantamento para projetos de iluminação pública. Com finalidade de investigar e coletar informações disponíveis na literatura, a revisão sistemática comporta as etapas: a) identificação do tema; b) determinação de critérios para inclusão e exclusão; c) registro das informações extraídas dos estudos; d) interpretação dos resultados. Serão elencadas e analisadas as dez pesquisas de maior relevância encontradas a partir da ferramenta “classificar por relevância” do Google Acadêmico.

A aquisição de informações relativas a levantamento de dados iniciais para projetos de iluminação pública configura-se como o objetivo principal desta revisão. Isto parte de uma possível defasagem na literatura sobre o tema supracitado, a qual foi estimada durante o desenvolvimento desta dissertação.

A pesquisa bibliográfica foi realizada mediante busca eletrônica de artigos indexados na base de dados Google Acadêmico, visto que essa plataforma é livremente acessível e comporta textos acadêmicos completos em extensa variedade de formatos de publicação. A busca por referências ocorreu em inglês e em português a partir das palavras-chave combinadas: a) metodologia de levantamento b) projeto de iluminação pública, c) iluminação rodoviária, d) levantamento de dados espaciais. Foi realizada uma coleta bibliográfica preliminar através da leitura seletiva dos resumos, os quais totalizaram quarenta resumos entre periódicos nacionais e internacionais, dissertações, teses e livros. Após a coleta e de posse dos artigos na íntegra, realizou-se a análise, registro dos principais tópicos abordados e síntese dos resultados de cada estudo selecionado. Os trabalhos desclassificados nesta etapa não apresentaram pertinência em relação ao tema investigado.

Por meio dos resultados, observa-se certa escassez de trabalhos sobre o tema. Das quarenta pesquisas mais relevantes, houveram seis repetições e foram selecionados sete resumos, sendo 2 dissertações de mestrado da Universidade do Porto, 2 dissertações de mestrado da Universidade de São Paulo, 1 periódico da Revista Científica ANAP Brasil e 1 dissertação de mestrado da Universidade de Brasília. Os anos de publicação dos trabalhos selecionados variaram de 2001 a 2020 em razão do critério de seleção de resultados por relevância e não por ano de publicação. Essa determinação se justifica pela escassez de resultados, os quais se apresentavam cada vez mais infrequentes quando delimitado um marco temporal mais restrito.

Ainda sobre o tema dessa dissertação, as publicações de Amorim Filho e Abreu (2015), Amorim Filho, Rigotti e Campos (2007), Amorim Filho e Rigotti (2016) norteiam o conceito de cidades pequenas e médias utilizado nesta dissertação. Ademais, considera-se a abordagem proposta pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) lançou no ano de 2020 a NBR ISO 37122:2020 – Cidades e comunidades sustentáveis — Indicadores para Cidades Inteligentes<sup>9</sup>, a qual integra o corpo de referências deste projeto, aliada à ABNT NBR 5101 - 2018 - Iluminação Pública – Procedimento, já citada nos editais das chamadas públicas como norma de referência, além dos manuais técnicos da ANEEL, CEMIG e demais concessionárias de energia, as quais também definem as diretrizes técnicas desta dissertação. Ademais, a noção do conceito de Cidade Inteligente e sua aplicabilidade às cidades brasileiras, mediada pelo sistema *Smart Grid* é também é um importante referencial teórico (ABNT, 2020b).

A Cidade Inteligente é o produto de uma série de práticas urbanas que, na maioria das vezes, envolve parcerias público privadas, revisão de políticas públicas e aplicação de sistemas de tecnologia no território, as quais acabam por viabilizar uma gestão remota e inteligente. A produção acadêmica, no que se refere a eficientização da iluminação nos parques públicos brasileiros saltou de “viabilidade do uso de luminárias públicas com tecnologia LED” para “práticas de Cidades Inteligentes e Sustentáveis no Brasil”, enquanto entende-se que a hierarquização adequada seria a apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Etapas para a implantação da prática de Cidades Inteligentes e Sustentáveis no Brasil direcionada para uma estratégia de Iluminação Pública Inteligente



Fonte: Elaboração própria.

<sup>9</sup>Lançada em 10-09-2020, a norma tem como foco nas cidades e comunidades sustentáveis compreendendo o desenvolvimento de requisitos, estruturas, diretrizes, técnicas e ferramentas de apoio ao desenvolvimento sustentável visando inteligência e resiliência para auxiliar todas as cidades e comunidades a se tornarem mais sustentáveis.

Entende-se que o processo de registro de informações, composto por uma metodologia remota de levantamento para projetos de iluminação pública e consolidação dos dados levantados de modo compatível às plataformas de gestão atuais, é a base do processo de efficientização e gestão remota inteligente da iluminação pública no Brasil.

A iluminação pública é uma das principais formas de intervenção urbana. Visto que tais projetos de iluminação, em potencial, oferecem segurança para os habitantes, bem como podem impulsionar o desenvolvimento de regiões segregadas, como as que apresentam elevados índices de criminalidade (PINHO, 2019). Ao categorizar e entender as pequenas e médias cidades brasileiras, observa-se que as cidades médias, principalmente, têm despertado, ainda que timidamente, para a importância de soluções integradas através das geotecnologias. Os gestores das cidades brasileiras podem buscar alternativas de efficientização dos parques de iluminação pública através dos arranjos institucionais e administrativos, com vistas a soluções que contemplem os conceitos de *Smart Grid* e Cidades Inteligentes e Sustentáveis.

## 2.1 As pequenas e médias cidades brasileiras

Antes de categorizar as cidades em pequenas e médias, é importante mencionar a diferença entre a conceituação de cidade e município<sup>10</sup>. O conceito de Município, o qual surge a partir da emancipação de um distrito, se caracteriza por uma divisão territorial administrativa autônoma do estado, governada por um prefeito e uma câmara de vereadores. A cidade se define por complexo demográfico formado por importante concentração populacional não agrícola e dada atividades de caráter mercantil, industrial, financeiro e cultural (JUSBRASIL, 2016). Não cabe nessa dissertação estender a discussão sobre essas discrepâncias, as quais apresentam relevância especialmente no âmbito do planejamento urbano e regional, jurídico e geográfico. A palavra cidade será empregada neste texto de forma a representar os espaços urbanos receptores de projetos de eficiência energética em iluminação pública evitando a discussão sobre os desdobramentos do uso e ocupação do espaço urbano, a qual não cabe neste contexto.

As cidades médias realizam a mediação do espaço regional entre as cidades pequenas, sempre carentes de infraestrutura, e os grandes centros urbanos (AMORIM FILHO, 2007). O sistema urbano tende à crescente diferenciação e complexificação e as cidades, sejam quais

---

<sup>10</sup> Para mais completo entendimento dessa discussão, recomenda-se consulta ao trabalho *O Espaço Urbano* de Roberto Lobato Correia e também as publicações do autor Friedrich Ratzel mencionadas no estudo *Friedrich Ratzel and the nature of (political) geography*, de Farinelli. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0962629800000366>. Acesso em: 20 jan. 2021.

forem suas classificações, são cada vez mais diferentes entre si pois respondem a diversos graus de organização do território (SANTOS, 1973).

Partindo de critérios essencialmente numéricos, pode-se determinar apenas cidades de “porte médio” assim como cidades de “porte pequeno”, isto é, aquelas que apresentam densidade demográfica compatível com uma classificação quantitativa predefinida. Como por exemplo as definições do IBGE, Organização das Nações Unidas (ONU) e demais autores que adotam este método<sup>11</sup>. A definição de cidades médias do ponto de vista quantitativo, além de variar entre países, também pode refletir em equívocos importantes quando analisadas dentro do mesmo país. Um exemplo disso é uma cidade média inserida em uma região pobre do Nordeste do Brasil, naturalmente tenderá a não apresentar infraestrutura e serviços tão diversificados comparados a uma cidade de mesmo porte em uma região mais próspera, como no Sul do país, por exemplo (SOUZA, 2003).

Amorim Filho e Abreu (2000) detalham a hierarquia das cidades médias de Minas Gerais. Eles utilizaram sete variáveis socioeconômicas abrangendo aspectos referentes ao desenvolvimento humano, renda *per capita*, acessibilidade, indústrias de ponta, ensino superior, dentre outras.

Quadro 1 – Hierarquia das Cidades de Minas Gerais

Nível 1 – Grandes Centros Regionais	Juiz de Fora, Uberlândia
Nível 2 – Cidades Médias de Nível Superior	Araxá, Caratinga, Cataguases, Conselheiro Lafaiete, Curvelo, Formiga, Frutal, Guaxupé, Itabira, Itaúna, João Monlevade, Leopoldina, Muriaé, Ouro Preto, Paracatu, Pará de Minas, Patrocínio, Santa Rita do Sapucaí, São João Del Rey, São Lourenço, São Sebastião do Paraíso, Três Corações, Teófilo Otoni, Ubá, Viçosa
Nível 3 – Cidades Médias Propriamente Ditas	Araxá, Caratinga, Cataguases, Conselheiro Lafaiete, Curvelo, Formiga, Frutal, Guaxupé, Itabira, Itaúna, João Monlevade, Leopoldina, Muriaé, Ouro Preto, Paracatu, Pará de Minas, Patrocínio, Santa Rita do Sapucaí, São João Del Rey, São Lourenço, São Sebastião do Paraíso, Três Corações, Teófilo Otoni, Ubá, Viçosa
Nível 4 - Centros Emergentes	Abaeté, Aimorés, Além Paraíba, Almenara, Andradas, Araçuaí, Arcos, Bambuí, Barão de Cocais, Boa Esperança, Bocaiúva, Bom Despacho, Campo Belo, Carangola, Carlos Chagas, Carmo do Paranaíba, Caxambu, Congonhas, Conselheiro Pena, Corinto, Diamantina, Dolores do Indaiá, Ibiá, Itabirito, Itambacuri, Itapeverica, Janaúba, Iturama, Januária, Jequitinhonha, João Pinheiro, Lagoa da Prata, Machado, Manhuaçu, Manhumirim, Mantena, Mariana, Monte Carmelo, Nanuque, Nova Era, Nova Serrana, Oliveira, Ouro Branco, Ouro Fino, Pedra Azul, Pirapora, Pium-í, Raul Soares, Resplendor, Sacramento, Salinas, Santa Bárbara, Santos Dumont, São Gonçalo do Sapucaí, São Gotardo, Três Pontas, Tupaciguara, Unaí, Visconde do Rio Branco

Fonte: Amorim Filho e Abreu (2015).

<sup>11</sup> Dada a complexidade do tema, além dos institutos de pesquisa formais, no Brasil algumas plataformas de estudo foram criadas por pesquisadores voluntários que se interessam em discutir o assunto, entre elas estão a Rede Brasileira de Estudos sobre Cidades Médias – REDBCM e a Rede de Pesquisadores sobre Cidades Médias – ReCiMe. Ambas são compostas por publicações relativas ao fenômeno cidade média e sua multidisciplinaridade.

Uma atualização do Quadro 1 foi feita por Alves (2020)<sup>12</sup>, onde o autor reclassifica as cidades de Timóteo e Coronel Fabriciano, no Vale do Aço, além das cidades de Alfenas, Araguari, Lavras, Passos e Patos de Minas incluindo-as no nível hierárquico das Cidades Médias de Nível Superior.

De acordo com Amorim Filho e Abreu (2015), bem como Alves (2020), as cidades mineiras que não integram Quadro 1 se encontram classificadas em cidades de pequeno porte ou cidades de grande porte. O estudo *Cidades médias e pequenas: uma leitura geográfica* aponta que tanto quantitativamente como qualitativamente o IBGE classifica cidades pequenas como aglomerados urbanos com contingente populacional de até 50 mil habitantes (VIEIRA; ROMA; MIYAZAKI, 2007).

## 2.2 Pequenas e médias cidades inteligentes e sustentáveis

A adaptação de uma cidade convencional em uma dinâmica inteligente deve levar em consideração sua própria maneira de se desenvolver para além das novidades mercadológicas (SILVA; PRESTES, 2019). Isto posto, entende-se que as pequenas e médias cidades brasileiras podem iniciar um processo de gestão inteligente da iluminação pública através de um sistema remoto de coleta de dados iniciais futuramente adaptável a um conceito de *Smart Grid*.

Ao tratar de Plano Diretor de Iluminação Pública em um campus universitário como local do experimento, Alves (2018) recomenda um cadastro com todos os dados e características do equipamento das redes IP e classifica essa etapa como essencial para a gestão e manutenção do sistema. Recomenda-se que sejam levantadas as informações referentes a tipologia da rede de alimentação de energia; tipos, quantidade e potência das lâmpadas instaladas; tipos e características das luminárias; tipos e características dos suportes; análise de obsolescência, qualidade e criticidade do equipamento de iluminação. Neste estudo, a autora menciona metodologias que podem promover a economia de energia ao sugerir a “adaptabilidade da iluminação à sazonalidade e aos ciclos de ocupação do espaço público, em concordância com um *dimming* ajustado das instalações e/ou até o seu total desligamento seletivo”. Tais metodologias se enquadram em sistemas de *Smart Grids*, o qual integra o conjunto de outros sistemas que compõem o conceito de Cidade Inteligente.

A integração dos principais serviços prestados ao município em uma plataforma digital, como iluminação pública, abastecimento de água, tratamento de esgoto, distribuição de energia,

---

<sup>12</sup> Em tese de Doutorado intitulada *Análise de Interações Espaciais a partir da Hierarquia Urbana e das Posições Geográficas das Sedes Urbanas: Uma Proposta Metodológica*.

mobilidade urbana, entre outros, alimentada em tempo real e gerida por uma equipe de profissionais da administração pública, possibilita um sistema de gestão remota e inteligente do território. Os serviços supracitados são capazes de operar em sintonia sob monitoramento e controle dos gestores públicos caso a plataforma de gestão conte com a disponibilidade de dados de forma transparente, de preferência em tempo real. A ABNT NBR ISO 37122:2020 define a Cidade Inteligente como aquela que contempla a sustentabilidade social, econômica e ambiental, atende a desafios como mudanças climáticas, rápido crescimento populacional e instabilidades de ordem política e econômica. Além disso, lista dezenove indicadores para auxiliar na classificação dessas cidades, alguns deles são energia, meio ambiente e mudanças climáticas, finanças, segurança, planejamento urbano, entre outros (ABNT, 2020a).

As pequenas e médias cidades brasileiras se encontram, geralmente, em desvantagem em termos de investimentos e infraestrutura quando comparadas às grandes cidades. No entanto, sabe-se que, internacionalmente, na última década, houve aplicações do conceito de Cidades Inteligentes e Sustentáveis em bairros ou pequenos distritos, de modo experimental. Essas aplicações em escala reduzida são chamadas de *Smart Labs* e entre os territórios contemplados estão: Masdar (Emirados Árabes Unidos), Tianjin (China), Malmö (Suécia) ou Songdo (Coreia do Sul) (CUNHA *et al.*, 2016).

Songdo<sup>13</sup>, por exemplo, é uma cidade que já nasceu inteligente, pois foi planejada para ser inaugurada em 2020. Ela é fruto de uma parceria público-privada através de um trabalho conjunto entre incorporadoras, empresas de tecnologia corporativa, governos nacionais e locais para construir um centro urbano a partir do zero (YIGITCANLAR *et al.*, 2019). No entanto, não significa que seja impossível que uma cidade tradicional se torne inteligente. Amsterdam (Holanda), datada do século XVI aderiu a uma parceria público-privada no início do século XXI com objetivo de se tornar uma cidade sustentável. São Francisco (EUA), uma cidade com mais de dois séculos de existência pretende se tornar uma cidade *carbon-free* em 2030. Outros exemplos são Barcelona (Espanha) e Turim (Itália), as quais iniciaram no final dos anos 1990 seus processos de adaptação (SILVA; PRESTES, 2019).

Alguns autores, como Yigitcanlar *et al.* (2019) afirmam que o conceito de cidade inteligente ainda não está consolidado, pois, ao longo do globo, são adotadas diferentes abordagens para sua conceituação e prática. No sudeste da Ásia, por exemplo, as cidades

---

<sup>13</sup> Também chamada de Cidade Ubíqua em referência à Computação Ubíqua. O termo Computação Ubíqua originalmente cunhado por Mark Weiser em 1991, no seu artigo "O Computador para o século XXI", para se referir a dispositivos conectados em todos os objetos e lugares de forma totalmente imperceptível para o ser humano. Disponível em: <https://www.ics.uci.edu/~corps/phaseii/Weiser-Computer21stCentury-SciAm.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

inteligentes são planejadas para firmar uma identidade nacional, impulsionar a economia, testar e incorporar inovações em macro escala. Já na Europa, América do Norte e Oceania, o modelo de cidade inteligente é pautado em questões ambientais, integrando a qualidade de vida da população ao conceito de um futuro sustentável. (YIGITCANLAR, TAN *et al.* 2019)

Ainda sob essa ótica, Raven *et al.* (2019) analisaram os arranjos institucionais de Amsterdã (Holanda) Hamburgo (Alemanha) e Ningbo (China) e exploraram a variação da prática de Cidades Inteligentes e Sustentáveis em diferentes contextos urbanos. Foi constatado que, além da inconsistência conceitual do termo, há diferenças substanciais em relação à dinâmica institucional devido ao estilo de governança local, políticas públicas nacionais, cultura, economia, ocupação por determinadas entidades, atividade industrial, entre outras variáveis.

No Brasil, as cidades pequenas e médias ainda estão passando pelo processo de efficientização dos parques de iluminação pública através da substituição das lâmpadas de vapor de sódio, vapor de mercúrio ou vapor metálico por luminárias públicas LED<sup>14</sup>. Enquanto isso, alguns estudos têm apontado que essas luminárias são adaptáveis a sistemas de gestão remota (PINTO, 2015). De acordo com o Ministério de Minas e Energia, as luminárias LED permitem uma série de controles de maneira remota, possibilitando uma redução nos custos de operação e manutenção além de uma integração do sistema em consonância com a ideia de Cidades Inteligentes e Sustentáveis (MME, 2018). A Comunicação no sistema de Iluminação Pública a partir de luminárias LED é possível através de quatro etapas, são elas:

- Captação: Um pequeno processador instalado na luminária, o qual recebe e envia informações por wi-fi para um centralizador;
- Centralização: Um aparelho instalado no poste recebe e envia dados de várias luminárias localizadas ao redor dele;
- Nuvem: Os dados acumulados nos centralizadores são transferidos para um servidor e podem ser acessados pelo cliente;
- Controle: Cada luminária pode ser acessada por uma interface através da internet. Isso possibilitará diversos controles (MME, 2018).

---

<sup>14</sup> No Brasil, a cidade Ouro Preto no estado de Minas Gerais assinou uma parceria público-privada para um projeto descrito como “Cidade Inteligente” iniciando os planos de se tornar a primeira *smart city* histórica do Brasil, de acordo com os portais Archdaily (2020), e Connected Smart Citie (2020). Além da efficientização em LED da iluminação pública, os portais também mencionam instalação de rede Wi-fi pública contemplando diversas praças (AMADO, 2020). No entanto as informações disponíveis sobre este projeto, até a data desta publicação, não apontam para soluções voltadas para gestão inteligente da iluminação pública.

Nota-se que, em 2018, já foi previsto pelo referido ministério uma coleta de dados remotos dos sistemas de iluminação pública municipais.

