

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA CARTOGRÁFICA

THAYANE MARTINS GILLA DA SILVA

Georreferenciamento da iluminação pública com dados coletados a partir do Sistema de
Mapeamento Móvel na cidade de Rio Brilhante – MS

MONTE CARMELO

2025

THAYANE MARTINS GILLA DA SILVA

Georreferenciamento da iluminação pública com dados coletados a partir do Sistema de
Mapeamento Móvel na cidade de Rio Brilhante – MS

Trabalho de Conclusão de Curso, como exigência parcial para obtenção do Título de bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis.

MONTE CARMELO

2025

THAYANE MARTINS GILLA DA SILVA

Georreferenciamento da iluminação pública com dados coletados a partir do Sistema de Mapeamento Móvel na cidade de Rio Brilhante – MS

Trabalho de Conclusão de Curso, como exigência para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis (Orientador)
Universidade Federal de Uberlândia

Profa. Dra. Luziane Ribeiro Indjai (Convidada)
Universidade Federal de Uberlândia

Eng. Cartógrafo MSc. Pablo Henrique de Souza Assis
Membro Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo discernimento, saúde, força e perseverança para enfrentar esta caminhada e todos os obstáculos que apareceram ao decorrer da vida.

Aos meus pais, Adriana e Cláudio por toda confiança, apoio, carinho, incentivo, educação e amor, sendo sem dúvidas minha base e encorajamento para enfrentar os percalços da graduação e principalmente da vida.

A minha irmã Gabryelle e aos meus irmãos do coração Isabela e Paulo César, pelo amor, risadas e alívio nos momentos difíceis e irmandade por toda essa caminhada.

A minha avó Edith, por ser meu refúgio e principalmente estar presente em cada fase da minha vida sempre demonstrando todo seu amor.

Ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis pelo apoio, ensinamentos e orientações ao longo da minha graduação e após a mesma.

A docente Profa. Dra. Luziane e ao Engenheiro Cartógrafo MSc. Pablo Henrique de Souza Assis, da Empresa Integral Soluções por aceitarem meu convite e contribuírem neste trabalho.

A empresa Integral Soluções por disponibilizar os dados e softwares necessários para elaboração deste trabalho.

Em especial a Luane, Maria Cecília, Isadora, Rhafisa e Lucas pelos conselhos, risadas, experiências compartilhadas, apoio e principalmente a amizade que fora construída no período da graduação e se perpetuo para a vida.

Aos meus amigos e parentes que também contribuíram ao longo da minha graduação e vida, de forma direta ou indiretamente.

A todos deixo aqui minha sincera gratidão!

“E lembre-se: você é seu próprio general. Então, tome agora a iniciativa, planeje e marche decidido para a vitória”.

(Sun Tzu)

RESUMO

O presente trabalho tem como tema o georreferenciamento da iluminação pública utilizando dados coletados a partir do Sistema de Mapeamento Móvel. O objetivo principal deste estudo é utilizar os dados obtidos por meio desse sistema e georreferenciar de forma semiautomática os pontos de iluminação pública, criando uma base cartográfica detalhada dos postes de luz. Para alcançar este objetivo foram empregadas câmaras acopladas a um veículo, que emitiram a coleta de dados sobre as localizações dos pontos de iluminação pública ao longo das vias. A metodologia adotada envolveu a utilização de técnicas de processamento de imagens e análises espaciais para identificar, classificar e georreferenciar os alvos detectados. A pergunta central da pesquisa é: “É possível georreferenciar, classificar e gerar produtos cartográficos detalhados dos pontos de iluminação pública em uma via, considerando que o Sistema de Mapeamento Móvel é capaz de detectar e georreferenciar alvos em vias a partir de câmaras e sensores acopladas a um veículo?”. A resposta para essa pergunta foi buscada através da aplicação prática do sistema, seguida pela análise dos dados obtidos para avaliar sua precisão e confiabilidade. Os resultados mostraram que o uso do SMM para o georreferenciamento dos pontos de iluminação é viável, porém é necessário que este levantamento seja apoiado pelo método de RTK para que o produto possua maior precisão e confiabilidade. Além disso, o estudo demonstrou que essa abordagem pode ser aplicada em outras áreas urbanas com características similares. Conclui-se que o SMM apresenta um grande potencial para aplicações no campo da Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, dando enfoque na gestão da infraestrutura urbana como a iluminação pública, contribuindo para melhorias na administração municipal e planejamento urbano estratégico.