Uma vez que os parques públicos brasileiros já vêm passando por um processo de efficientização através da inserção da tecnologia LED, entende-se que o sistema de iluminação pública, partindo da proposição de uma metodologia de levantamento remoto adaptável a um sistema *Smart Grid*, apresenta potencial para ser integrado a um modelo inteligente de pequenas e médias cidades brasileiras.

### **2.3 Eficiência energética em iluminação pública municipal**

Em 2017, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) publicou a Portaria nº 20 que determina a certificação compulsória de luminárias públicas que utilizam LED com o intuito de atingir a máxima eficiência energética pelas luminárias fabricadas. Visando garantir a qualidade dos projetos de eficiência energética em iluminação pública, recomenda-se a incorporação de produtos com certificação pelo Inmetro e Selo Procel (MME, 2018). Através dessa certificação, o Inmetro estimou que os produtos de baixa qualidade desapareceriam do mercado até 2020 (MME, 2018). Ainda em 2017 surgiu a certificação de lâmpadas e luminárias LED através do Selo Procel de Eficiência Energética, o qual obriga fornecedores a apresentarem os relatórios de ensaios que comprovem os níveis de eficiência e qualidade exigidos pelo Procel (MME, 2018). Sem dúvida, a obrigatoriedade da aplicação desses produtos nos projetos de eficiência energética em iluminação pública contribui para que as cidades atinjam bons resultados. No entanto, nem o Ministério de Minas e Energia, nem a Agência Nacional de Energia Elétrica e nem os editais relativos às chamadas públicas orientam, recomendam, tampouco normatizam alguma metodologia de levantamento de dados iniciais para que a aplicação das luminárias LED, cuidadosamente certificadas, seja assertiva.

No estudo de Silva Junior (2015), o autor trata da popularização da tecnologia LED e dos sistemas de controle a distância, seu trabalho busca desenvolver uma metodologia capaz de cadastrar, diagnosticar e avaliar o parque de iluminação pública do município. A amostragem do experimento é aleatória e amparada na *NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos*<sup>15</sup> publicada em 1985. Um de seus capítulos se dedica ao levantamento *in loco*, onde são apontadas sugestões de medição de tensão, medição de

---

<sup>15</sup> “Os planos de amostragem previstos nesta norma podem ser utilizados, além de outros, para inspeção de: a) produtos terminados; b) componentes e matéria-prima; c) operações; d) materiais em processamento; e) materiais estocados; f) operações de manutenção; g) procedimentos administrativos; h) relatórios e dados” (ABNT, 1985).

corrente e medição fotométrica. Aborda-se a criação de padrões por amostragem com finalidade de avaliar as condições dos equipamentos e detectar problemas. O cadastramento de ponto a ponto ocorre através de observação, incluindo registro fotográfico, também recomenda-se a identificação da geolocalização de cada ponto e identificação da largura da via pública através de trena, entre o limite do leito carroçável e a calçada. Posteriormente, através de investigação documental, com auxílio da prefeitura e da concessionária de energia, são adicionadas ao relatório técnico as informações: existência de transformadores, comandos, condutores, postes, braços, luminárias e lâmpadas. O estudo também sugere mapear os pontos turísticos, marcos históricos e identificar obras de arte a serem iluminadas. Entre os subprodutos deste trabalho está a detecção de anomalias, diagnóstico da iluminação pública do município e a possibilidade de elaboração de um plano estratégico de iluminação pública municipal.

Com ênfase em segurança rodoviária e por meio da técnica de Auditoria de Segurança Viária (ASV), Assunção (2015) ressalta a importância de projetos de iluminação rodoviária para a prevenção de acidentes, o autor afirma que o produto projeto de iluminação não é mencionado no conjunto de projetos exigidos pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e Departamento de Estradas de Rodagem (DER). Segundo o autor, o Brasil requer medidas de redução de acidentes, por isso a ASV é fundamental para tomadas de decisão no que se refere a projeto rodoviário.

Sarmiento (2020) apresenta a avaliação de um sistema que possibilite a verificação da qualidade da iluminação rodoviária, com foco no estudo e análise da luminância. Sem abordar metodologias de levantamento métrico para aquisição de dados iniciais para elaboração de projetos de iluminação pública, o estudo baseia-se em recolher os dados luminosos com finalidade de obter valores de intensidade de luz pelas estradas utilizando um veículo sobre rodas. Foi possível obter valores de intensidade de luz em zonas com velocidade alta, média e baixa; tráfego com densidade alta, média e baixa; cruzamentos e interseção de vias; controle de tráfego; poluição alta, média e baixa.

Em relação aos insumos destinados a este setor, aponta-se três recursos para que os gestores públicos possam acessar verba federal para projetos de eficiência energética em iluminação pública (MME, 2018). Recomenda-se o PEE, executado pelas distribuidoras de eletricidade e coordenado pela ANEEL e pelo Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes (PROCEL RELUZ), executado pela Eletrobrás e parceiros e coordenado pelo Ministério de Minas e Energia. Além dessas possibilidades, existem as linhas de financiamento para Iluminação Pública através do Banco Nacional de Desenvolvimento

Econômico e Social (BNDES), onde encontra-se duas oportunidades de acesso a recursos, sendo: Estruturação de Projetos através de parcerias com a iniciativa privada no setor de Iluminação Pública e Financiamento de projetos de Eficiência Energética em iluminação pública tanto através de parceria público privada quanto através de financiamento direto (MME, 2018).

Ao apresentar mais alternativas para aquisição de recursos, o relatório *Iluminando Cidades Brasileiras – Modelos de negócio para Eficiência Energética em Iluminação Pública*, aponta oito diferentes modelos de negócios aplicáveis a diferentes contextos municipais. Dentre tais modelos, a Parceria Público Privada (PPP) se destaca por possibilitar a concessão dos serviços de iluminação pública por empresas privadas (BANCO MUNDIAL, 2016). Isso mostra que existem uma série de oportunidades e viabilidade para que municípios brasileiros eficientizem seus parques de iluminação pública.

#### **2.4 A importância do geoprocessamento na gestão da iluminação pública municipal e os arranjos administrativos**

A realidade municipal brasileira, no que se refere à tecnologia de gestão do território, está se iniciando na incorporação de estratégias de georreferenciamento. Em *A Utilização do Geoprocessamento como Ferramenta de Gestão no Processo de Modernização da Iluminação Pública na Cidade do Recife-PE*, os autores apontam que as áreas de administração municipal, em geral, podem encontrar no geoprocessamento e nas geotecnologias importantes aliados nas etapas de levantamento de dados, diagnósticos de problemas, tomadas de decisões, planejamento estratégico, projetos, execução de ações e medições dos resultados (FREITAS JÚNIOR; SILVA; MOURA, 2021).

Com base na análise espacial, a tomada de decisão tende a ser mais assertiva, pois abrange uma visão holística do espaço urbano combinando o mapeamento das anomalias atrelado à infraestrutura vigente, as condições demográficas, geográficas, topográficas, entre outras informações que seriam convenientes à análise necessária. Isto posto, nota-se que as ferramentas de georreferenciamento se tornaram fundamentais não somente no que se refere à gestão de uma cidade como também no levantamento dos equipamentos e dados técnicos que compõem o sistema municipal de Iluminação Pública. De Freitas Junior (2021) propôs um levantamento *in loco* realizado por profissionais designados pela gestão municipal ou por empresa contratada através de licitação para execução de tais serviços. No artigo, lista-se as informações pertinentes a serem levantadas, porém não constam sugestões de métodos de medição. A

abordagem é direcionada predominantemente ao uso das geotecnologias como ferramenta fundamental para os registros do levantamento em uma plataforma SIG, gerando mapas com todo o posteamento georreferenciado e possibilitando que o gestor conheça o parque de iluminação pública de sua responsabilidade. Defende-se a capacitação dos gestores no que se refere o uso das geotecnologias e ressalta-se a importância de um banco de dados georreferenciado e atualizado para melhor gestão da iluminação pública do município.

Souza (2001) aborda a importância da aquisição de dados iniciais e elaboração de um banco de dados georreferenciado em qualquer projeto que se refere a planejamento urbano e regional. Este banco de dados, chamado de cadastro técnico constitui-se de uma base cartográfica e uma parte descritiva com informações diversas, o que, segundo o autor, é material escasso e muitas vezes inexistente nas prefeituras municipais. É apontado na pesquisa que 72% das municipalidades da América Latina não possuem mapeamento em meios digital ou físico, o autor enfatiza que este percentual é alarmante pois a carência de dados espaciais confiáveis é fundamental para adoção de medidas econômicas e eficientes no meio urbano. O autor se concentra em conceituar métodos de obtenção das informações espaciais para o cadastro básico de dados iniciais<sup>16</sup>, sem abordagem referente a execução de cada método.

Os arranjos administrativos e institucionais municipais, de acordo com Pinho (2019), provém inicialmente da lei que trata da Contribuição para o custeio do serviço de iluminação pública (Cosip), conforme prescreve o art. 149-A, da Constituição Federal. Estabelecida a responsabilidade constitucional dos Municípios para a gestão dos serviços de interesse público local, as prefeituras adquiriram uma responsabilidade de difícil de gestão, já que boa parte das municipalidades não detinham mais as habilidades para a gestão do sistema, nem uma receita vinculada somente para o custeio da distribuição de energia elétrica pública municipal. Uma das soluções encontradas foi o desenvolvimento de PPP de iluminação pública, como por exemplo os já mencionados financiamentos através do BNDES, aplicáveis à diversos modelos de negócios em diferentes contextos municipais. Mesmo assim os gestores ainda apresentam dificuldades na implementação de tais parcerias em razão da “falta de capacidade técnica do quadro administrativo municipal, nesse passo, muitas vezes torna a atuação direta pouco eficiente ou destituída de viabilidade” (HUNGARO, 2017 apud PINHO, 2019).

---

<sup>16</sup> Por exemplo, definições e recomendações de softwares para levantamento topográfico, registro eletrônico dos dados coletados *in loco*, uso do sistema GPS, fotogrametria, entre outros.

### 3 METODOLOGIA

Nessa dissertação, a classificação de cidades médias, se deu a partir dos estudos desenvolvidos por Amorim Filho e Abreu (2015), conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Cidades Médias de Minas Gerais elencadas para o experimento

<b>CIDADE MINEIRA</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO HIERÁRQUICA</b>
Ipatinga	Cidade Média de Nível Superior
Caratinga	Cidade Média Propriamente Dita
Conselheiro Lafaiete	Cidade Média Propriamente Dita
Ouro Preto	Cidade Média Propriamente Dita
Teófilo Otoni	Cidade Média Propriamente Dita
Viçosa	Cidade Média Propriamente Dita
Ouro Branco	Centro Emergente

Fonte: Adaptado de Amorim Filho e Abreu (2015).

Já os critérios estabelecidos para a classificação de cidades de pequeno porte se deram através do IBGE, sob a ótica de Vieira, Roma e Miyazaki (2007), conforme Tabela 4:

Tabela 4 – Cidades de pequeno porte de Minas Gerais elencadas para o experimento

<b>CIDADE MINEIRA</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO HIERÁRQUICA</b>
Santana do Paraíso	Cidade de pequeno porte
Itaverava	Cidade de pequeno porte
Ubaporanga	Cidade de pequeno porte
Inhapim	Cidade de pequeno porte
Ipaba	Cidade de pequeno porte
Bugre	Cidade de pequeno porte
Iapu	Cidade de pequeno porte

Fonte: Adaptado de IBGE Cidades@ (2021).

A presente pesquisa, descritiva e exploratória, busca entender as inovações dos sistemas de iluminação pública e o desenvolvimento de simulações de desempenho luminoso visando um melhor aproveitamento dos aportes destinados à iluminação dos parques públicos brasileiros. A metodologia é composta por três grandes etapas: revisão bibliográfica, experimento e consolidação de dados.

Os recursos necessários para o desenvolvimento da pesquisa foram: um computador com memória RAM de 16Gb com pacote *Office* para registro do trabalho desenvolvido; softwares freeware *DIALux* versão 9.2 para as simulações de desempenho luminoso e *Google Earth Pro 2020* para levantamento remoto e georreferenciamento das informações coletadas; plataforma *on-line* de mapeamento colaborativo denominada *OpenStreetMap* para registrar todas as amostras analisadas e torná-los disponíveis à comunidade; Smartphone 128 GB; aplicativo gratuito para Android *ImageMeter – Photo Measure* para medições por inferência a

longa distância; trena manual de 7,5m para medições *in loco*; materiais de papelaria como papel, lápis, caneta, borracha e prancheta para anotações em geral.

### 3.1 Execução do experimento

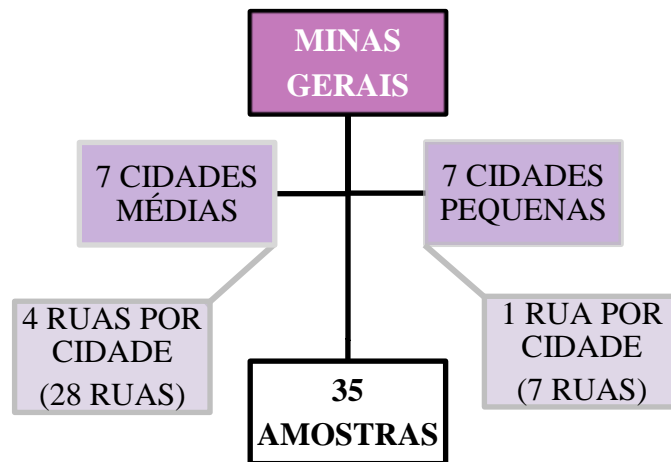
O campo amostral da pesquisa foi o estado de Minas Gerais - Brasil, com foco nas pequenas e médias cidades de duas regiões administrativas: Vale do Aço e Zona da Mata. As amostras coletadas do posteamento e sistema viário das ruas de cada cidade durante o levantamento *in loco* são as mesmas na etapa de levantamento remoto, a fim de comparar os dados iniciais adquiridos através de métodos diferentes. O levantamento *in loco* consistiu na medição da geometria viária e do posteamento presencialmente. Já o levantamento remoto, além de efetuado por imagens de satélite através do *Google Earth*, também foi amparado por investigação documental através da *NBR 5101 – 2018 Iluminação Pública - Procedimento* e da norma *CEMIG ND 2.1 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas*. Ambos os levantamentos originaram dados de entrada para simulações de desempenho luminoso cujo objetivo foi comparar os resultados obtidos entre as luminárias aprovadas.

### 3.2 Amostragem

Ao utilizar o método de amostragem aleatória as cidades médias amostradas foram: Ipatinga, Caratinga, Conselheiro Lafaiete, Viçosa, Ouro Branco, Ouro Preto e Teófilo Otoni; já as pequenas cidades foram: Iapu, Bugre, Ipaba, Inhapim, Itaverava, Ubaporanga e Santana do Paraíso. Essa amostragem soma sete cidades médias e sete cidades pequenas, respectivamente, totalizando 14 cidades mineiras (Figura 2). Através da amostragem aleatória simples elencou-se as ruas a serem submetidas à coleta de dados.

Foram visitadas quatro ruas nas cidades médias e uma rua nas cidades pequenas; medidos três postes por rua visitada, também foram registradas as dimensões da via onde esses postes se encontram. E processo de amostragem totaliza 35 elementos amostrais coletadas através de fotografia por inferência e medição com trena *in loco*.

Figura 2 – Distribuição de amostras entre cidades pequenas e médias



Fonte: Elaboração própria.

### 3.2.1 Levantamento *in loco*

Após determinadas as amostras, a coleta de dados iniciais ocorreu, primeiramente, por medições *in loco*. Todas as informações necessárias, como por exemplo, dimensões da via, altura do poste, largura do passeio foram coletadas no local com auxílio de trena, material para anotação e fotografia por inferência (Figura 3). As etapas que compuseram o levantamento *in loco* foram:

A) Medição *in loco* – percorrer efetivamente o percurso pré-determinado realizando o levantamento métrico e fotográfico dos elementos necessários;

A inferência foi feita a partir do solo até 1 metro de altura sinalizada no poste e então, a partir da escala gerada, calculou-se as medidas indicadas: 6,7 metros entre altura de montagem da luminária e o solo e 2,2 metros de comprimento do braço do poste (Figura 3). Cada poste foi fotografado duas vezes (uma fotografia de cada lado) com finalidade de minimizar a margem de erro dadas as limitações do meio urbano, como: necessidade de fotografar com angulações diversas por interferência de arbustos, pessoas, veículos etc.

B) Consolidação pós levantamento *in loco* – tabular e organizar as informações recolhidas *in loco* para uso nas simulações de desempenho luminoso através do *DIALux*.

Os dados levantados foram tabulados para identificar o nome das ruas e cidades amostradas e discriminar cada informação necessária para ser utilizada durante o processo de simulação de desempenho luminoso. Cada medição foi feita três vezes, através de medições em diferentes localizações dentro da mesma rua amostrada com a finalidade de estabelecer uma média aritmética do levantamento métrico de cada ponto, visto a irregularidade geométrica de

muitas pistas de passeios. Também foram inseridos na planilha, os resultados da análise de desempenho, como a luminária de menor potência aprovada e os níveis de uniformidade, iluminância e fluxo luminoso atingido na via amostrada.

Figura 3 – Fotografia por inferência utilizando o aplicativo gratuito *ImageMeter*



Fonte: Dados de pesquisa.

### 3.2.2 Levantamento remoto

Dada a gratuidade, qualidade e a constante atualização das imagens de satélite presentes no *Google Earth*, além das ferramentas de medição disponíveis na própria plataforma, acredita-se que seja possível coletar remotamente a maioria das informações necessárias. As medições

que se mostraram impraticáveis de serem realizadas através das ferramentas *Google* foram estimadas através da investigação documental.

Foram realizadas as seguintes medições com a ferramenta régua do *Google Earth*: “largura da via”, “largura do passeio 1” (se houver), “largura do passeio 2” (se houver), e “distância entre postes”. A qualidade da resolução da imagem disponível na ferramenta supracitada possibilita visualizar outros dados iniciais necessários que são facilmente detectáveis: “número de luminárias por poste” e “número total de luminárias”. Alguns exemplos de medições são apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Medições remotas de “largura da via”, “distância entre postes”, “tipologia de distribuição do posteamento” e “largura do passeio”



Fonte: Dados de pesquisa.

As demais informações inviáveis de serem coletadas com a ferramenta régua ou através da qualidade da resolução da imagem foram calculadas por meio da elaboração de duas equações (Equação 1 e Equação 2) a fim de estimar os valores das alturas dos postes e comprimento dos braços dos postes. Elas foram baseadas nas normas técnicas da CEMIG<sup>17</sup> que também forneceram as seguintes diretrizes:

- Em caso de posteamento unilateral, alturas de montagem variam entre 6m e 12m sendo sempre maior ou igual à largura da pista de rodagem;
- Os braços dos postes não devem ultrapassar o eixo longitudinal da pista;

<sup>17</sup> CEMIG ND-2.1 Instalações Básicas de Redes de Distribuição de Áreas Urbanas

- Postes de 10m e 11m necessariamente recebem braços médios (2,5m) ou longos (3,5m). Logo, a depender da “largura da via”, é possível estimar a “altura de montagem da luminária”, bem como o “comprimento do braço do poste” sem a necessidade de visitar o local. As normas técnicas da CEMIG também forneceram outras informações que se apresentam, em geral, padronizadas, como “distância entre via e ponto de luz”, “altura do meio fio”, “distância entre postes”, entre outras.