Palavras-chave: Sistema de Mapeamento Móvel, Fotogrametria, Iluminação Pública.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – um par de fotografias horizontais tiradas com câmaras de eixo paralelamente à estação E é à Estação E', onde ambas têm as mesmas altitudes.	12
Figura 2 – GPSVan	12
Figura 3 - Localização da área de estudo	16
Figura 4- Insta Pro 2	17
Figura 5- GNSS <i>Reach</i> RS2	18
Figura 6- Samsung <i>Book</i> x40	19
Figura 7- Fluxograma da metodologia	20
Figura 8- Imagens 360°	21
Figura 9- Ponto de iluminação localizado no software IntSIG	21
Figura 10 - Orientação da câmara	22
Figura 11- Trajetória do veículo	22
Figura 12- Adição dos dados no software <i>QGis</i>	23
Figura 13- Espacialização dos pontos de iluminação no software <i>QGis</i>	24
Figura 14- Exemplo de um vídeo deslocado	24
Figura 15- Pontos deslocados e duplicado	25
Figura 16- Espacialização dos 654 pontos de iluminação	26
Figura 17- Inserção dos pontos no software GeoPec	26
Figura 18- Pontos Coletados atrás do plugin para <i>Coordinate Capture</i> realizar PEC	27
Figura 19- Produto Cartográfico dos Pontos de Iluminação	27
Figura 20- Pontos Utilizados para o Cálculo da PEC	28
Figura 21- Acurácia posicional planimétrica – 1/2000	29
Figura 22- Acurácia posicional planimétrica – 1/5000	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVO	9
3 JUSTIFICATIVA	9
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
4.1 Fotogrametria	10
4.1.1 Fotogrametria Digital	10
4.1.2 Interseção Fotogramétrica	11
4.2 Sistema de Mapeamento Móvel	12
4.3 GNSS	13
4.4 Iluminação Pública	14
4.5 PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica)	15
5 MATERIAS E MÉTODOS	15
5.1 Área de Estudo e Localização Geográfica	15
5.2 Materiais	16
5.3 Métodos	19
6 RESULTADOS	27
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por eficiência e precisão na gestão da infraestrutura urbana tem impulsionado o desenvolvimento de novas tecnologias e metodologias para a coleta e análise de dados geoespaciais. Neste contexto, o georreferenciamento da iluminação pública emerge como uma necessidade essencial para os municípios, visando otimizar a manutenção, reduzir custos operacionais e melhorar a qualidade dos serviços prestados à população. Este trabalho tem como objetivo principal utilizar dados obtidos por meio do Sistema de Mapeamento Móvel (SMM) para georreferenciar de forma semiautomática os pontos de iluminação pública, criando uma base cartográfica dos postes de luz. O SMM é uma tecnologia que combina câmeras e sensores acoplados a um veículo para coletar dados geoespaciais em movimento.

Segundo *Puente et al.* (2013), essa abordagem permite o levantamento rápido e preciso de informações sobre a infraestrutura urbana, facilitando a criação de bases cartográficas detalhadas. Ao aplicar esta tecnologia no mapeamento de iluminação pública, pretende-se verificar se é possível georreferenciar, classificar e gerar produtos cartográficos detalhados desses pontos em vias urbanas.

A metodologia proposta envolve a utilização do SMM para detectar e georreferenciar alvos em vias públicas. A integração dos dados capturados por câmeras e sensores possibilita uma análise precisa das coordenadas espaciais de luz. De acordo com *Li et al.* (2020), essa combinação tecnológica não só aumenta a precisão do mapeamento, mas também reduz significativamente o tempo necessário para a coleta de dados em campo.

Este estudo busca responder à pergunta “É possível georreferenciar, classificar e gerar produtos cartográficos detalhados de pontos de iluminação pública em uma via, considerando que o SMM é capaz de detectar e georreferenciar alvos em vias a partir de câmeras e sensores acoplados a um veículo?”. A resposta afirmativa pode resultar na implementação mais eficiente dessa tecnologia em municípios brasileiros, otimizando os processos relacionados a gestão da iluminação pública.

Visto a crescente demanda por eficiência e precisão nos serviços de gestão urbana nota-se um impulsionamento relacionado ao desenvolvimento de tecnologias avançadas de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica. Entre essas inovações destaca-se o Sistema de Mapeamento Móvel, que combina câmeras e sensores acoplados a um veículo para capturar dados espaciais detalhados em ambiente urbanos. Onde o georreferenciamento da infraestrutura urbana é um componente essencial para a administração pública eficiente, pois permite um gerenciamento preciso e atualizados dos recursos disponíveis.

De acordo com Li *et al.* (2013), os sistemas de mapeamento móvel oferecem uma solução robusta para a coleta rápida e precisa de dados geoespaciais em ambientes urbanos complexo. Neste contexto, surge a pergunta central desta pesquisa: é possível georreferenciar, classificar e gerar produtos cartográficos detalhados dos pontos de iluminação pública em uma via, considerando que o SMM é capaz de detectar e georreferenciar alvos em vias a partir das câmaras e sensores acoplados a um veículo? Tão importante quanto coletar os dados é assegurar que eles sejam precisos e úteis para aplicações práticas na gestão urbana. Estudos demonstram que técnicas avançadas de processamento digital são capazes de melhoras significativamente a qualidade dos produtos cartográficos gerados (HOLMES *et al.*, 2021).

Portanto, este trabalho se propõe não apenas em explorar as capacidades técnicas do SMM no contexto do georreferenciamento da iluminação pública, mas também investiga se a metodologia é eficaz para transformar esses dados brutos em informações valiosas para gestão urbana.

2 OBJETIVO

Utilizar os dados obtidos por meio do Sistema de Mapeamento Móvel e assim georreferenciar de forma semiautomática os postes presentes na cidade de Rio Brillhante, localizado no estado de Mato Grosso do Sul. Além disso, gerar um produto cartográfico contendo estes pontos de iluminação pública.