As mesmas amostras coletadas *in loco* foram coletadas virtualmente na etapa de levantamento remoto cujo objetivo é realizar uma medição feita remotamente do posteamento e vias pré-determinadas obtendo o levantamento métrico dos elementos necessários. Em seguida a tabulação dos dados coletados organizou as informações obtidas remotamente para as simulações de desempenho luminoso, seguindo os mesmos critérios da tabulação dos dados do levantamento *in loco*.

### 3.2.3 Equações para levantamento remoto

De acordo com a CEMIG, os braços dos postes não devem ultrapassar o eixo longitudinal da pista (CEMIG, 2002). Godoy (2015) acrescenta que o posteamento dos parques públicos brasileiros geralmente apresenta braços de postes com 1/3 da “largura da via”. Estas informações levaram à Equação 1, onde a “largura da via” pode ser adquirida por imagem de satélite.

$$cbp = lv/3 \quad \text{(equação 1)}$$

Onde,

cpb é o “comprimento do braço do poste”;

lv é “largura da via”.

Através de consulta ao material supracitado constatou-se que a altura de montagem da luminária deve ser sempre maior ou igual a largura da pista e nunca menor que a medida da metade da pista (CEMIG, 2002). Enquanto Godoy (2015) considera a altura de montagem igual ou inferior à “largura da via”. Confrontando os dados adquiridos através do levantamento *in loco*, particularmente os dados de “altura de montagem da luminária” e “largura da via” e aplicando a frequência de ocorrência de fatores entre as amostras coletadas determinou-se o intervalo entre 0,75 e 1 como mais recorrente, totalizando 19 casos (Tabela 5).

Tabela 5 – Frequência de ocorrência da altura de montagem

INTERVALO	LIMITE	NÚMERO DE CASOS
	0	0
0-0,5	0,5	0
0,5-0,75	0,75	10
0,75-1	1	19
1-1,25	1,25	6
<b>Número de Casos</b>		<b>35</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

O fator médio identificado entre todas as amostras quando confrontados os dados da altura da luminária *in loco* e “largura da via” *in loco* foi de 0,85 (Tabela 6). Portanto, considerou-se este fator na fórmula desenvolvida para levantar remotamente a “altura de montagem da luminária” durante as simulações de desempenho luminoso.

$$h = lv \times 0,85 \quad (\text{equação 2})$$

Onde,

$h$  é a altura de montagem da luminária;

$lv$  é a “largura da via”.

Tabela 6 – Fator médio identificado entre as amostras coletadas (Continua)

AMOSTRA	(H) Altura da Luminária	(LV) Largura da Via	Fator
1	6,63	7,62	0,87
2	6,45	8,09	0,80
3	5,97	7,14	0,84
4	6,58	7,85	0,84
5	7,00	7,05	0,99
6	5,02	6,17	0,81
7	5,18	6,00	0,86
8	5,02	4,40	1,14
9	5,77	8,01	0,72
10	5,75	7,80	0,74
11	6,02	8,50	0,71
12	6,20	10,00	0,62
13	6,15	6,90	0,89
14	5,15	7,01	0,73
15	5,45	6,60	0,83
16	6,00	8,05	0,75
17	6,80	6,23	1,09
18	7,00	9,03	0,78
19	6,00	6,90	0,87
20	6,60	8,00	0,82
21	6,04	6,94	0,87
22	5,63	7,85	0,72
23	6,42	5,50	1,17
24	5,33	10,17	0,52

(Conclusão)

25	6,33	6,90	0,92
26	5,88	5,17	1,14
27	6,02	5,97	1,01
28	6,80	6,89	0,99
29	6,00	6,80	0,88
30	6,40	7,30	0,88
31	5,30	7,51	0,71
32	4,35	6,23	0,70
33	5,73	5,68	1,01
34	5,82	7,30	0,80
35	6,48	8,40	0,77
Média			<b>0,85</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

### 3.3 Validação dos levantamentos por meio de simulações dos dados levantados

O *DIALux* é um software desenvolvido para projetos de iluminação interna e externa, disponível gratuitamente em vinte e cinco idiomas (DIALUX, 2020), ele se destaca nacionalmente e internacionalmente principalmente por oferecer um relatório de desempenho luminoso de cada luminária simulada. Por essa razão, o *DIALux* é comumente recomendado em editais de eficiência energética em iluminação pública das chamadas públicas brasileiras. Ademais, nesta dissertação ele é o instrumento de validação durante as simulações de desempenho luminoso dos dados coletados através de levantamento remoto e através do levantamento *in loco*.

Para executar uma simulação de desempenho luminoso no *DIALux* é necessário uma série de informações, as quais são tratadas nesta dissertação como dados iniciais. Estes dados foram obtidos através dos levantamentos e são processados a fim de gerar as informações de desempenho. O Quadro 2 indica quais informações são necessárias no que se refere à rua e a luminária durante o processo de simulação de desempenho luminoso no *DIALux*.

Quadro 2 – Informações para a simulação de desempenho luminoso no software *DIALux*

VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<b>Perfil da via:</b> Selecionar os elementos da via a ser simulada. Exemplo: passeio 1, pista de rodagem e passeio 2.	<b>Tipologia de distribuição:</b> lateral 1, lateral 2, bilateral ou bilateral alternado.
<b>Elementos:</b> Medida de cada elemento. Exemplo: passeio 1: largura: 1,0 m e altura: 0,3 m	<b>Posição da luminária</b> Distância entre postes: ex.: 20m Altura do ponto de luz: ex.: 5,5m Angulação do braço do poste: ex.: 5 graus Comprimento do braço do poste: ex.: 1,2m Rotação do poste: ex.: 0 grau
<b>Classificação:</b> Categoria do elemento de acordo c/ uso, tráfego e ocupação (de acordo com <i>NBR 5101-2018</i> ) * P1 a P4 em caso de passeio; * C1 a C4 em caso de pista de rodagem.	Nº de luminárias por poste: ex.: 1
<b>Fator de manutenção:</b> “Fator de perda de luz”. Recomendação do edital da Eletrobras: 0,8	Distância entre o poste e a via: ex.: 0,3m Deslocamento longitudinal: ex.: 0,0m

Fonte: Dados de pesquisa.

### 3.4 Georreferenciamento dos dados levantados

Cada dado coletado foi lançado em planilhas organizadas por amostra. Cada medição, tanto *in loco* quando remota, foi executada três vezes e o dado utilizado na simulação de desempenho luminoso foi a média aritmética para cada ponto de cada medição. No levantamento *in loco*, os dados “altura de montagem da luminária” e “pendor do ponto de luz” resultaram de médias aritméticas de seis medições, pois cada poste foi fotografado duas vezes e, sendo três postes por rua, gerou-se seis medidas para cada um desses itens. No levantamento remoto isso não ocorreu, pois as medições foram realizadas por meio das equações 1 e 2, resultando em apenas uma medida estimada tanto para o “pendor do ponto de luz” quanto para a “altura de montagem da luminária”.

No Quadro 3, observa-se todas as medições feitas durante o levantamento *in loco* na amostra 1 e, em destaque, as respectivas médias que foram utilizadas como dado de entrada nas simulações de desempenho luminoso.

Quadro 3 – Tabulação das medições por amostra levantamento *in loco*

RUA	BAIRRO	CIDADE	Média									
			ALTURA DE MONTAGEM DA LUMINÁRIA						DISTÂNCIA ENTRE OS POSTES			
PABLO PICASSO	CIDADE NOBRE	IPATINGA	6,63						33,67			
			6,50	6,20	6,80	6,80	6,80	6,70	32,00	34,00	35,00	
<b>média</b>												
ALTURA DO MEIO FIO			DISTÂNCIA ENTRE A VIA E O PONTO DE LUZ			LARGURA DA VIA						
0,30			0,34			7,62						
0,30	0,30	0,30	0,50	0,32	0,19	7,70	7,54	7,62				
<b>média</b>												
LARGURA DO PASSEIO 1			LARGURA DO PASSEIO 2			PENDOR DO PONTO DE LUZ						
1,96			1,92			2,28						
1,96	1,89	2,02	1,98	2,00	1,77	2,30	2,20	2,40	2,50	2,20	2,10	

Fonte: Dados de pesquisa.

A mesma forma de tabulação foi realizada em cada uma das 35 amostras levantadas remotamente e no local, totalizando 70 levantamentos com, no mínimo, 3 medições para os itens:

- “Altura do meio fio”;
- “Distância entre a via e o ponto de luz”;
- “Largura Da Via”;
- “Largura Do Passeio 1”;

- “Largura Do Passeio 2”;
- “Distância Entre Postes”.

E, no caso do levantamento *in loco*, seis medições para os itens:

- “Altura de montagem da luminária”;
- “Pendor de ponto de luz”.

A diferença do Quadro 3 para o Quadro 4 se mostra nos itens “altura de montagem da luminária” e “pendor do ponto de luz” não resultam de uma média de três medições, conforme os demais itens numéricos, e sim das equações 1 e 2<sup>18</sup>. Os quadros de tabulação dos dados métricos levantados, tanto do levantamento *in loco* quanto do levantamento remoto, foram desenvolvidos em forma de planilhas do Excel e as células numéricas foram formatadas de acordo a metodologia para a definição dos dados de entrada, ou seja: média aritmética de três medições por item no caso do levantamento *in loco*; média aritmética de três medições por item e formatação da célula referente aos itens “altura de montagem da luminária” e “pendor do ponto de luz” de acordo com as equações 1 e 2, respectivamente.

Quadro 4 – Tabulação das medições por amostra levantamento remoto

RUA	BAIRRO	CIDADE	Média							
			ALTURA DE MONTAGEM DA LUMINÁRIA						DISTÂNCIA ENTRE OS POSTES	
PABLO PICASSO	CIDADE NOBRE	IPATINGA	<b>6,49</b>						<b>34,00</b>	
									35,29	35,18
<b>média</b>										
ALTURA DO MEIO FIO			DISTÂNCIA ENTRE A VIA E O PONTO DE LUZ			LARGURA DA VIA				
<b>0,30</b>			<b>0,30</b>			<b>7,64</b>				
0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	7,84	7,87	7,20		
<b>média</b>										
LARGURA DO PASSEIO 1			LARGURA DO PASSEIO 2			PENDOR DO PONTO DE LUZ				
<b>1,81</b>			<b>1,99</b>			<b>2,55</b>				
1,39	2,78	1,25	1,86	1,60	2,52					

Fonte: Dados de pesquisa.

Um banco de dados foi criado para a disponibilização dos dados iniciais coletados durante o experimento em função da proposição de uma metodologia remota de levantamento para projetos luminotécnicos de eficiência energética em iluminação pública. Ele foi registrado no *OpenStreetMap*, plataforma gratuita e colaborativa e de alcance internacional que oferece uma precisa localização geográfica, além de propriedades do objeto cadastrado, como seu

<sup>18</sup> Equações conforme subcapítulo 3.2.3.1

dimensionamento e demais características que se fizerem necessárias. O banco de dados foi disponibilizado para que a comunidade, e especialmente, profissionais habilitados a desenvolverem projetos de iluminação pública possam fazer uso e, eventualmente, alimentar com outros dados coletados por esses profissionais, dando início a um banco de dados colaborativo no setor da iluminação pública. Os dados disponibilizados foram os mesmos coletados durante o levantamento *in loco*, pois esses dados foram considerados os referenciais de validação em relação aos dados coletados remotamente.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os dados obtidos através do levantamento *in loco* e do levantamento remoto, além de exibir como eles foram organizados. Também conta com análises comparativas desenvolvidas através dos resultados das simulações de desempenho luminoso no software *DIALux*.

### 4.1 Levantamento *in loco*

No Quadro 5 observa-se a lista de cidades e ruas visitadas para a realização da coleta de dados *in loco*. Ele se inicia com as sete cidades médias seguidas das sete cidades pequenas.

Quadro 5 – Amostras: cidades e ruas visitadas para coleta de dados *in loco*

AMOSTRA (Nº)	RUA	CIDADE
1	PABLO PICASSO	IPATINGA
2	ODINO GONÇALVES	IPATINGA
3	JOSÉ JORGE CHAIM	IPATINGA
4	EUCLIDES DA CUNHA	IPATINGA
5	TRÊS OURO PRETO	OURO PRETO
6	Dr. CRAVO	OURO PRETO
7	ITACOLOMI	OURO PRETO
8	<b>JOÃO LOPES PINHEIRO</b>	<b>OURO PRETO</b>
9	Dr. CARVALHO BORGES	TEÓFILO OTONI
10	Dr. OCTAVIO OTONI	TEÓFILO OTONI
11	ANTONIO ALVES BENJAMIM	TEÓFILO OTONI
12	Dr. LUIS BOALI PÓRTO SALMAN	TEÓFILO OTONI
13	DAS MISSÕES	OURO BRANCO
14	<b>ESPÍRITO SANTO</b>	<b>OURO BRANCO</b>
15	<b>MARIA EVANGELISTA DE ALMEIDA</b>	<b>OURO BRANCO</b>
16	DEDINE	OURO BRANCO
17	MANUEL LEMOS	CONSELHEIRO LAFAIETE
18	CRISTÓVÃO DE SENA	CONSELHEIRO LAFAIETE
19	ALAMEDA DOS MANACÁS	CONSELHEIRO LAFAIETE
20	DR. MÁRIO DE REZENDE DUTRA	CONSELHEIRO LAFAIETE
21	CEL. ANTÔNIO SATURNINO	CARATINGA
22	TRAVESSA JAIDER MATIAS	CARATINGA
23	AMÓS BATISTA CARLOS	CARATINGA
24	BENITO PORCARO	CARATINGA
25	FEIJO BERING	VIÇOSA
26	DOS ESTUDANTES	VIÇOSA
27	JOSE DA CRUZ REIS	VIÇOSA
28	FELICIO BRANDI	VIÇOSA
29	GLICÉRIA DE ALMEIDA	SANTANA DO PARAÍSO
30	RUA DO CAMPINHO	ITAVERAVA
31	S/N	IPABA
32	FRANCISCO ANTUNES	BUGRE
33	VITOR TEIXEIRA	IAPU
34	Dr. ALMÉRIO DE REZENDE	UBAPORANGA
35	JOÃO POLICARPO	INHAPIM

Fonte: Dados de pesquisa.

O levantamento fotográfico consta no Apêndice 1, nele há as dimensões referentes aos braços dos postes e alturas de montagem das luminárias, além das informações coletadas utilizadas nas simulações de desempenho luminoso como dados de entrada. Durante o processo de simulação de desempenho luminoso do levantamento *in loco*, três amostras foram descartadas, pois os dados levantados resultaram em uma geometria do posteamento significativamente incompatível em relação aos parâmetros normativos, o que impossibilitou a aprovação de qualquer luminária. Assim, restaram 32 elementos da amostra passíveis de serem analisados., já que foram descartados os elementos 8, 14 e 15. As amostras listadas com destaque em **negrito** foram descartadas.

Figura 5 – Identificação da tipologia de posteamento, classificação viária e pavimentação por meio de visita ao local e levantamento fotográfico



Fonte: Dados de pesquisa.

A classificação viária das ruas visitadas, de acordo com a Associação Brasileira De Normas Técnicas (2018), foi V5 para a pista de rodagem e P4 para passeios. Todos os elementos apresentaram tipologia de posteamento unilateral e pavimentação asfáltica, paralelepípedo ou pedras irregulares (popularmente conhecida como pavimentação “pé de moleque”). Tais características foram identificadas sem necessidade de recursos adicionais, bastou o conhecimento prévio da *NBR 5101-2018 Iluminação Pública – Procedimento*.

A Tabela 7 mostra os valores atingidos de iluminância média (Em) e iluminância mínima (Emin) dos passeios e uniformidade (Uo) e iluminância média (Em) das pistas de rodagem, por amostra, obtidas na simulação, assim como as luminárias aprovadas, as quais apresentam voltagem entre 35 W e 100 W.

Tabela 7 – Iluminância e uniformidade atingidas por superfície em cada amostra e luminárias LED aprovadas, após simulação com os dados do levantamento *in loco* (Continua)

AMOSTRAS (Nº)	PISTA DE RODAGEM [lx]	PASSEIO 1 [lx]	PASSEIO 2 [lx]	LUMINÁRIA LED
1	Em 17,75	Em 9,93	Em 5,34	50W IESNA 2002.IES
	Uo 0,22	Emin 2,3	Emin 2,34	
2	Em 27,61	Em 6,19	Em 15,03	80W IESNA 2002.IES
	Uo 0,20	Emin 3,2	Emin 3,32	
3	Em 10,03	Em 11,54	Em 5,52	ZL-5904 LUMOS 100W
	Uo 0,26	Emin 2,37	Emin 1,72	
4	Em 17,57	Em 5,37	Em 8,88	50W IESNA 2002
	Uo 0,21	Emin 2,30	Emin 2,18	
5	Em 22,01	Em 11,86	Em 10,84	50W IESNA 2002
	Uo 0,36	Emin 4,36	Emin 5,37	
6	Em 35,12	Em 38,65	Em 8,88	50W IESNA 2002
	Uo 0,32	Emin 14,43	Emin 14,43	
7	Em 25,71	Em 26,4	Em 4,97	50W IESNA 2002
	Uo 0,20	Emin 5,13	Emin 2,6	
9	Em 10,37	Em 12,65	Em 5,03	ZL-5904 LUMOS 100W
	Uo 0,32	Emin 2,21	Emin 2,21	
10	Em 11,79	Em 11,18	Em 5,24	ARES 40W 5K
	Uo 0,20	Emin 1,96	Emin 1,51	
11	Em 19,49	Em 10,12	Em 3,56	50W IESNA 2002
	Uo 0,20	Emin 2,47	Emin 1,96	
12	Em 20,07	Em 22,78	Em 9,0	ZL-5904 LUMOS 100W
	Uo 0,47	Emin 7,92	Emin 5,58	
13	Em 21,93	Em 11,79	Em 8,95	50W IESNA 2002
	Uo 0,24	Emin 3,18	Emin 3,77	
16	Em 32,03	Em 28,34	Em 5,67	50W IESNA 2002
	Uo 0,33	Emin 15,45	Emin 3,92	
17	Em 28,26	Em 15,62	Em 16,08	50W IESNA 2002
	Uo 0,43	Emin 6,88	Emin 9,16	
18	Em 17,67	Em 10,85	Em 4,27	50W IESNA 2002
	Uo 0,25	Emin 3,40	Emin 2,53	
19	Em 23,52	Em 9,12	Em 6,77	50W IESNA 2002
	Uo 0,25	Emin 2,28	Emin 2,90	
20	Em 25,68	Em 22,53	Em 5,39	50W IESNA 2002
	Uo 0,31	Emin 9,97	Emin 4,04	
21	Em 23,70	Em 10,14	Em 6,52	50W IESNA 2002

(Conclusão)

	Uo 0,26	Emin 2,65	Emin 2,87	
22	Em 27,72	Em 13,08	Em 5,29	50W IESNA 2002
	Uo 0,27	Emin 4,23	Emin 3,28	
23	Em 27,68	Em 11,95	Em 15,92	50W IESNA 2002
	Uo 0,33	Emin 4,06	Emin 6,92	
24	Em 20,17	Em 28,47	Em 5,67	ZL-5904 LUMOS 100W
	Uo 0,33	Emin 7,76	Emin 2,97	
25	Em 24,05	Em 12,57	Em 9,61	50W IESNA 2002
	Uo 0,30	Emin 4,05	Emin 4,72	
26	Em 27,70	Em 10,87	Em 17,25	50W IESNA 2002
	Uo 0,24	Emin 2,94	Emin 5,92	
27	Em 23,82	Em 7,69	Em 11,20	50W IESNA 2002.IES
	Uo 0,22	Emin 1,66	Emin 3,90	
28	Em 24,74	Em 8,7	Em 11,80	50W IESNA 2002
	Uo 0,37	Emin 2,77	Emin 6,34	
29	Em 22,64	Em 9,28	Em 8,25	50W IESNA 2002
	Uo 0,24	Emin 2,10	Emin 3,43	
30	Em 20,57	Em 20,04	Em 5,31	50W IESNA 2002.IES
	Uo 0,27	Emin 5,71	Emin 3,17	
31	Em 22,62	Em 22,72	Em 3,93	50W_IESNA2002
	Uo 0,20	Emin 4,97	Emin 2,75	
32	Em 29,75	Em 32,43	Em 14,23	ZL-5904 LUMOS 100W
	Uo 0,20	Emin 3,44	Emin 4,17	
33	Em 25,62	Em 19,09	Em 9,96	50W_IESNA2002
	Uo 0,25	Emin 4,50	Emin 4,20	
34	Em 20,66	Em 15,65	Em 3,60	50W_IESNA2002
	Uo 0,20	Emin 3,19	Emin 1,93	
35	Em 10,52	Em 9,10	Em 5,41	VIVA I 35W
	Uo 0,21	Emin 2,48	Emin 1,60	

Fonte: Dados de pesquisa.