3 JUSTIFICATIVA

O georreferenciamento da iluminação pública é uma área de crescente interesse devido à necessidade de otimização dos recursos urbanos e a promoção de eficiência energética. O uso dos Sistemas de Mapeamento Móvel tornou-se uma ferramenta vital para coletar dados precisos e em tempo real, facilitando a gestão e manutenção das infraestruturas urbanas.

Segundo Santos *et al.* (2020), o georreferenciamento eficiente das luminárias públicas pode proporcionar uma série de benefícios como redução do consumo energético e a melhoria dos serviços prestados à população. A utilização de SMM permite a coleta de dados com alta precisão espacial, o que é essencial para o planejamento urbano eficaz.

Dito isto, o mapeamento é fundamental para o planejamento em qualquer setor da atividade econômica que atua no espaço geográfico. Ele também desempenha um papel importante na operação, supervisa o e controle.

Dessa forma, mantém-se um forte interesse científico e tecnológico, visando a criação de soluções robustas e confiáveis. Isso possibilita o desenvolvimento de uma metodologia ágil e precisa para coleta de dados, atendendo à demanda por informações necessárias para avaliação e gestão de ativos elétricos nas áreas urbanas.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico serão apresentadas as bibliografias utilizadas para a realização deste Trabalho de Graduação.

4.1 Fotogrametria

De acordo com a definição de *Lillesand e Kiefer* (2000), a fotogrametria é a ciência e tecnologia onde há obtenção de informações, medidas e diversos produtos confiáveis através das fotografias obtidas por auxílio desta tecnologia. Para *Wolfe e Dewitt* (2004), fotogrametria é arte, ciência e tecnologia para angariar dados confiáveis sobre objetos e os ambientes por meio dos seguintes métodos registro, mensuração e análise das imagens e fotografias. Segundo *Coelho e Brito* (2007) a fotogrametria pode otimizar o trabalho quanto a ao levantamento de campo e obtenção dos dados.

Outra classificação quanto a fotogrametria de acordo com *Brito e Coelho* (2007), descreve que ela pode ser dividida em três segmentos: aérea, orbital e terrestre, sendo que esta será principal ferramenta para a realização deste trabalho devido ao levantamento terrestre.

Já aerofotogrametria é aplicada quando se deseja a obtenção das imagens do terreno através de uma câmera de precisão acoplada a uma aeronave que pode ser ou não remotamente pilotada.

Por fim, a fotogrametria orbital trata-se de uma ferramenta tecnológica. Logo, com todas essas definições é evidente a corroboração e elucidação quanto ao significado de fotogrametria e a importância para o presente trabalho.

4.1.1 Fotogrametria Digital

Luhmann et al. (2006), define a fotogrametria digital de acordo com a distância entre câmera e objeto; a quantidade de imagens utilizadas; o método de aquisição e métodos utilizados para processar os dados e as áreas de aplicação. Ainda, de acordo com *Luhmann*

et al. (2006) há três processos para a realização do levantamento fotogramétrico, onde resumem-se em:

✓ Registro→ onde obtêm as informações do objeto através da determinação dos pontos de controle para que se realize a definição do sistema de coordenadas do objeto, suas dimensões e a captura das imagens;

✓ Orientação→ para este processo o feixe de perspectiva é ajustado (*bundle adjustment*) para que determine os parâmetros de orientação e a correspondência dos pontos de controles (obtidos em campo) com os da imagem;

✓ Restituição→ através da orientação é viável a obtenção das informações geográficas ou dimensionais do objeto imageado, pois a partir do momento que o sistema 11 bidimensional é transformado em tridimensional apresenta-se o espaço-objeto. Assim a fotogrametria digital terrestre ou de curta distância (*Close Range Photogrammetry*) é identificada pela utilização de câmeras próximas à superfície terrestre e pelo processo fotogramétrico, conforme o tipo de restituição há divisões específicas: estereorestituição, monorrestituição, imagens convergentes baseada em panoramas (fotogrametria esférica) e restituição baseada em fotos (BASTIAN, 2015).

4.1.2 Interseção Fotogramétrica

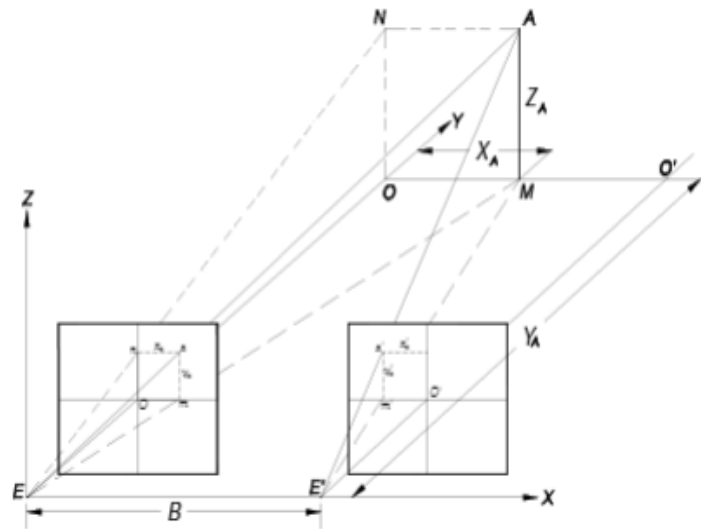
De acordo com Tommaselli (1995), é possível empregar a intersecção fotogramétrica para calcular coordenadas tridimensionais X, Y e Z no espaço do objeto, utilizando fotocoordenadas bidimensionais obtidas a partir de duas imagens diferentes.