Na Tabela 8, observa-se o fluxo luminoso atingido pelas luminárias por amostra, com uma variação entre 4639,40 lx a 12664 lx.

Tabela 8 – Fluxo luminoso atingido por amostra simulada com os dados do levantamento *in loco*

(Continua)

AMOSTRAS (Nº)	FLUXO LUMINOSO (lx)
1	825
2	12664
3	12150
4	8255
5	8255
6	8255
7	8255
9	12150
10	4639
11	8255
12	12150
13	8255
16	8255
17	8255
18	8255
19	8255
20	8255
21	8255

(Conclusão)

22	8255
23	8255
24	12150
25	8255
26	8255
27	8255
28	8255
29	8255
30	8255
31	8255
32	8255
33	8255
34	8255
35	4042

Fonte: Dados de pesquisa.

#### 4.1.2 Levantamento remoto

Os dados levantados remotamente possibilitaram aprovação dos 35 elementos amostrais (Quadro 5). Portanto, foi possível adotar, em todos, uma luminária LED que atendesse os parâmetros de uniformidade e iluminância exigidos pela *ABNT NBR 5101-2018 Iluminação Pública – Procedimento*, que neste caso é a norma de referência. Acredita-se que isso foi decorrente de que parte da metodologia do levantamento remoto contemplou parâmetros normativos, por meio das equações 1 e 2. Ou seja, as alturas dos postes e o comprimento dos braços dos postes, compatíveis com a norma, favoreceram a aprovação. No entanto, foram analisadas as mesmas 32 amostras aprovadas em ambas as etapas de levantamento.

Através das imagens de satélite analisadas referentes a cada elemento amostral, foi possível observar que a classificação viária, de acordo com a NBR 5101:2018 (ABNT, 2018), foi V5 para a pista de rodagem e P4 para passeios. Além das placas de sinalização de “velocidade máxima permitida”<sup>19</sup> que puderam ser vistas pelo *Google Street View*, as quais auxiliam nessa identificação, a própria conformação espacial da localização da amostra favorece sua identificação hierárquica<sup>20</sup>. Todos os elementos amostrais apresentaram tipologia de posteamento unilateral e pavimentação asfáltica, paralelepípedo ou pedras irregulares (popularmente conhecida como pavimentação “pé de moleque”), características que também se apresentaram de fácil visualização através do *Google Street View* e imagem de satélite do *Google Street Earth*.

<sup>19</sup> Velocidade máxima de 40 km/h para vias coletoras e 30 km/h para vias locais. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018)

<sup>20</sup> A classificação viária deve seguir as disposições previstas no Código de Trânsito Brasileiro. As vias urbanas são classificadas como: via de trânsito rápido, via arterial, via coletora e via local (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018)

A Tabela 9 mostra os valores atingidos de iluminância média (Em) e iluminância mínima (Emin) dos passeios e uniformidade (Uo) e iluminância média (Em) das pistas de rodagem, por amostra. Ademais, também se observa as luminárias aprovadas, as quais apresentam voltagem entre 35 W e 80 W. Na Tabela 10, observa-se o fluxo luminoso atingido pelas luminárias por amostra, uma variação entre 4639,40 lx a 12664 lx.

Tabela 9 – Levantamento remoto: Iluminância e uniformidade atingidas por superfície em cada amostra e luminárias LED aprovadas (Continua)

Amostras (n°)	Pista de Rodagem [lx]	Passeio 1 [lx]	Passeio 2 [lx]	Luminária LED
1	Em 17,37	Em 8,89	Em 6,12	50W IESNA 2002.IES
	Uo 0,23	Emin 2,29	Emin 2,54	
2	Em 26,99	Em 12,26	Em 11,9	80W IESNA 2002.IES
	Uo 0,23	Emin 5,5	Emin 3,34	
3	Em 10,0	Em 9,75	Em 6,65	ZL-LUMOS 60W
	Uo 0,43	Emin 2,94	Emin 3,98	
4	Em 19,91	Em 7,75	Em 10,01	50W IESNA 2002
	Uo 0,23	Emin 2,99	Emin 2,57	
5	Em 19,36	Em 11,2	Em 8,88	50W IESNA 2002
	Uo 0,32	Emin 3,52	Emin 4,02	
6	Em 35,48	Em 16,51	Em 25,3	50W IESNA 2002
	Uo 0,24	Emin 8,33	Emin 13,95	
7	Em 26,04	Em 17,41	Em 12,29	50W IESNA 2002
	Uo 0,32	Emin 5,81	Emin 5,97	
9	Em 10,47	Em 10,2	Em 6,96	ZL-LUMOS 60W
	Uo 0,56	Emin 4,02	Emin 5,19	
10	Em 20,04	Em 10,04	Em 7,14	ARES 40W 5K
	Uo 0,27	Emin 2,9	Emin 3,33	
11	Em 17,03	Em 9,54	Em 6,38	ARES 40W 5K
	Uo 0,32	Emin 3,31	Emin 3,36	
12	Em 22,08	Em 10,41	Em 10,81	80W IESNA 2002.IES
	Uo 0,36	Emin 4,14	Emin 6,52	
13	Em 22,75	Em 11,45	Em 10,77	50W IESNA 2002
	Uo 0,22	Emin 2,85	Emin 4,18	
16	Em 29,99	Em 20,84	Em 10,01	50W IESNA 2002
	Uo 0,53	Emin 14,19	Emin 6,17	
17	Em 10,11	Em 8,77	Em 6,05	VIVA I 35W
	Uo 0,2	Emin 1,7	Emin 1,44	
18	Em 16,91	Em 9,41	Em 6,72	50W IESNA 2002
	Uo 0,36	Emin 3,34	Emin 3,84	
19	Em 24,84	Em 11,33	Em 7,99	50W IESNA 2002
	Uo 0,23	Emin 2,76	Emin 3,35	
20	Em 23	Em 15,72	Em 11,16	50W IESNA 2002
	Uo 0,44	Emin 8,15	Emin 7,7	
21	Em 22,71	Em 11,48	Em 7,75	50W IESNA 2002
	Uo 0,4	Emin 4,71	Emin 3,78	
22	Em 24,79	Em 12,8	Em 9,6	50W IESNA 2002
	Uo 0,41	Emin 5,4	Emin 5,53	
23	Em 30,06	Em 12,93	Em 8,88	50W IESNA 2002
	Uo 0,23	Emin 3	Emin 3,68	
24	Em 18,3	Em 10,24	Em 7,64	50W IESNA 2002
	Uo 0,48	Emin 5,65	Emin 5,45	
25	Em 25,52	Em 13,41	Em 9,5	50W IESNA 2002
	Uo 0,32	Emin 4,37	Emin 4,91	

(Conclusão)

26	Em 31,59	Em 13,32	Em 9,34	50W IESNA 2002
	Uo 0,22	Emin 2,92	Emin 3,34	
27	Em 27,88	Em 10,53	Em 8,15	50W IESNA 2002.IES
	Uo 0,2	Emin 1,75	Emin 3,08	
28	Em 28,27	Em 11,34	Em 8,35	50W IESNA 2002
	Uo 0,32	Emin 3,01	Emin 4,03	
29	Em 22,07	Em 9,72	Em 8,35	50W IESNA 2002
	Uo 0,23	Emin 2,25	Emin 3,34	
30	Em 22,23	Em 13,05	Em 9,16	50W IESNA 2002.IES
	Uo 0,3	Emin 4	Emin 4,27	
31	Em 21,29	Em 11,67	Em 10,71	50W_IESNA2002
	Uo 0,28	Emin 3,36	Emin 4,64	
32	Em 21,68	Em 9,68	Em 3,49	50W_IESNA2003
	Uo 0,27	Emin 2,44	Emin 1,79	
33	Em 13,87	Em 13,47	Em 6,95	50W_IESNA2004
	Uo 0,27	Emin 2,27	Emin 3,11	
34	Em 21,07	Em 10,37	Em 7,57	50W_IESNA2003
	Uo 0,29	Emin 2,89	Emin 3,45	
35	Em 18,68	Em 10,42	Em 6,62	50W_IESNA2004
	Uo 0,32	Emin 3,66	Emin 3,55	

Fonte: Dados de pesquisa.

Tabela 10 – Levantamento remoto: Fluxo luminoso atingido por amostra

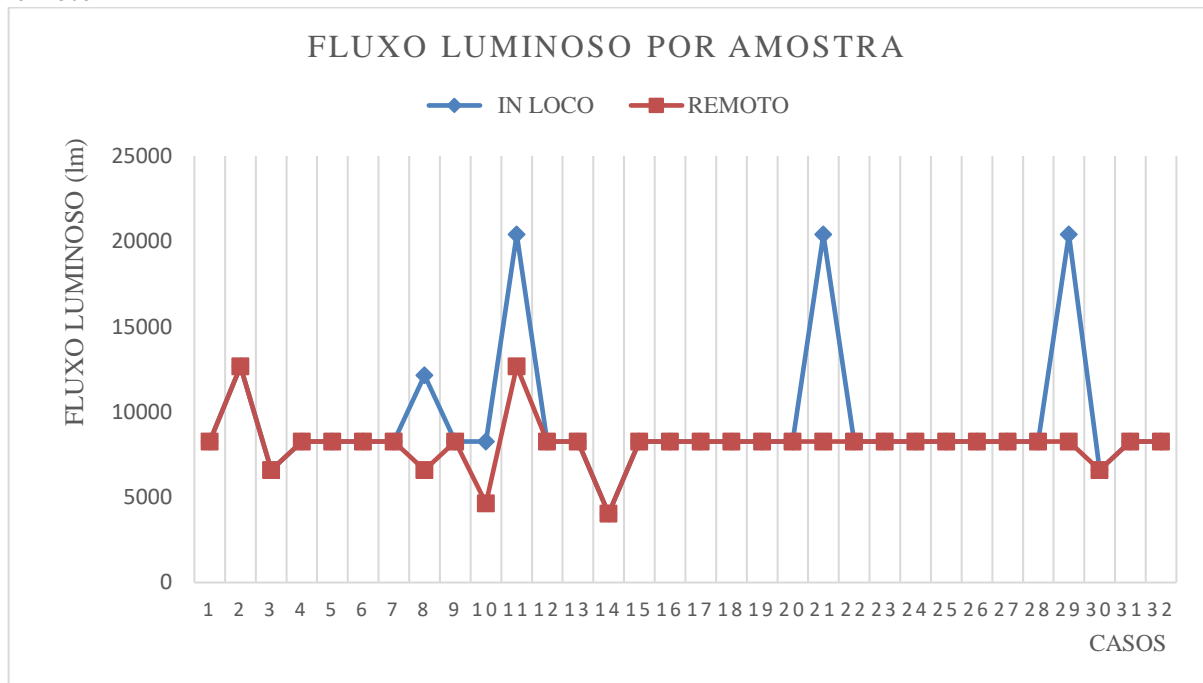
AMOSTRAS [Nº]	FLUXO LUMINOSO [lm]
1	8255
2	12664
3	6600
4	8255
5	8255
6	8255
7	8255
9	6600
10	8255
11	4639
12	12664
13	8255
16	8255
17	4042
18	8255
19	8255
20	8255
21	8255
22	8255
23	8255
24	8255
25	8255
26	8255
27	8255
28	8255
29	8255
30	8255
31	8255
32	8255
33	6600
34	8255
35	8255

Fonte: Dados de pesquisa.

## 4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

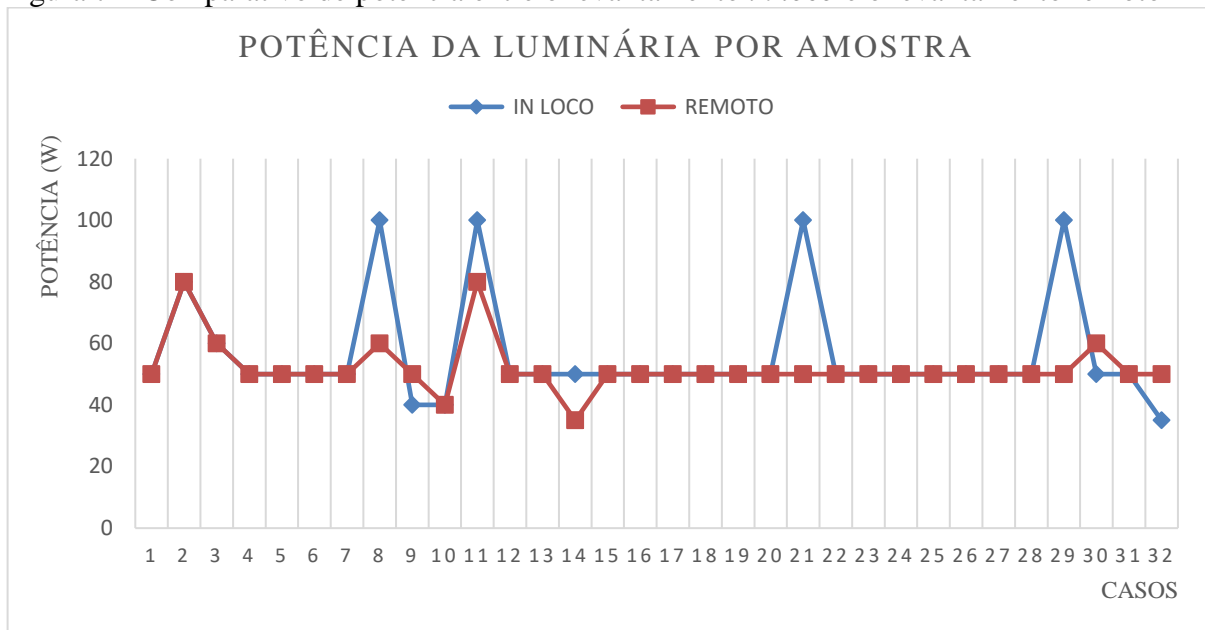
O levantamento *in loco* resultou em aprovações de luminárias de fluxo luminoso mais intenso, com um acréscimo médio de 15,8% conforme Figura 6, onde se observa a relação entre o fluxo luminoso (lm) da luminária LED elencada<sup>21</sup> para cada amostra simulada. Já o levantamento remoto resultou em aprovações de luminárias de menor potência, um decréscimo médio de 8,40%, conforme Figura 7, onde se observa a relação entre a potência (W) da luminária LED elencada para cada amostra simulada.

Figura 6 – Comparativo de fluxo luminoso entre o levantamento *in loco* e o levantamento remoto



Fonte: Dados de pesquisa.

<sup>21</sup> A luminária LED elencada é sempre a luminária de menor potência que o software *DIALux* aprova para cada amostra. O *DIALux* cria um cenário para cada amostra, a partir dos dados de entrada colhidos por meio dos levantamentos *in loco* e remoto, nestes cenários são simuladas diferentes luminárias para possível aprovação, de acordo com os parâmetros da *ABNT NBR 5101-2018 Iluminação Pública – Procedimento*.

Figura 7 – Comparativo de potência entre o levantamento *in loco* e o levantamento remoto

Fonte: Dados de pesquisa.

O Quadro 6 mostra a compatibilidade em relação à potência e ao fluxo luminoso das luminárias aprovadas através das duas metodologias de levantamento. A compatibilidade entre os casos é resultante das simulações de desempenho luminoso, em diferentes metodologias de levantamento, onde as luminárias elencadas apresentaram potência e fluxo luminoso iguais.

Quadro 6 – Compatibilidade entre as luminárias aprovadas: fluxo luminoso e potência

Casos que resultaram em luminárias LED de <b>igual</b> potência e fluxo luminoso em ambas as metodologias de levantamento (W e $\phi$ )	24	76,8%
Casos que resultaram em luminárias LED de <b>diferente</b> potência e fluxo luminoso em ambas as metodologias de levantamento (W e $\phi$ )	8	23,2%

Fonte: Dados de pesquisa.

Observou-se que o levantamento remoto obteve 76,8% de compatibilidade em relação à potência e fluxo luminoso das luminárias elencadas nas duas metodologias levantamento, *in loco* e remoto. Além disso, o levantamento remoto resultou em aprovações de luminárias de menor potência, o que significa um menor gasto energético. Acredita-se que esta redução, que foi de 8,40%, deva-se ao fato de que parte do levantamento remoto deriva dos parâmetros normativos através das fórmulas desenvolvidas. Já o levantamento *in loco* resultou em aprovações de luminárias de fluxo luminoso mais intenso. Acredita-se que o acréscimo de 15,8% em relação ao fluxo luminoso, das simulações com resultados do levantamento *in loco*, tenha ocorrido devido à geometria do posteamento estar fora dos parâmetros normativos em alguns casos. Isto resultou na necessidade de um fluxo luminoso mais intenso para compensar

a incompatibilidade da geometria do posteamento em relação à *ABNT NBR 5101-2018 Iluminação Pública- Procedimento*. Por se tratar de luminárias com a mesma tecnologia (LED) aplicadas durante o processo de simulação de desempenho luminoso em ambas as metodologias de levantamento, a redução ou aumento da potência das luminárias é proporcional à redução ou aumento do fluxo luminoso delas.

Considera-se que caberá ao profissional prestador de serviço de projetos de iluminação pública, ou ao gestor do município contemplado com a efficientização dos parques de iluminação pública, a análise dos resultados aqui apresentados e a avaliação do custo-benefício em relação a aplicabilidade da metodologia de levantamento remoto. De qualquer modo, o número de casos que resultou em luminárias LED de igual potência e fluxo luminoso em ambas as metodologias de levantamento, ou seja, a compatibilidade de 76,8%, justifica a adoção do levantamento remoto.

Afinal, ele reduz os custos com deslocamento, material para medição e honorários, visto que o tempo de execução também é reduzido em relação a metodologia de levantamento *in loco*. Ademais, a metodologia de levantamento remoto proporciona que a execução também seja realizada por profissionais mais especializados do que os profissionais que comumente realizam levantamentos *in loco*. Isso permite melhor qualificação profissional para executar o levantamento ao mesmo tempo em que reduz o tempo dedicado a essa etapa do projeto de iluminação pública.

### **4.3 Georreferenciamento dos dados coletados *in loco***

A plataforma escolhida foi o *OpenStreetMap* pois nele é possível georreferenciar um ponto (no caso de postes, por exemplo) e criar etiquetas para ele. Ademais, a plataforma oferece a aquisição dos dados lançados, basta selecionar a área desejada, fazer o download em extensão XML e então importar para o software de preferência.

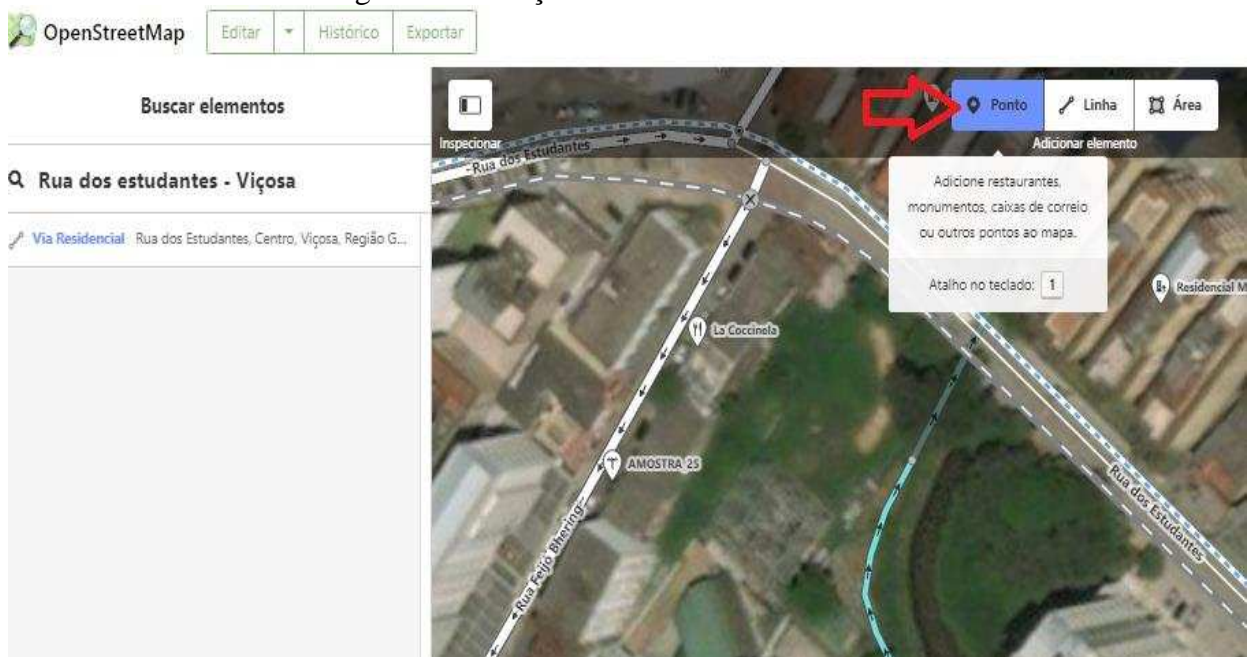
Para a execução do lançamento de dados coletados foi necessário acessar o site [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org) e realizar o cadastro na plataforma. Após a confirmação do cadastro via e-mail, bastou buscar o endereço referente ao dado a ser lançado (Figura 8) e então, ao identificar a localização do dado levantado, selecionou-se o elemento “ponto” para sinalizar a existência de um poste naquele local (Figura 9).

Figura 8 – Localização do dado coletado *in loco*



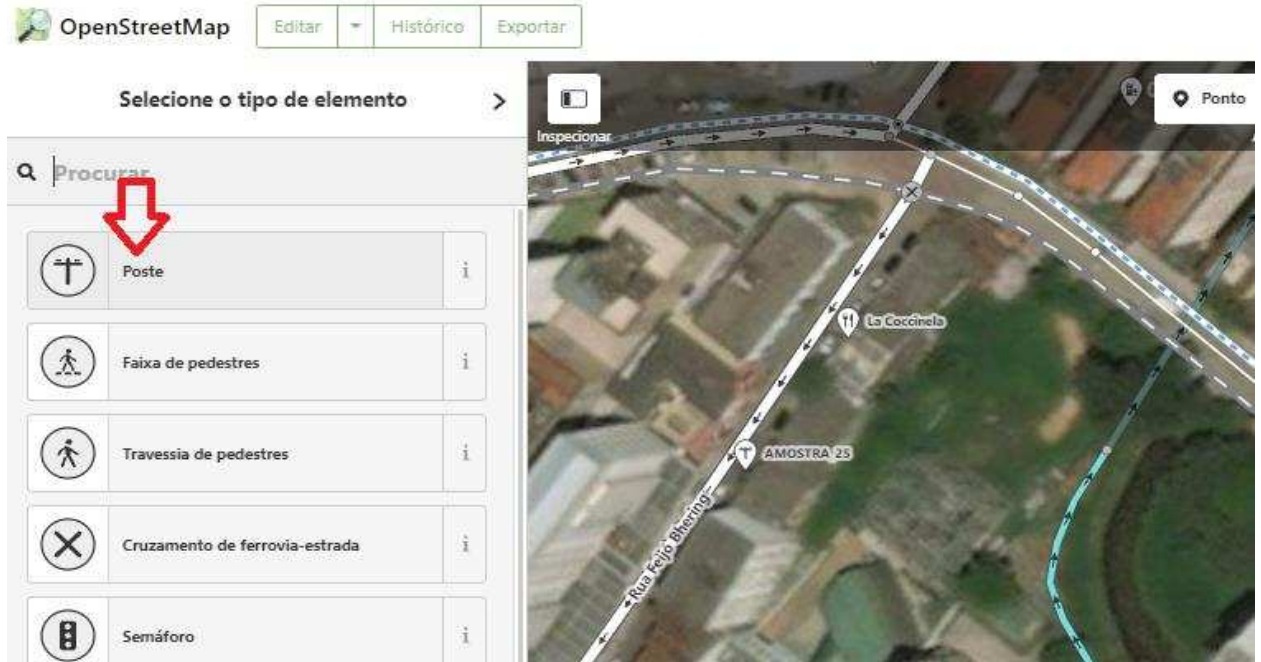
Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 9 – Inserção do dado coletado *in loco*



Fonte: Dados de pesquisa.

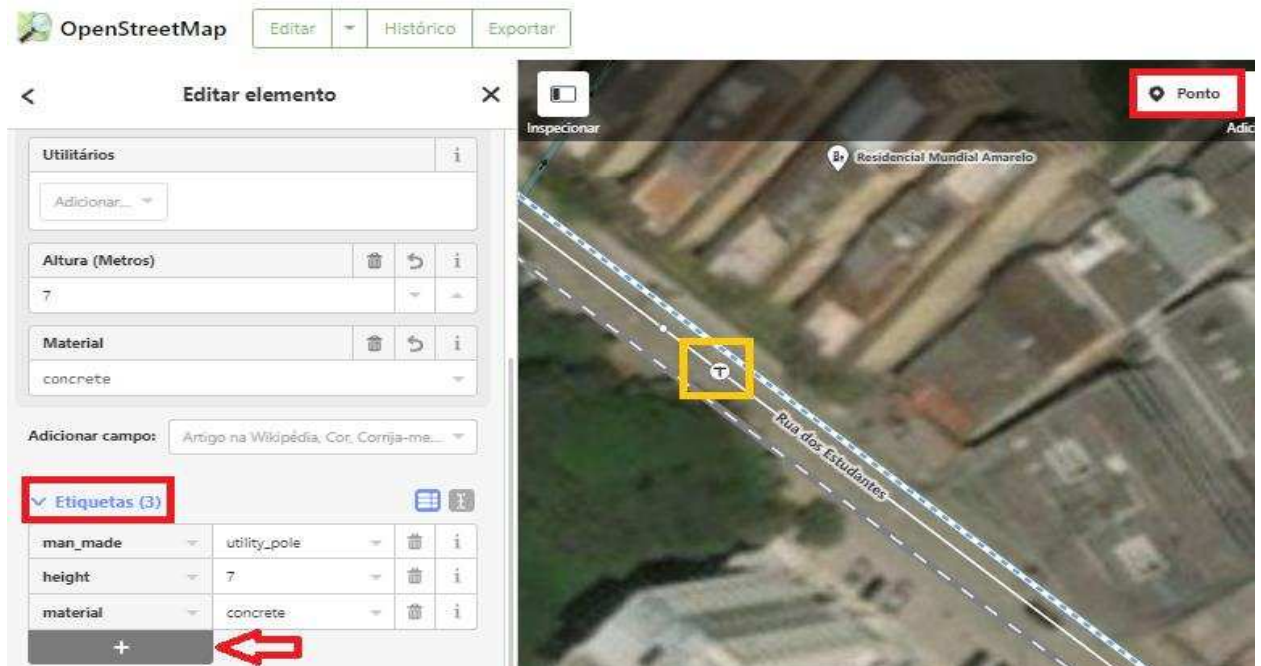
Ao selecionar “ponto”, algumas opções de identificação surgiram, sendo a primeira delas: poste.

Figura 10 – Identificação do dado coletado *in loco*

Fonte: Dados de pesquisa.

Ao selecionar o item “poste”, foi possível preencher a “etiqueta” com os dados coletados *in loco*. Observa-se, na Figura 11, que na “etiqueta” é possível adicionar lacunas para preenchimento de informações diversas, além disso, o ícone do poste surge sinalizado no mapa ao lado.

Figura 11 – Inserção de informações na etiqueta do dado lançado



Fonte: Dados de pesquisa.

O salvamento dessas informações é automático, na medida que uma informação é lançada o salvamento ocorre. Ao clicar em “Meu perfil” é possível acessar as “Minhas edições” e visualizar todos os lançamentos realizados.

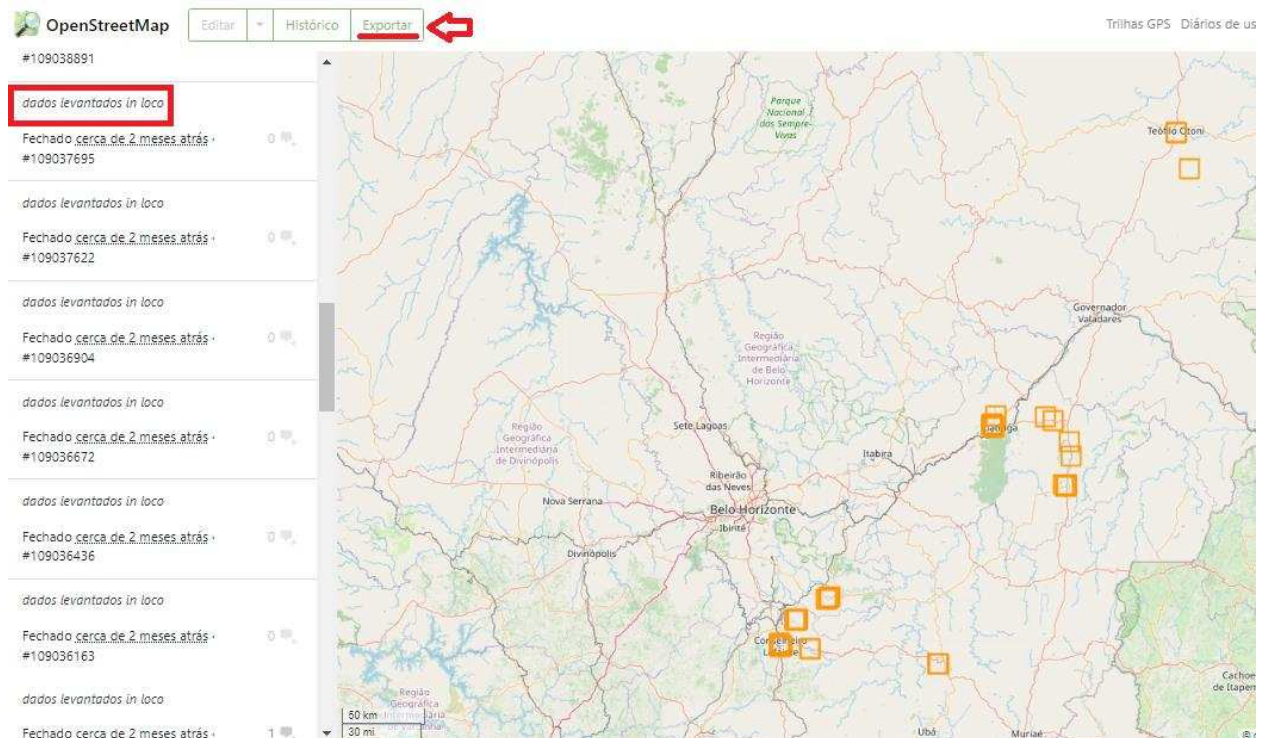
Figura 12 – Acesso aos pontos lançados



Fonte: Dados de pesquisa.

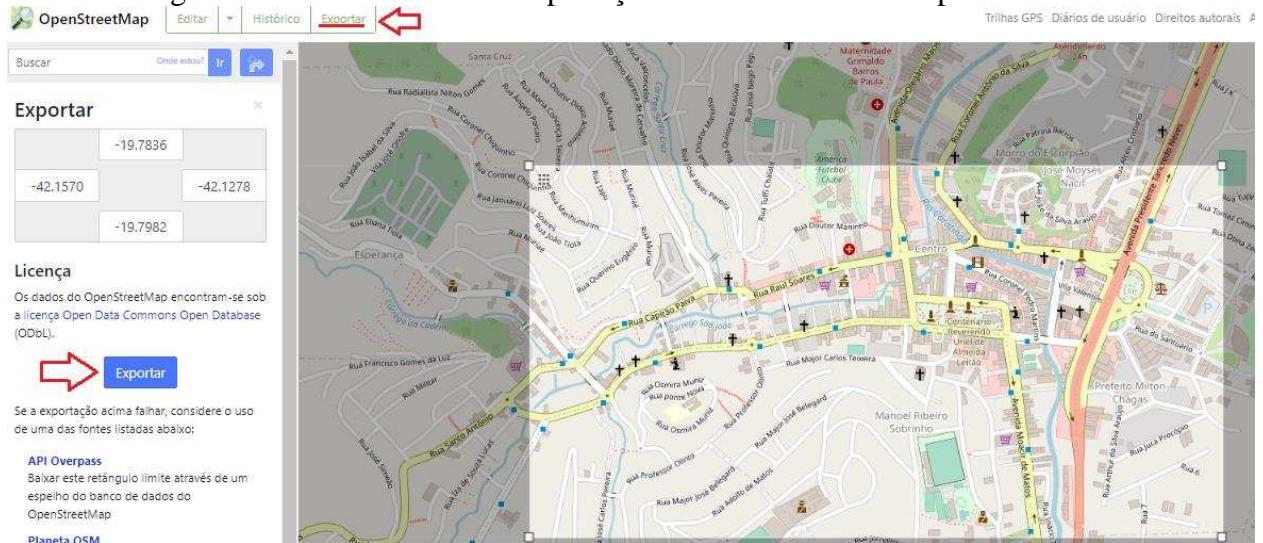
Por meio da Figura 13, observa-se que todos os lançamentos surgem listados à esquerda da tela, os quadrados alaranjados são os pontos lançados e, ao clicar em cada um deles, é possível visualizar sua respectiva “etiqueta”. Ademais, é possível realizar a exportação, da área de preferência no mapa, conforme Figura 14.

Figura 13 – Visualização dos pontos lançados no mapa



Fonte: Dados de pesquisa.

Figura 14 – Possibilidade de exportação dos dados da área de preferência



Fonte: Dados de pesquisa.

A interface do *OpenStreetMap*, além de intuitiva, é acessível por ser gratuita e de alcance mundial. Os dados lançados na plataforma, a princípio, são categorizados, e uma das vantagens, em relação às demais plataformas, é a existência da categoria “poste”, o que facilita tanto o lançamento quanto a leitura dos pontos georreferenciados. Um modelo de lançamento de informações possível referente a inserção de um ponto na plataforma (como é o caso do lançamento de postes) pode ser visto na Tabela 11.

Tabela 11 – Exemplo de etiqueta criada por ponto lançado no *OpenStreetMap*

Distribuição	Unilateral
ALTURA	6,02 M
BRAÇO DO POSTE	2,38 M
LUMINÁRIAS POR POSTE	1
LANÇAMENTO	POSTE
MATERIAL	CONCRETO
OPERADOR	CEMIG
DISTÂNCIA ENTRE POSTES	30,33 M
REFERÊNCIA	AMOSTRA_11
MEDIDA DA VIA	8,5 M
PASSEIO 1 (ONDE O POSTE ESTÁ LOCALIZADO)	1,82 M
PASSEIO 2	1,95 M
UTILIDADE	ENERGIA; ILUMINAÇÃO URBANA

Fonte: Adaptado de *OpenStreetMap*.

Pontos, linhas e polígonos inseridos por um colaborador podem ser atualizados por outros colaboradores a qualquer momento, como uma estratégia para se manter a integridade da informação. Com o mesmo objetivo, o *OpenStreetMap* não aceita importação de banco de dados, ou seja, tudo deve ser lançado diretamente na plataforma, de forma georreferenciada, para que se evite a importação de dados equivocados ou desatualizados. Ao considerar que, a

qualquer momento, ruas podem ser renomeadas, postes podem ser removidos ou adicionados, pistas de rolamento podem ser asfaltadas etc., a colaboração em tempo real de diversos usuários pode ser positiva, pois mantém a informação sempre atualizada.

Ademais, o *OpenStreetMap* possibilita que as informações coletadas e registradas sejam transferidas para plataformas de gestão inteligente. Essas podem ser tanto referentes à iluminação pública, ou seja, plataformas de *Smart Grid*, quanto plataformas referentes a gestão de Cidades Inteligentes e Sustentáveis que vierem a ser implementadas futuramente nas cidades brasileiras.

## **5 SUGESTÃO DE PROCEDIMENTOS PARA PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA**

A proposta que se origina dessa dissertação parte da coleta remota de dados iniciais, com uso da metodologia de coleta de dados *in loco* apenas em casos em que a localidade se mostrar indisponível ou de difícil visualização remota. No *Google Earth*, alguns locais, podem se encontrar indisponíveis ou com imagens de satélite de difícil leitura. A partir dessa recomendação, sugere-se:

1. Aquisição de dados iniciais por meio da metodologia de levantamento remoto via ferramentas *Google*;
2. Em caso da impossibilidade da coleta de dados remota, adotar metodologia de levantamento *in loco* seguida de lançamento dos dados coletados em banco de dados colaborativos, como o *OpenStreetMap*, por exemplo;
3. Tabulação dos dados levantados em planilhas de Excel (ou similar);
4. Simulação de desempenho luminoso no software *DIALux*, com emissão dos relatórios técnicos por luminária;
5. Projeto gráfico do posteamento georreferenciado conforme exigência do respectivo edital.