As fotocoordenadas são identificadas por X e Y. Por outro lado, os elementos que orientam as imagens são classificados em dois grupos: parâmetros de orientação interior (POI) e os parâmetros de orientação exterior (POE).

De acordo com Wolf *et al.* (2014), a determinação do POE ($Xo1, Yo1, Zo1, \omega1, \varphi1, \kappa1, Xo2, Yo2, Zo2, \omega2, \varphi2, \kappa2$) para ao menos um par de fotografias que apresentam sobreposição permite-se calcular o que é chamado de Interseção Fotogramétrica.

Mostra-se na Figura 1, um par de fotografias horizontais tiradas com câmaras de eixo paralelamente à estação E é à Estação E', onde ambas têm a mesma altitude. O sistema de referência utilizado possui valores definidos, ou seja, valores arbitrários com a estação E como ponto inicial, o eixo Y como direção horizontal e o eixo ótico da esquerda. X é horizontal e coincidente com a linha de base, Z é direcional verticalmente para cima.

Figura 1: um par de fotografias horizontais tiradas com câmaras de eixo paralelamente à estação E é à Estação E', onde ambas têm as mesmas altitudes (adaptado de Wolf, 1974).



Fonte: Wolf (1974).

4.2 Sistema de Mapeamento Móvel

O desenvolvimento do SMM terrestre foi iniciado por duas equipes de pesquisa: o Departamento de Engenharia Geomática na Universidade de *Calgary*, Canadá e Centro de mapeamento da Universidade de *Ohio*, nos Estados Unidos.

Onde desenvolveram um sistema chamado *GPSVan* que mostrado na Figura 2 onde tinham dois receptores *GPS* que geravam a posição da van, tinham também duas câmeras *Charge-Coupled Device (CDD)* responsáveis pela captura das imagens, mais duas câmeras de vídeo colorida dentro outros sistemas e softwares responsáveis para a execução dos levantamentos e fluxo dos dados.

Figura 2: GPSVan.



Fonte: Bossler e Goad (1991).

Os sistemas de mapeamento móveis são aptos a fornecer mapas 3D completos, que são feitos utilizando a aquisição de dados integrados a multisensores avançados e tecnologia de processamento (TAO, 2007).

O SMM representa um método de coleta de dados que integra sensores de posicionamento e imagem, permitindo o mapeamento detalhado do mundo real. Com a ampliação do conceito de cidades sustentáveis, por meio da fotogrametria terrestre, o SMM torna-se a ferramenta ideal que pode fornecer o suporte necessário que proporciona múltiplas aplicações. Controlar, monitorar e melhorar a base de mapeamento (GALLIS *et al.*, 2002).

Ainda por Gallis *et al.* (2018) o SMM se destaca principalmente pela eficiência e economia para levantamento terrestre. Este sistema fornece sequência de imagens para análise e medição de pontos com intuito de mapeamento fotogramétrico e levantamento.

De acordo com Tao *et al.* (2000), uma característica básica dos sistemas de mapeamento móveis é a base composta por várias câmeras conectadas à plataforma móvel, como objetivo de gerar imagens estéreo e a mensuração 3D.

O posicionamento geográfico é obtido diretamente das sequências de imagens digitais realizada por sensores de navegação e tecnologia de posicionamento.

A fim de melhorar o georreferenciamento, utiliza-se múltiplos sensores de posicionamento, GPS, o sistema de navegação inercial (*Inertial Navigation System* - INS) que podem ser agregados ao processamento de dados.

Por fim, o mapeamento móvel é um conceito inovador que representa um grande avanço no campo da coleta de dados tridimensionais.

O mapeamento digital utilizando esta tecnologia traz uma abordagem multidisciplinar, pois envolve navegação, posicionamento, fotogrametria, geodésia, imagem digital e sistema de informação geoespacial. Aplicação deste sistema pode ser usado diversos em setores, como mapeamento de estradas, inventário rodoviário e urbano, mapeamento de infraestrutura, planejamento e entre outras atividades, inclusive o levantamento de ambientes internos como museus, escolas, grandes centros de compras (TAO *et al.*, 2000).

4.3 GNSS

O GNSS, ou Sistema Global de Navegação por Satélite refere-se à constelação de satélites, onde são capazes de apontar o local de objetos em tempo real em repouso ou em movimento por toda superfície terrestre. No GNSS temos os seguintes sistemas:

- Sistema Americano - *Global Positioning System* (GPS);
- Sistema Russo - *Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema* (GLONASS);
- Sistema Europeu - GALILEO;
- Sistema Chinês - BEIDOU/COMPASS;
- Sistema Japonês - *Quasi-Zenith Satellite System* (QZSS); e
- Sistema Indiano - *Indian Regional Navigation Satellite System* (IRNSS).