## 6 CONCLUSÃO

Acerca das análises sobre o cenário da iluminação pública brasileira, até a data da redação dessa dissertação, observou-se que a produção acadêmica, no que se refere a efficientização da iluminação nos parques públicos brasileiros, foi insatisfatória em relação ao estudo sistemático das etapas de projeto. Isso resultou em práticas informais de metodologias de elaboração de projetos de eficiência energética em iluminação pública e consequente lacuna na literatura.

Essa dissertação contemplou duas metodologias de levantamento para projetos de eficiência energética em iluminação pública, são elas: metodologia de levantamento remoto e a tradicional metodologia de levantamento *in loco*, as quais, quando confrontadas, geraram algumas considerações sobre esta etapa de projeto. Foi possível verificar a viabilidade técnica da metodologia de levantamento remoto, a qual foi proposta como alternativa para os gestores municipais e profissionais prestadores de serviço da iluminação pública. Nos casos avaliados, a metodologia proporcionou 76,8% de compatibilidade de resultados entre o levantamento remoto e o levantamento *in loco*. Foi também constatado, embora não tenha sido quantificado, que a referida metodologia remota proporciona economia de recursos pelo tempo reduzido em deslocamentos e afins. Vale ressaltar que cabe ao gestor ou prestador do serviço analisar se, a partir dos cálculos apresentados nessa pesquisa, a adoção dessa metodologia se faz conveniente para o respectivo projeto.

No que se refere a disponibilização dos dados coletados durante o levantamento *in loco*, aplicou-se nesta pesquisa um método de lançamento de dados na plataforma *OpenStreetMap*. Este processo é visto como fundamental, pois todo o profissional pode disponibilizar dados e usufruir de forma gratuita. Isso, além de acelerar a execução do trabalho, proporciona certa confiabilidade na informação, visto que se trata de uma plataforma alimentada por colaboradores locais.

Defende-se que a incorporação da metodologia remota de coleta de dados iniciais, proposta nesta dissertação, atrelada ao uso de plataformas como por exemplo a referida *OpenStreetMap*, que proporciona a interligação, ausente até o momento, entre a efficientização dos parques de iluminação pública brasileiros e a prática de *Smart Grids* e Cidades Inteligentes e Sustentáveis no Brasil.

Essa pesquisa trata da coleta e disponibilização dos dados levantados para que plataformas de gestão do território façam uso. A pandemia da COVID-19 pelo novo coronavírus SARS-CoV-2 comprometeu o processo de levantamento pois impossibilitou a

abrangência territorial necessária para a aquisição de amostras melhores distribuídas geograficamente, a fim de se obter uma maior representatividade dentro do universo dessa pesquisa. Além disso, a pandemia também impossibilitou que a coleta de dados iniciais fosse realizada por um grupo de pessoas, ficando restrita apenas à coleta de dados realizada exclusivamente pela autora. Este aspecto teve um viés: se ele impossibilitou a análise referente à mão de obra e capacitação adequada para a execução da coleta de dados iniciais, ele garantiu a qualidade do levantamento *in loco* para ser uma referência na avaliação do levantamento remoto.

Uma das sugestões para futuras investigações é a ampliação da escala do trabalho, adotando mais amostras em localidades diferentes, com variação regional, ainda que no mesmo estado. Isso permitiria uma ampla análise das variações métricas do posteamento vigente e consequente aprimoramento das equações 1 e 2. Criar grupos para a coleta de dados *in loco* também seria conveniente, especialmente de diferentes níveis de instrução, com finalidade de apontar o profissional capacitado para a coleta de dados iniciais. No que se refere ao georreferenciamento dos dados coletados, sugere-se investigar a interoperabilidade entre a plataforma colaborativa *OpenStreetMap* e as plataformas de gestão, tanto de *Smart Grids* quanto de Cidades Inteligentes e Sustentáveis. Ademais, convém o estudo da aplicação da metodologia proposta (levantamento remoto) na detecção de elementos fixados no posteamento, como cabamentos diversos e demais anexos.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5101:2018**. Iluminação Pública – procedimento. 2018. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=90522>. Acesso em: 04 ago. 2020.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 37122. Cidades e Comunidades Sustentáveis – Indicadores para Cidades Inteligentes. Rio de Janeiro, 2020a.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Confira o lançamento da ABNT NBR ISO 37122:2020** - Cidades e comunidades sustentáveis. Indicadores para cidades inteligentes. 2020b. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/noticias/7008-confira-o-lancamento-da-abnt-nbr-iso-37122-2020-cidades-e-comunidades-sustentaveis-indicadores-para-cidades-inteligentes> . Acesso em: 12 set. 2020.
- AGÊNCIA Estadual de Notícias. **Ipiranga agora conta com controle eficiente do consumo de energia**. 01 ago. 2020. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Ipiranga-agora-counta-com-controle-eficiente-do-consumo-de-energia>. Acesso em: 20 out. 2020.
- ALTOÉ, Leandra *et al.* Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. Estudos Avançados, [online], v. 31, n. 89, p. 285-297, 2017 Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142017000100285](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000100285). Acesso em: 26 set. 2020.
- AMADO, Guilherme. **Ouro Preto assina parceria para se tornar a primeira cidade histórica inteligente do Brasil**. O Globo. 14 ago. 2020. Disponível em: [https://epoca-globo-com.cdn.ampproject.org/c/s/epoca.globo.com/guilherme-amado/ouro-preto-assina-parceria-para-se-tornar-primeira-cidade-historica-inteligente-do-brasil-1-24585570?utm\\_medium=website&utm\\_source=archdaily.com.br&versao=amp](https://epoca-globo-com.cdn.ampproject.org/c/s/epoca.globo.com/guilherme-amado/ouro-preto-assina-parceria-para-se-tornar-primeira-cidade-historica-inteligente-do-brasil-1-24585570?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com.br&versao=amp). Acesso em: 21 ago. 2020.
- AMORIM FILHO, O. B.; RIGOTTI, J. I. R.; CAMPOS, J. **Os níveis hierárquicos das cidades médias de Minas Gerais**. Programa de Pós-graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial. Belo Horizonte: PUC Minas, 2007.
- AMORIM FILHO, Oswaldo B. Origens, Evolução e Perspectivas dos Estudos sobre as Cidades Médias. In: SPOSITO, Maria Encarnação B. (org). **Cidades Médias: Espaço em transição**. São Paulo: Expressão Popular, 2007.
- AMORIM FILHO, Oswaldo Bueno; RIGOTTI, José Irineu Rangel. Os limiares demográficos na caracterização das cidades médias. **Anais**, p. 1-22, 2016.
- AMORIM FILHO, O. B; ABREU, J. F. de. Ciudades intermedias y tecnópolis potenciales en Minas Gerais-Brasil. **Tiempo y Espacio**, n. 9-10, p. 23-32, 2015. Disponível em: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/TYE/article/view/1625>. Acesso em: 10 out. 2020.
- ALVES, Diego Filipe Cordeiro. **Análise de interações espaciais a partir da hierarquia urbana e das posições geográficas das sedes urbanas: uma proposta metodológica**. 2020. Tese (Doutorado em Geografia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2020. Disponível em:

[http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Geografia\\_DiegoFilipeCordeiroAlves\\_8530.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Geografia_DiegoFilipeCordeiroAlves_8530.pdf). Acesso em: 25 ago. 2021.

ARCHDAILY Brasil. **Ouro Preto se tornará a primeira cidade histórica "inteligente" do Brasil**. 07 set. 2020. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/946781/ouro-preto-se-tornara-a-primeira-cidade-historica-inteligente-do-brasil> . Acesso em: 21 set. 2020.

ASSUNÇÃO, Lucinei Tavares de. **Instrumento de auditoria de segurança viária para projetos rodoviários brasileiros**. 2015. 337 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/21528>. Acesso em: 13 dez. 2021.

BANCO MUNDIAL. **Illuminando cidades brasileiras: modelos de negócios para eficiência energética em iluminação pública**. 2016. Disponível em: <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/library/modelos-de-neg%C3%B3cio-para-efici%C3%Aancia-energ%C3%A9tica-em-ilumina%C3%A7%C3%A3o-p%C3%ABlica>. Acesso em: 13 set. 2020.

BECCALI, Marco; BONOMOLO, Marina. Special Issue “Smart Urban Lighting Systems”. **Appl. Sci.**, v. 10, n. 10. P. 3627, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app10103627>. Acesso em: 24 set. 2020.

BRASIL. **Lei 9.427 de 26 de dezembro de 1996**. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9427compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427compilada.htm). Acesso em: 20 jan. 2020.

BRASIL. **Lei 9.991, de 24 de julho de 2000**. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19991.htm#:~:text=L9991&text=LEI%20No%209.991%2C%20DE%2024%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20realiza%C3%A7%C3%A3o%20de%20investimentos,el%C3%A9trica%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19991.htm#:~:text=L9991&text=LEI%20No%209.991%2C%20DE%2024%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20realiza%C3%A7%C3%A3o%20de%20investimentos,el%C3%A9trica%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias). Acesso em: 05 jan. 2020.

CEMIG. Companhia Energética de Minas Gerais S.A. ND 2.1 - **Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Urbanas - Manual de distribuição ND 2.1**. Belo Horizonte, 2002.

CIDADES EFICIENTES. **Iluminação Pública**. 2020. Disponível em: [http://cidadeeficientes.cbcs.org.br/?page\\_id=639](http://cidadeeficientes.cbcs.org.br/?page_id=639). Acesso em: 12 set. 2020.

CONNECTED SMART CITIES. **Do Lâmpião ao Led**: inicia-se uma nova era na iluminação pública de Ouro Preto. 18 ago. 2020. Disponível em: <https://portal.connectedsmartcities.com.br/2020/08/18/do-lampiao-ao-led-inicia-se-uma-nova-era-na-iluminacao-publica-de-ouro-preto/>. Acesso em: 22 set. 2020.

COSTA, Gilberto José Correa da. **Iluminação Econômica: Cálculo e Avaliação** – Procel. Porto Alegre, RS: Ed. Edipucrs, 1998. 503p.

COSTA, Gilberto José Correa da. **Iluminação Econômica Cálculo e Avaliação**. 4. ed. Porto Alegre, RS: EDIPUCRS, 2006.

CRUZ, Dulce Márcia. A digitalização das mídias e as mudanças no cotidiano do trabalho, das relações humanas e do conhecimento. **Linguagem em (Dis)curso**, v. 1, n. 2. p. 1-5, 2001.

Disponível em:

[http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Linguagem\\_Discurso/article/view/179](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Linguagem_Discurso/article/view/179).

Acesso em: 19 jan. 2021.

CUNHA, Maria Alexandra; PRZEYBILOVICZ, Erico; MACAYA, Javiera Fernanda Medina; SANTOS, Fernando Burgos Pimentel dos. **Smart cities [recurso eletrônico]:**

**transformação digital de cidades**. São Paulo, SP: FGV, 2016. (Programa Gestão Pública e Cidadania – PGPC). Disponível em

<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/18386>. Acesso em: 07 set. 2020.

FREITAS JÚNIOR, Lúcio Luiz Fidélis de; SILVA, Marília Dantas da; MOURA, Micaella Raíssa Falcão de. A Utilização do Geoprocessamento como Ferramenta de Gestão no

Processo de Modernização da Iluminação Pública na Cidade do Recife-PE. **Revista**

**Científica ANAP Brasil**, v. 14, n. 32, 2021. Disponível em:

[https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap\\_brasil/article/view/2812](https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/2812).

Acesso em: 26 ago. 2021.

PINHO, Clóvis Alberto Bertolini de. Os desafios da experiência brasileira com projetos de Parceria Público-Privada (PPP) de iluminação pública e cidades inteligentes (smart

cities). **Social Change**, n. 66, p. 9-31, 2019

DIALUX. **DIALux is the software for professional lighting design**. 2020. Disponível em:

<https://www.dial.de/en/dialux/>. Acesso em: 21 set. 2020.

DOULOS, L.T.; SIOUTIS, I.; KONTAXIS, P.; ZISSIS, G.; FAIDAS, K. Um sistema de apoio à decisão para avaliação de concursos de iluminação pública com base em indicadores

de desempenho energético e critérios ambientais: Visão geral, metodologia e estudo de

caso. **Cidades e Sociedade Sustentáveis**, v. 51, p. 101759, 2019. Disponível em

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670719304846?via%3Dihub>.

Acesso em: 25 set. 2020.

SHINYEPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica**. 2020. Disponível em:

<http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/anuario/>. Acesso em: 13 ago. 2021.

FRÓES DA SILVA, Lourenço Lustosa. **Iluminação Pública no Brasil: Aspectos Energéticos e Institucionais**. 161p. 2006. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) –

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em

[http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Louren%C3%A7o\\_Lustosa\\_Fr%C3%B3es\\_da\\_Silva.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Louren%C3%A7o_Lustosa_Fr%C3%B3es_da_Silva.pdf). Acesso em: 23 jul. 2020.

GODOY, Plínio. Iluminação urbana – Aplicação. **Revista O Setor Elétrico**. Ed. 117, 2015.

Disponível em: <https://www.osetoelettrico.com.br/capitulo-x-iluminacao-urbana-aplicacao/>.

Acesso em: 13 fev. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@, Brasil/Minas Gerais**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/panorama>. Acesso em: 25 ago.2021.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Iluminação Pública Municipal Programas e Políticas Públicas**. Orientações para gestores. Departamento de Desenvolvimento Energético – DDE: Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético – SPE, 2018. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/20182/f431513a-751a-4235-f8ca-7b21e29d1574>. Acesso em: 12 set. 2020.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional 2020**. Relatório Síntese/ Ano Base 2019. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>. Acesso em: 13 set. 2020.

MONTE-MÓR, R. L. Urbanização extensiva e novas lógicas de povoamento: um olhar ambiental. In: SANTOS, M.; SOUSA, M. A.; SILVEIRA, M. L. (Orgs.). **Território: globalização e fragmentação**. São Paulo: Editora Hucitec; Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 1994. Disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/Miguel/AnaPaulaDAlasta/MonteMOr\\_UrbExtensiva&Povoamento\\_1994.pdf](http://www.dpi.inpe.br/Miguel/AnaPaulaDAlasta/MonteMOr_UrbExtensiva&Povoamento_1994.pdf). Acesso em: 12 jan. 2021.

PINTO, M. F. **Sistema Inteligente para Monitoração, Gerenciamento e Controle de Iluminação Pública e Análise de Parâmetros da Rede Elétrica**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais. 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufjf.br:8080/jspui/bitstream/ufjf/361/1/milenafariapinto.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2020.

PROCELINFO. **Procel lança selo para luminária pública a LED**. 2017. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?ViewID=%7BF5EAADD6-CCB0-4E29-A0C4-482D3D66BB65%7D&params=itemID%3D%7B9AC7C879-08BE-4CDC-8093-C239580E2C6E%7D%3B&UIPartUID=%7BD90F22DB-05D4-4644-A8F2-FAD4803C8898%7D>. Acesso em: 20 jan. 2021.

RAVEN, R.; SENEGERS, F.; SPAETH, P.; XIE, L.; CHESHMEHZANGI, A.; DE JONG, M. *et al.* Urban experimentation and institutional arrangements. **European Planning Studies**, v. 27. n. 2, p. 258-281, 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09654313.2017.1393047>. Acesso em: 03 out. 2020.

SANTOS, Milton. **Espaço e Sociedade**: ensaios. Petrópolis, RJ: Vozes, 1973.

SARMENTO, Davide Flores Brasil. **Sistema de avaliação da qualidade da iluminação rodoviária**. 2020. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Portugal. 2020. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/126547/2/387826.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2021.

SILVA JUNIOR, Manoel Galdino da. **Proposta de metodologia para diagnóstico técnico da iluminação pública**. 2015. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SILVA, Lucia Sousa; TRAVASSOS, Luciana. **Problemas ambientais urbanos**. Desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. Cadernos Metrópole, n. 19. São Paulo: PUCSP, 2008.

SILVA, P. C.; PRESTES, J. D. Songdo - smart and clean: criando um espaço urbano distópico. **Revista de Estudos Universitários - REU**, v. 45, n. 1, 6 ago. 2019. Disponível em: <http://periodicos.uniso.br/ojs/index.php/reu/article/view/3632>. Acesso em: 20 ago. 2020.

SOUZA, Genival Corrêa de. **Análise de metodologias no levantamento de dados espaciais para cadastro urbano**. 2001. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: [https://intranet.ifs.ifsuldeminas.edu.br/joao.tavares/Material\\_Cadastro\\_e\\_Loteamento/CadastrooTecnicoMultifinalitario%20-%209EAC/Material%20auxiliar/cadostrotese.pdf](https://intranet.ifs.ifsuldeminas.edu.br/joao.tavares/Material_Cadastro_e_Loteamento/CadastrooTecnicoMultifinalitario%20-%209EAC/Material%20auxiliar/cadostrotese.pdf). Acesso em: 20 ago. 2020.

SOUZA, M. L. de. **A B C do desenvolvimento urbano**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

VIEIRA, Alexandre Bergamin; ROMA, Cláudia Marques; MIYAZAKI, Vitor Koiti. Cidades Médias e Pequenas: Uma Leitura Geográfica. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 29, p. 135-156, 2007. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/7415>. Acesso em: 20 jun. 2020.

WEISER, M. The Computer for the Twenty-First Century. **Scientific American**, 1991, Disponível em: <https://www.ics.uci.edu/~corps/phaseii/Weiser-Computer21stCentury-SciAm.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

YIGITCANLAR, Tan; HOON KAMRUZZAMAN, Md. Ioppolo Han, GIUSEPPE SABATINI-MARQUES, Jamile. The making of smart cities: Are Songdo, Masdar, Amsterdam, San Francisco and Brisbane the best we could build? **Journal Title: Land Use Policy**, 2019. Disponível em: <https://research.monash.edu/en/publications/the-making-of-smart-cities-are-songdo-masdar-amsterdam-san-franci>. Acesso em: 20 ago. 2020.

## APÊNDICES

Levantamento fotográfico por amostra (todas as medidas em metro):

### AMOSTRA 1:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 2:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 3:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 4:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 5:

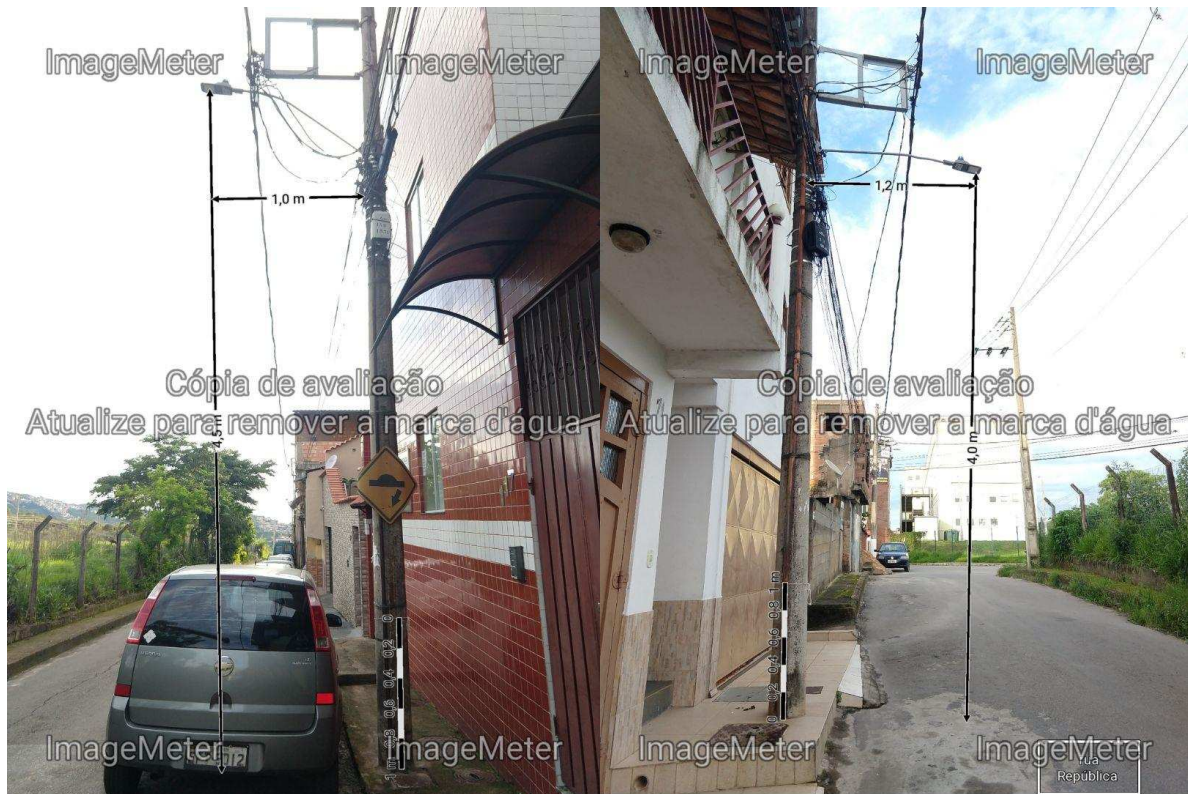




VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 6:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

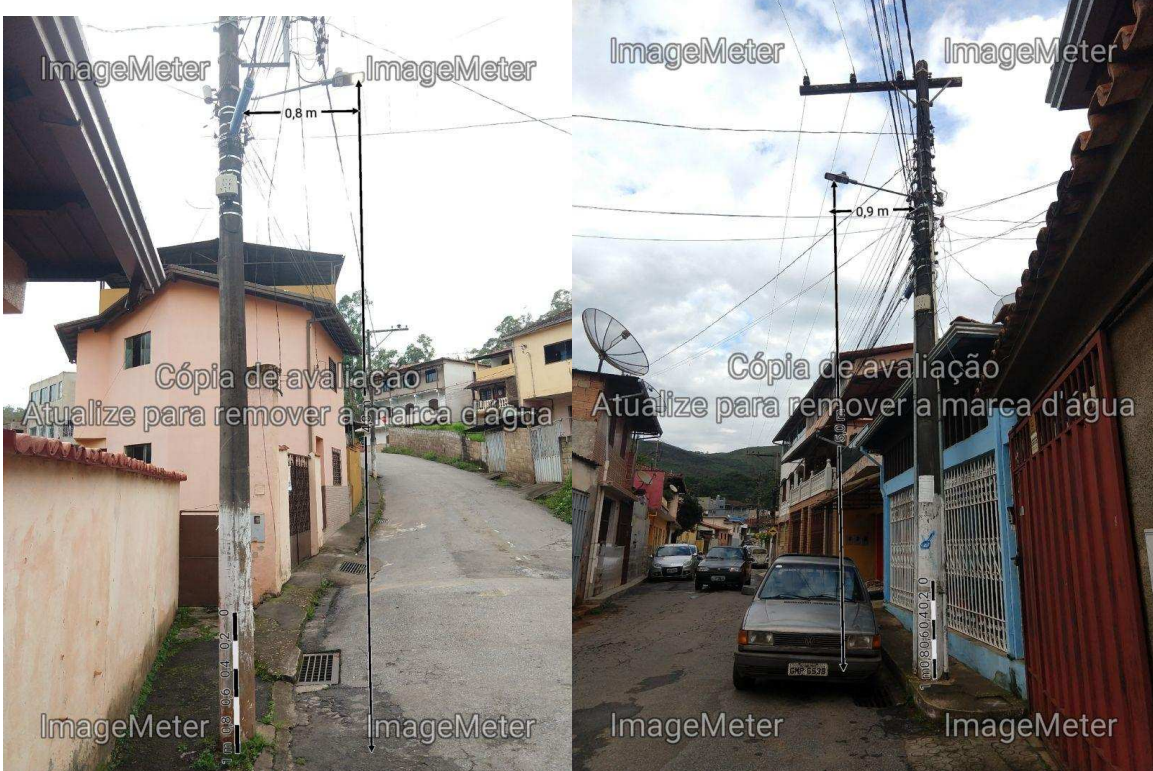
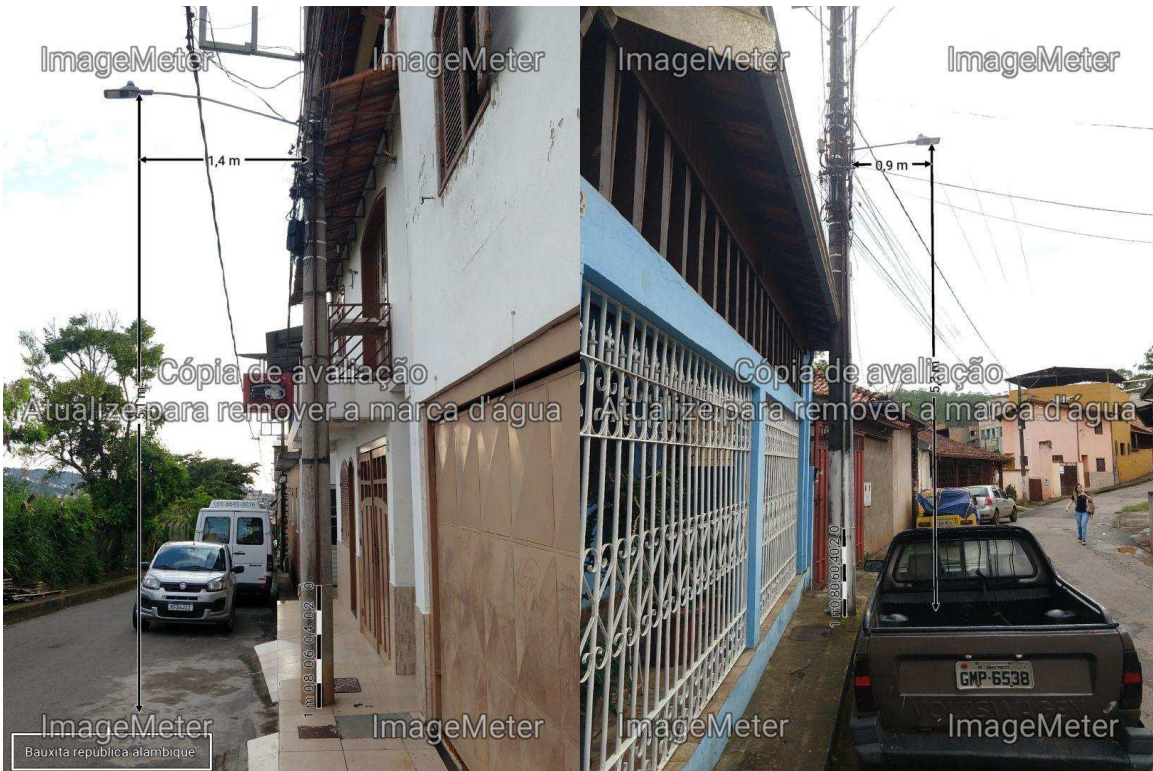
AMOSTRA 7:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 8:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

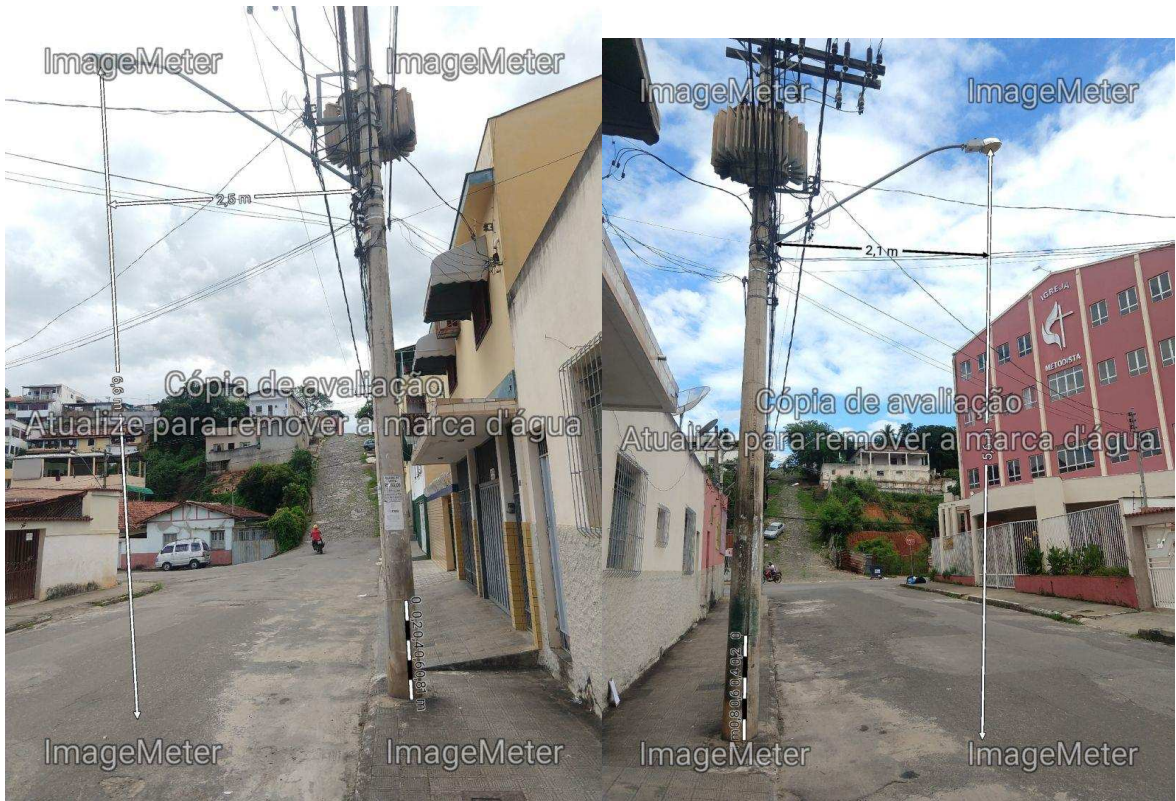
AMOSTRA 9:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 10:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 11:

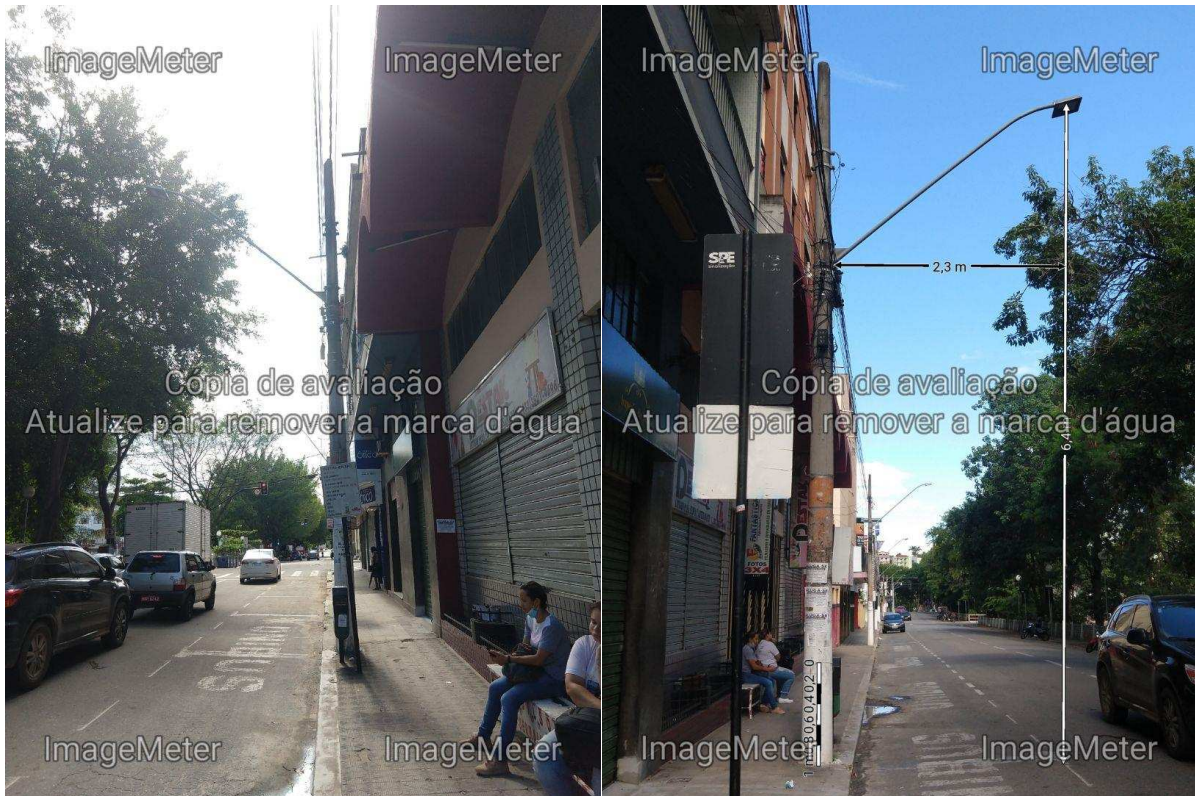




VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 12:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 13:

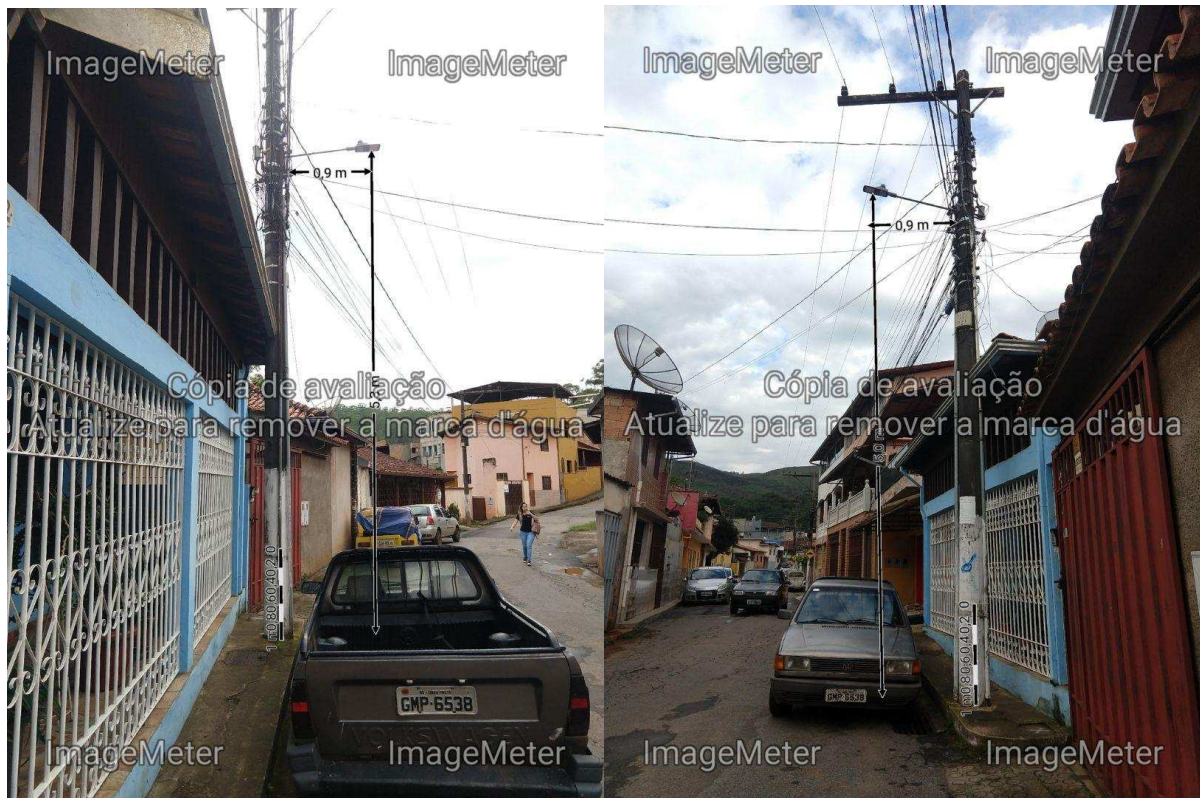




VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 14:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 15:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 16:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 17:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 18:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 19:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<p><u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2</p>	<p><u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL</p>
<p><u>Elementos:</u>                      PASSEIO 1: 1.96                      PISTA DE RODAGEM: 7.62                      PASSEIO 2: 1.96</p>	<p><u>Posição da luminária:</u>                      Distância entre postes: 33.67                      Altura do ponto de luz: 6.63                      Angulação do braço do poste: 5 graus                      Comprimento do braço do poste: 2.28</p>
<p><u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u>                      V5 e P4</p>	<p>Rotação do poste: 0 grau                      Nº de luminárias por poste: 1                      Distância entre o poste e a via: 0.3</p>
<p><u>Fator de manutenção:</u> 0.8</p>	<p>Deslocamento longitudinal: 0.0</p>