Atualmente, os sistemas mais empregados são: GPS e GLONASS por serem reconhecidos por sua idoneidade e amplitude mundial (FERNANDES, 2021).

Conforme Monico (2008) a localização na superfície terrestre é determinada pela distância entre a antena do receptor, no mínimo, quatro satélites. Onde as coordenadas são consideradas conhecidas, permitindo assim calcular a posição do usuário na Terra com uma precisão na casa da ordem dos milímetros.

4.4 Iluminação Pública

Segundo ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) a definição de iluminação pública como oferecer um serviço cujo o intuito principal é garantir iluminação nas vias públicas, de maneira regular contínua ou esporádica. E dentre a iluminação pública há o seus os ativos elétricos, onde incluem todos os equipamentos e instalações pertencentes as empresas de energia elétrica como postes, cabos, relógios marcadores e medidores, entre outros. Já os ativos de Iluminação Pública (IP), são as infraestruturas responsáveis pelo fornecimento da iluminação para os locais, ou seja, os pontos de luz.

A iluminação pública possui uma função de forte relevância no avanço, evolução, andamento, segurança e progressão das cidades. Devido ao fato de que locais com uma boa iluminação torna-se um local onde há o aumento de festividades, promoção de eventos de intuições públicas e privadas, maior prática de atividades físicas ao ar livre, promovendo uma maior visibilidade, socialização não somente no quesito só cível, porém no aspecto turístico também por dar destaque aos objetos e monumentos históricos, tornando um local atrativo, agradável e confortável.

Além desses fatores onde há uma boa iluminação pública atua diretamente na segurança pois reduz risco de criminalidade, acidentes de trânsito, acidentes com os próprios transeuntes devido a boa visibilidade que a iluminação oferece.

4.5 PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica)

O decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984 estabelece o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC). Em junho de 1984 as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional foram definidas. A partir desta definição foi estabelecido critérios para a categorização de quartas em relação à exatidão e também quanto a distribuição de erros ao longo das mesmas, uma vez que as imagens eram provenientes por procedimentos analógicos.

Desta forma, o PEC serve como uma medida estatística da qualidade da posição do produto cartográfico confeccionado, onde é calculado da seguinte forma: 90% da amostra deve ser igual ou inferior ao valor apresentado na tabela do PEC ou 1,6449 multiplicado pelo erro 0padrão. Portanto, para que o produto seja considerado uma Referência Cartográfica para os Produtos Cartográficos Digitais (PCD), é essencial que os valores mencionados na tabela 1 sejam cumpridos.

Tabela 1: Classificações das Cartas pela PEC.

Carta (Classes)	PEC Planimetria	PEC Altimetria	EP Planimetria	EP Altimetria
Classe A	0,5mm X Escala	½ equidistância	0,5mm X Escala	1/3 equidistância
Classe B	0,8mm X Escala	3/5 equidistâncias	0,5mm X Escala	2/5equidistância
Classe C	1,0mm X Escala	¾ equidistância	0,5mm X Escala	½ equidistância

Fonte: Adaptado de Decreto – Lei nº: 89.817 de 1984.

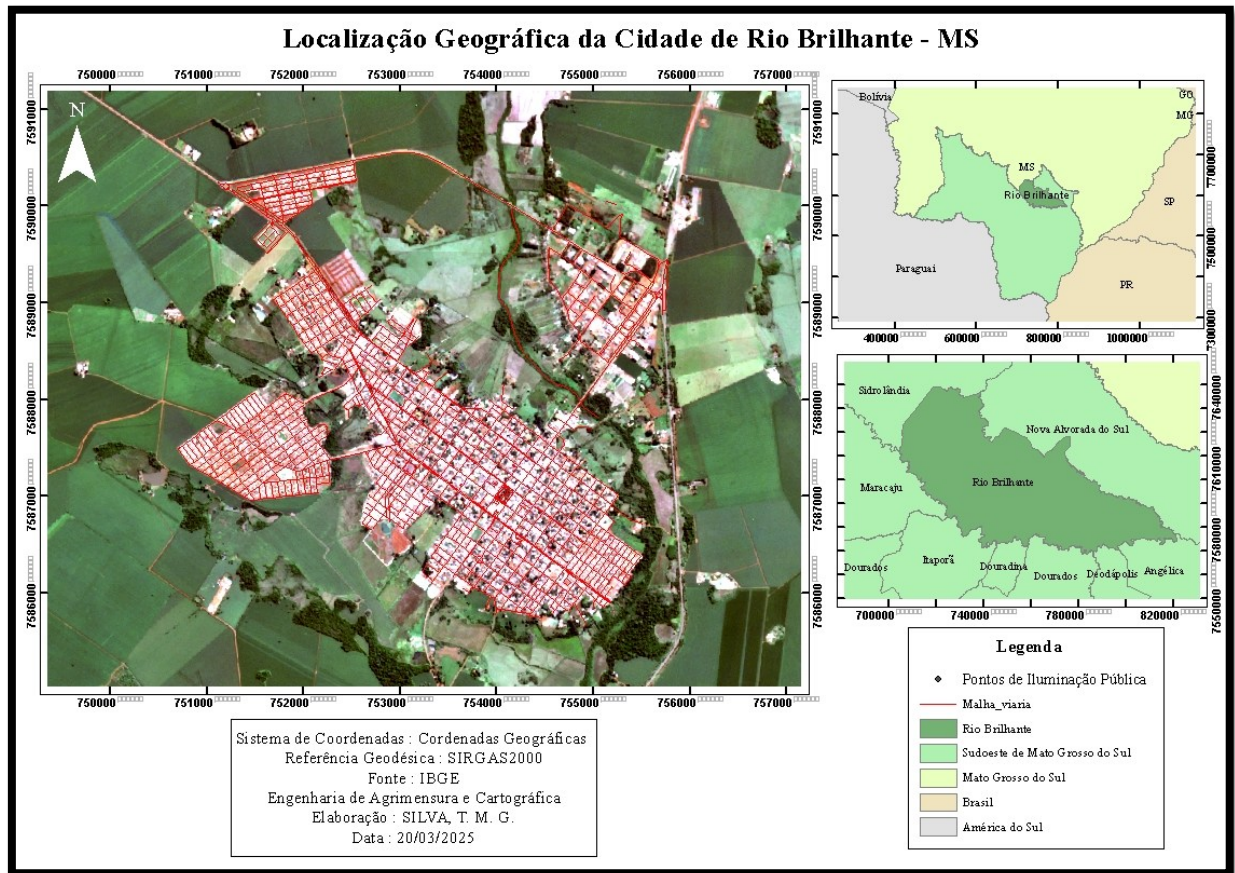
5 MATERIAS E MÉTODOS

5.1 Área de Estudo e Localização Geográfica

Rio Brilhante está situada a 161 quilômetros do Mato Grosso do Sul, foi fundada em 26 de setembro de 1929, a estimativa é de 38.844 habitantes, sendo 7,69 por quilômetros quadrados (IBGE, 2021). É o trigésimo segundo município brasileiro, ficando entre os 50 maiores geradores de produção agrícola, tem como principal atividade é o cultivo de açúcar e fabricação de açúcar e álcool (IBGE, 2021).

A área de estudo escolhido foi o bairro Nova Rio Brilhante que fica localizada no município de Rio Brilhante, na mesorregião Sudoeste de Mato Grosso do Sul no estado de Mato Grosso do Sul (Figura 3).

Figura 3: localização da área de estudo.



Fonte: A autora (2025).

5.2 Materiais

Foram utilizados os seguintes materiais para elaboração do presente trabalho:

1. Câmara 360° Pro 2

A câmara 360° Pro 2 da Insta360 apresentada na Figura 4, foi utilizada para a realização do levantamento fotogramétrico. Esta câmera apresenta as seguintes configurações descritas abaixo:

- Captura vídeos 8K 360 e fotografias em 3D até 30 fps e 2D até 60 fps;
- *CrystalView* para visualização de imagens 8K em fones de ouvido VR padrão ou smartphones;
- Pré-visualização ao vivo a 30 fps até 15' via *Wi-Fi*;
- Transmissão ao vivo de vídeo 4K durante a gravação de 8K;
- Estabilização de imagem *FlowState* de nove eixos de qualidade profissional;

- Criação automática de arquivos *proxy* para um fluxo de edição rápido;
- Captura até seis microSD e um cartão SD para opções de postagem flexíveis;
- O módulo *GPS* integrado e compatível com o Google Maps;
- Seis lentes olho de peixe de 200° (selecionáveis — use todas as seis ou menos);
- Velocidade ajustável do obturador;
- Alta resolução 120 fps câmera lenta;
- Costura com fluxo óptico;
- *Hot-swappable* 5000mAh bateria recarregável.

Figura 4: Insta Pro 2.



Fonte: Ista360 (2025).

2. GNSS Reach RS2

O GNSS Reach RS2 apresentado na Figura 5 foi utilizada para a coleta dos dados de posicionamento. Este GNSS apresenta as seguintes configurações descritas abaixo:

- Linha base de até 100km;
- Taxa de atualização de 10Hz;
- Possui modem interno 3.5G HSPA;
- Autonomia de 22horas nos Pós Processado e 16h no modo RTK;
- Software *ReachView* para coleta de dados disponível para Smartphone;
- Exportação de projetos nos formatos DXF, CSV, GeoJSON, ENSRI;
- Memória interna de 16GB;
- Rádio LoRA 868/915MHz;
- Peso de 950g;
- Bandas: *Quand-band*, 850/1900, 900/1800MHz;
- Correções: NTRIP, VRS, RTCM3;

- Corpo em policarbonato e coberto com elastômero;
- Sinal Rastreado: GPS/QZSS (L1 C/A, L2C), GLONASS (L1OF, L2OF), BeiDou (B1I, B2I) e GALILEO (E1-B/C, E5b).

Figura 5: GNSS Reach RS2.



Fonte: Emlid (2025).