AMOSTRA 20:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

## AMOSTRA 21:



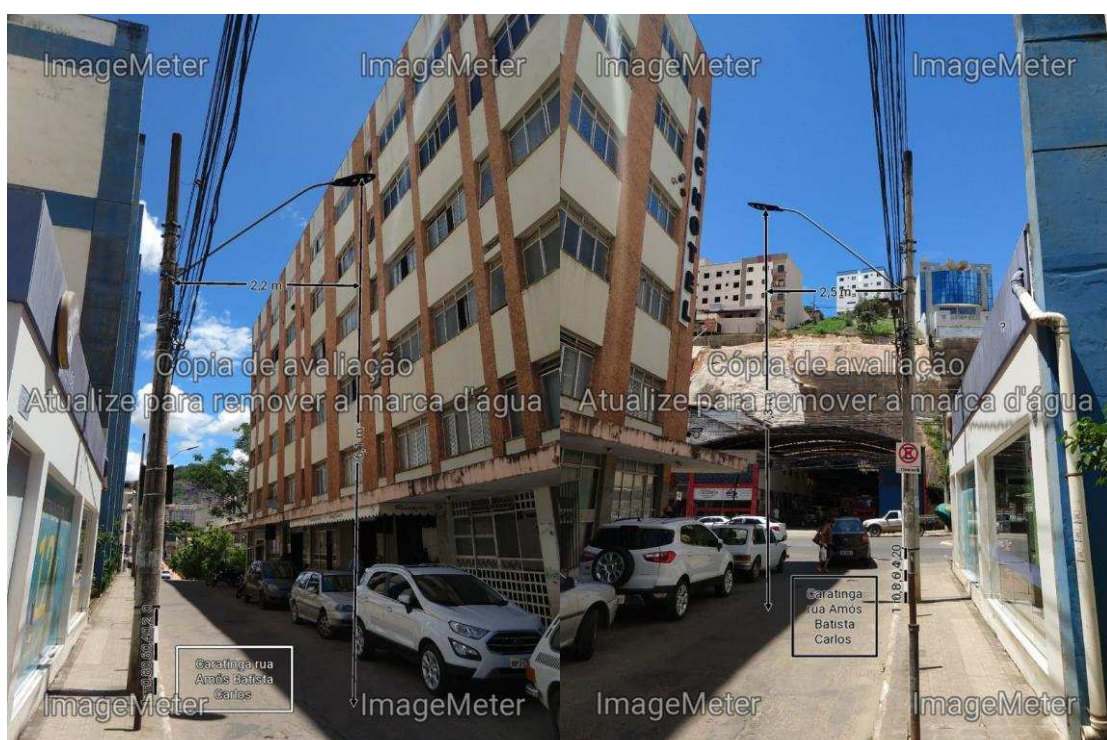


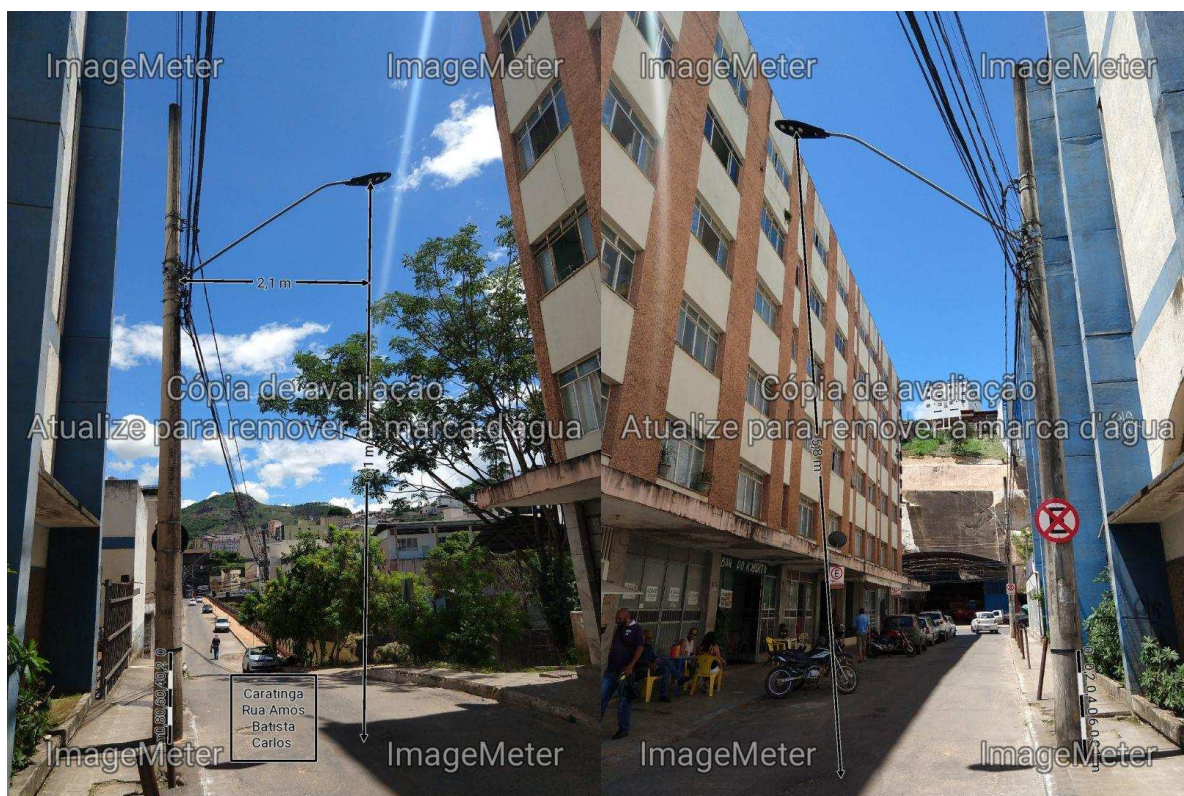
VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 22:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

## AMOSTRA 23:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

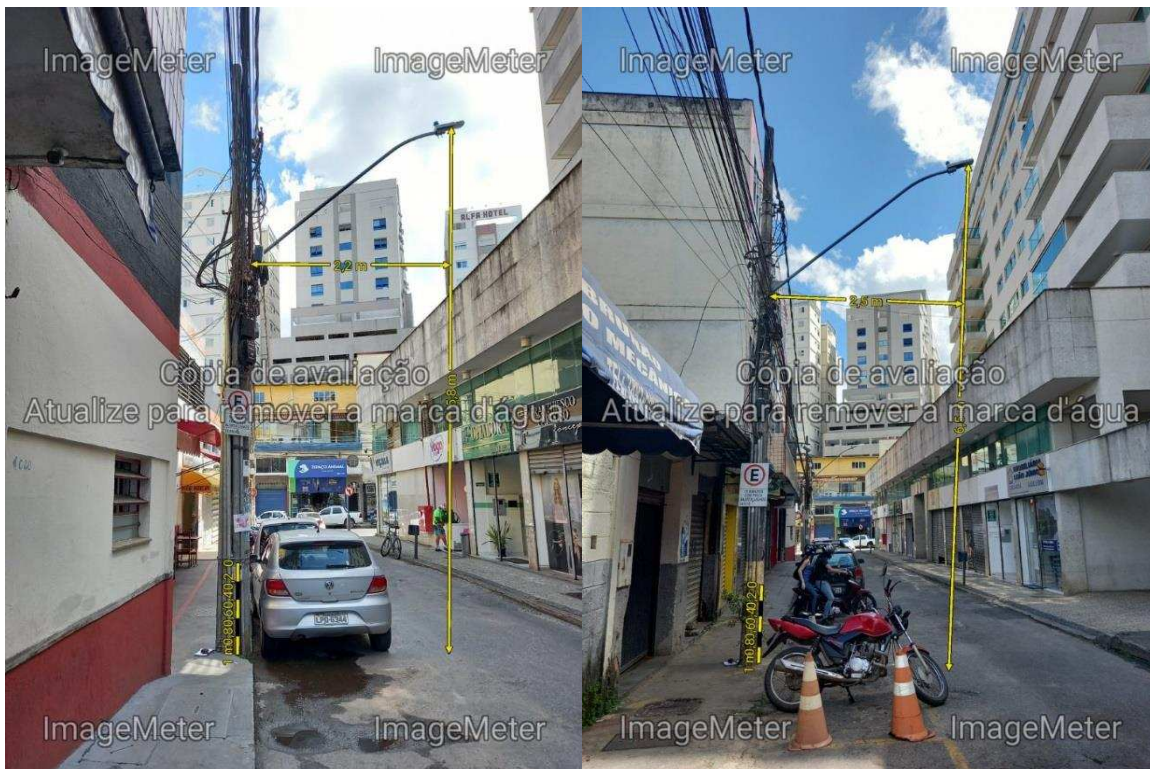
AMOSTRA 24:

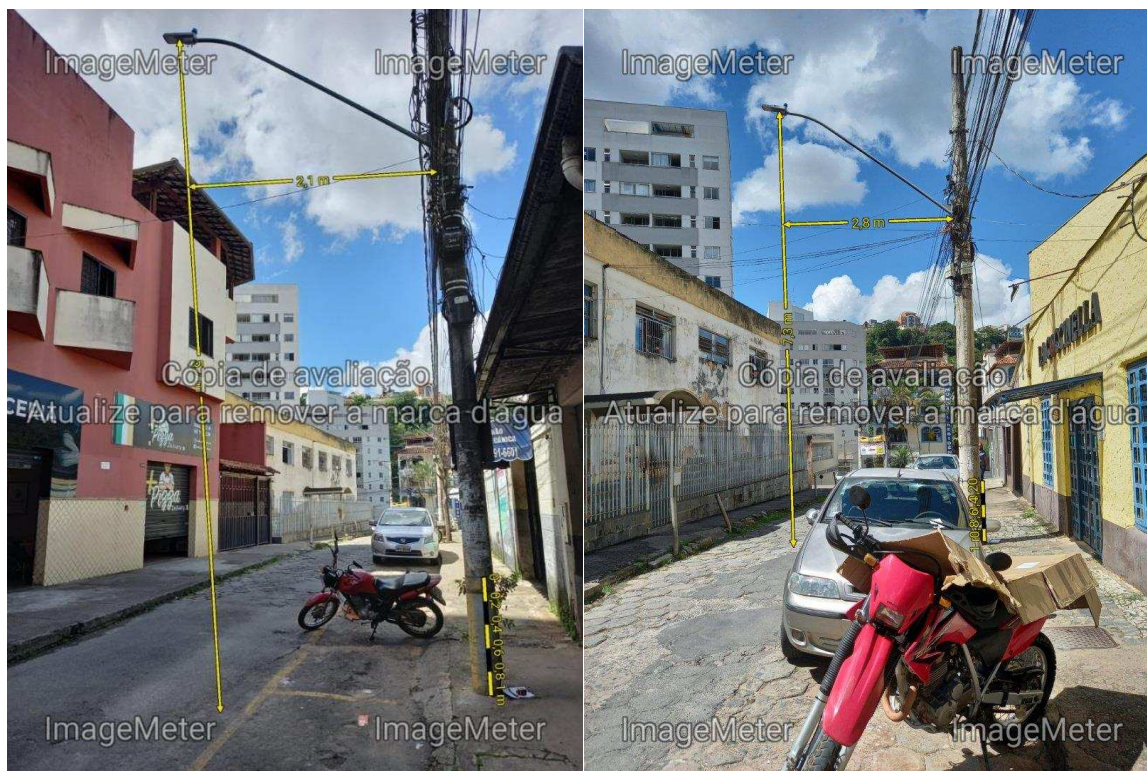




VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 25:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 26:

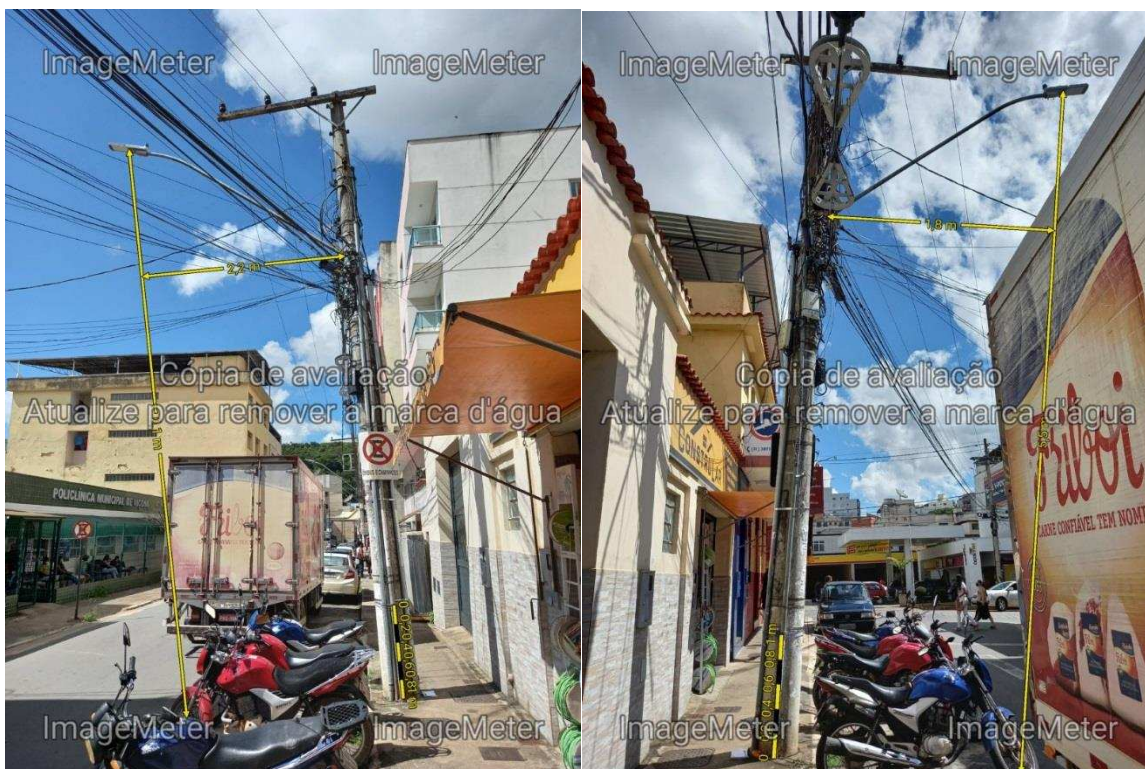




VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 27:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 28:



VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 29:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28 Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3 Deslocamento longitudinal: 0.0
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	

### AMOSTRA 30



VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 31:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

## AMOSTRA 32:



VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

### AMOSTRA 33:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

### AMOSTRA 34:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

AMOSTRA 35:





VIA	SELEÇÃO DE LUMINÁRIA
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**APENDICE 2**

Levantamento remoto por amostra (todas as medidas em metro):

**AMOSTRA 1:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.81 PISTA DE RODAGEM: 7.64 PASSEIO 2: 1.99	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 34.0 Altura do ponto de luz: 6.87 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.55
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 2:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.72 PISTA DE RODAGEM: 7.97 PASSEIO 2: 1.77	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 32.29 Altura do ponto de luz: 7.17 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.66
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 3:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.74 PISTA DE RODAGEM: 7.34 PASSEIO 2: 1.74	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 6.61 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.45
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 4:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.75 PISTA DE RODAGEM: 7.17 PASSEIO 2: 1.75	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 31.60 Altura do ponto de luz: 6.45 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.39
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 5:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.52 PISTA DE RODAGEM: 7.20 PASSEIO 2: 1.46	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 30.56 Altura do ponto de luz: 6.48 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.40
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 6:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 0.30 PISTA DE RODAGEM: 6.26 PASSEIO 2: 0.30	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 20.0 Altura do ponto de luz: 5.63 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.09
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 7:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 0.30 PISTA DE RODAGEM: 6.68 PASSEIO 2: 0.30	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 26.20 Altura do ponto de luz: 6.01 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.23
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 8:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 0.30 PISTA DE RODAGEM: 5.85 PASSEIO 2: 0.30	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 5.26 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 9:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.94 PISTA DE RODAGEM: 7.76 PASSEIO 2: 1.56	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 30.07 Altura do ponto de luz: 6.98 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.59
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 10:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.89 PISTA DE RODAGEM: 7.49 PASSEIO 2: 1.89	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 19.01 Altura do ponto de luz: 6.74 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.50
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 11:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.96 PISTA DE RODAGEM: 8.56 PASSEIO 2: 1.96	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 30.93 Altura do ponto de luz: 7.71 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.85
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 12:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.94 PISTA DE RODAGEM: 10.02 PASSEIO 2: 1.94	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 31.0 Altura do ponto de luz: 9.2 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 3.34
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 13:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.65 PISTA DE RODAGEM: 6.61 PASSEIO 2: 0.30	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 30.0 Altura do ponto de luz: 5.95 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.20
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 14:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.72 PISTA DE RODAGEM: 7.22 PASSEIO 2: 2.0	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.29 Altura do ponto de luz: 6.50 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.41
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 15:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 0.30 PISTA DE RODAGEM: 6.93 PASSEIO 2: 0.00	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.53 Altura do ponto de luz: 6.24 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.31
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 16:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 0.0 PISTA DE RODAGEM: 8.17 PASSEIO 2: 2.22	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 19.03 Altura do ponto de luz: 7.36 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.72
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 17:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.35 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 1.35	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 19.0 Altura do ponto de luz: 6.02 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.23
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 18:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.61 PISTA DE RODAGEM: 8.87 PASSEIO 2: 1.61	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 31.97 Altura do ponto de luz: 7.99 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.96
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 19:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 2.04 PISTA DE RODAGEM: 6.40 PASSEIO 2: 2.04	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 28.37 Altura do ponto de luz: 5.76 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.13
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 20:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 0.30 PISTA DE RODAGEM: 8.20 PASSEIO 2: 0.30	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 7.38 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.28
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 21:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.97 PISTA DE RODAGEM: 7.95 PASSEIO 2: 2.27	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 24.98 Altura do ponto de luz: 7.16 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.65
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 22:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.78 PISTA DE RODAGEM: 7.67 PASSEIO 2: 1.49	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 23.72 Altura do ponto de luz: 6.91 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.56
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 23:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 2.09 PISTA DE RODAGEM: 5.82 PASSEIO 2: 2.21	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 25.78 Altura do ponto de luz: 5.24 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 1.94
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 24:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.62 PISTA DE RODAGEM: 9.69 PASSEIO 2: 1.42	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 25.44 Altura do ponto de luz: 8.72 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.23
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 25:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.50 PISTA DE RODAGEM: 6.86 PASSEIO 2: 1.50	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 25.75 Altura do ponto de luz: 6.86 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.29
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 26:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 2.09 PISTA DE RODAGEM: 5.59 PASSEIO 2: 2.09	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 33.67 Altura do ponto de luz: 5.03 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 1.86
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 27:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 2.23 PISTA DE RODAGEM: 7.62 PASSEIO 2: 2.24	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 27.90 Altura do ponto de luz: 5.22 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 1.93
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 28:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 2.52 PISTA DE RODAGEM: 6.51 PASSEIO 2: 2.52	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 24.50 Altura do ponto de luz: 5.86 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.17
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 29:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 2.28 PISTA DE RODAGEM: 6.77 PASSEIO 2: 1.38	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 30.48 Altura do ponto de luz: 6.10 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.26
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 30:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 0.98 PISTA DE RODAGEM: 7.09 PASSEIO 2: 0.98	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 28.91 Altura do ponto de luz: 6.38 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.36
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 31:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.31 PISTA DE RODAGEM: 7.14 PASSEIO 2: 1.31	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 30.0 Altura do ponto de luz: 6.42 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.38
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 32:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 2.29 PISTA DE RODAGEM: 7.01 PASSEIO 2: 1.82	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 30.0 Altura do ponto de luz: 6.31 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.34
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 33:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.57 PISTA DE RODAGEM: 5.88 PASSEIO 2: 1.57	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 30.0 Altura do ponto de luz: 5.29 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 1.96
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 34:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.87 PISTA DE RODAGEM: 7.21 PASSEIO 2: 1.70	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 30.0 Altura do ponto de luz: 6.49 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.40
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0

**AMOSTRA 35:**

<b>VIA</b>	<b>SELEÇÃO DE LUMINÁRIA</b>
<u>Perfil da via:</u> PASSEIO 1, PISTA DE RODAGEM E PASSEIO 2	<u>Tipologia de distribuição:</u> UNILATERAL
<u>Elementos:</u> PASSEIO 1: 1.35 PISTA DE RODAGEM: 7.24 PASSEIO 2: 1.90	<u>Posição da luminária:</u> Distância entre postes: 30.0 Altura do ponto de luz: 7.24 Angulação do braço do poste: 5 graus Comprimento do braço do poste: 2.68
<u>Classificação viária (NBR 5101:2018):</u> V5 e P4	Rotação do poste: 0 grau Nº de luminárias por poste: 1 Distância entre o poste e a via: 0.3
<u>Fator de manutenção:</u> 0.8	Deslocamento longitudinal: 0.0