3. Software IntSIG

IntSIG é um software privado que foi disponibilizado pela empresa Integral Solução para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso. Este software é considerado como uma ferramenta de Sistema de Informações Geográficas (SIG), onde também é feito o georreferenciamento dos objetos através das triangulações fotogramétricas advindas do vídeo do levantamento terrestres.

4. Software QGis

O QGis 3.16.17 é um *software* livre para soluções na área de Sistema de Informações Geográficas (SIG), que é utilizado para coletar, gerenciar informações geográficas, analisar dados geográficos com a finalidade de análise espacial, geração de imagens e Sensoriamento Remoto, mapeamento e visualização, representação de dados 3D, coleta e Gerenciamento de informações. Portanto, este *software* foi utilizado para criar o mapa da área de estudo.

5. Software GeoPEC

O *software* GeoPEC foi desenvolvido pelo Departamento de Engenharia de Agrimensura da Universidade Federal de Viçosa – UFV e pela metodologia proposta por Santos et al. (2016) onde utiliza-se para avaliação da acurácia posicional de produtos cartográficos (PEC-PCD).

Onde ele é dividido em três padrões que são: a acurácia posicional de acordo com o Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984, inspeção topográfica baseado na Norma Técnica Brasileira nº 13133 e avaliação de ortofotos de aerolevantamentos e bases cartográficas seguindo a Norma de execução nº 2 de 2018 do INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária).

Assim, este software é indispensável para aferir a qualidade do produto cartográfico que será gerado neste trabalho.

6. Notebook Samsung Book X40

O notebook Samsung *Book x40* apresentado na Figura 6 foi o *hardware* utilizado para a etapa dos processamentos e análises realizados neste trabalho. Este notebook apresenta as seguintes configurações descritas abaixo.

- Processador *Intel Core I5* (1.60 GHz up to 4.20 GHz 6 MB L3 Cache);
- Memória *Ram* 16Gb DDR4;
- 1 TB HDD (5400 RPM) e 480GB SDD;
- Placa de vídeo NVIDIA® *GeForce® MX110 Graphics* com GDDR5 2GB Memória Gráfica;
- Sistema Operacional de 64 bits.

Figura 6: Samsung Book x40.



Fonte: Samsung (2025).

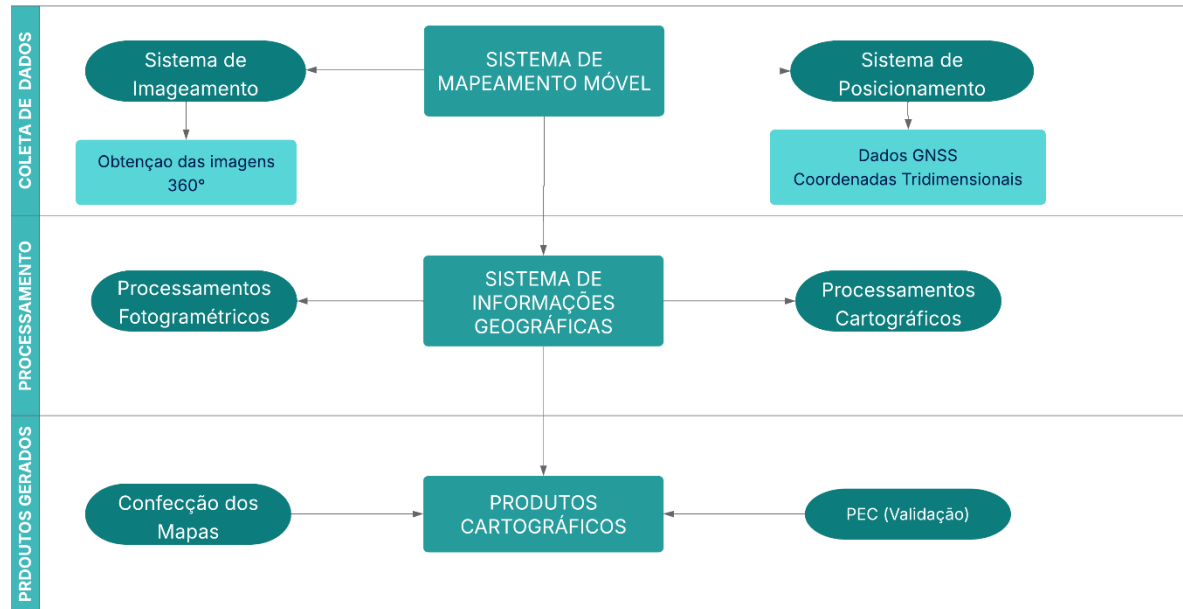
5.3 Métodos

A metodologia empregada possui uma estrutura lógica, onde inicia-se pela aquisição das imagens e dados *GNSS*, processamento dos dados que no caso serão as informações obtidas levantamento móvel feito no município de Rio Brillhante, onde posteriormente serão feitos os

produtos cartográficos e a validação dos mesmos.

Para que isso ocorra de forma organizada fora criado um fluxograma estruturado e nele há as etapas e procedimentos que serão realizados no decorrer do trabalho conforme a Figura 7.

Figura 7: fluxograma da metodologia.

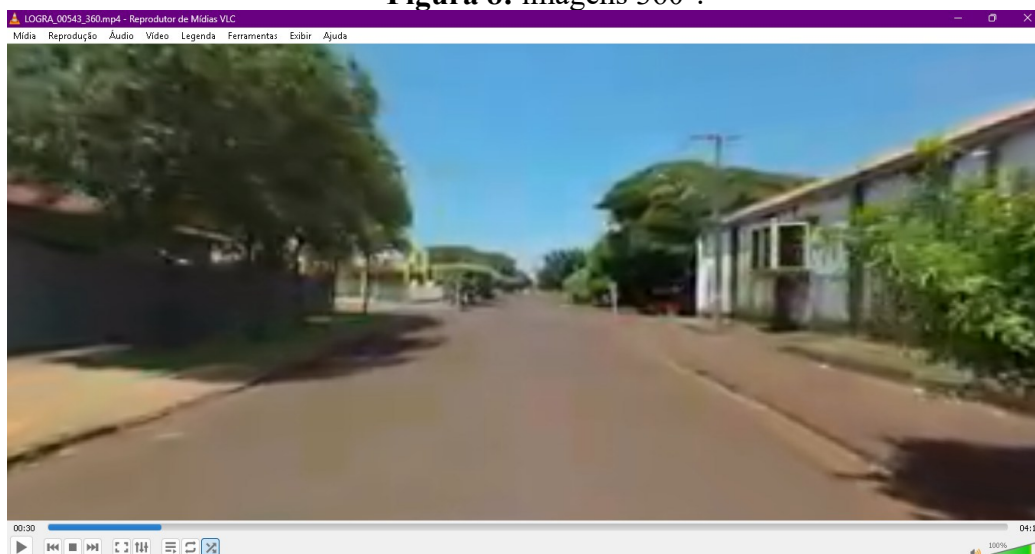


Fonte: A autora (2025).

1. Coleta de dados

A coleta dos dados foi feita por meio do Sistema de mapeamento móvel, onde a câmara Insta Pro 2 e o receptor GNSS *Emlid Reach 2* foram acoplados na parte superior do veículo. Após a área de interesse ser toda recoberta através das rotas planejadas os dados provenientes deste levantamento foram descarregados e cedidos pela empresa Integral Soluções com todas informações necessárias para a execução deste trabalho como as imagens panorâmicas apresentada na Figura 8 e os dados de posicionamento.

Figura 8: imagens 360°.

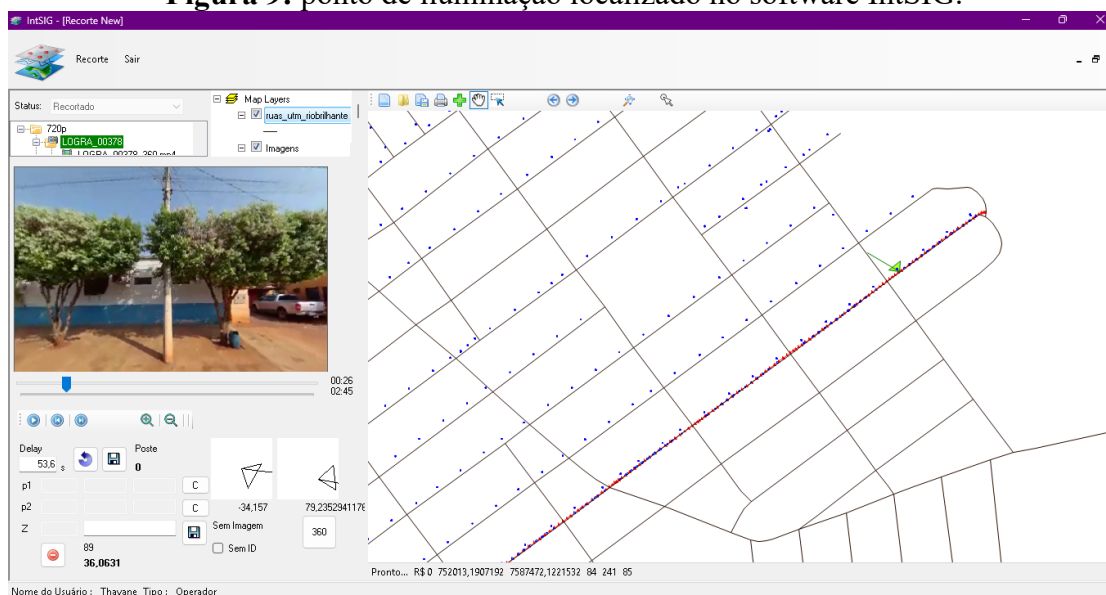


Fonte: A autora (2025).

2. Processamento de dados

Após o recebimento das informações concedidas e o acesso ao *software* IntSIG pela empresa Integral Soluções o primeiro passo foi realizar o processamento das imagens panorâmicas no *software*. Onde ao decorrer do vídeo proveniente do levantamento móvel foram coletados os dados de maneira sistemática as imagens panorâmicas 360° e os dados de posicionamento que continham o objeto de interesse que neste caso são os pontos de iluminação visto na Figura 9.

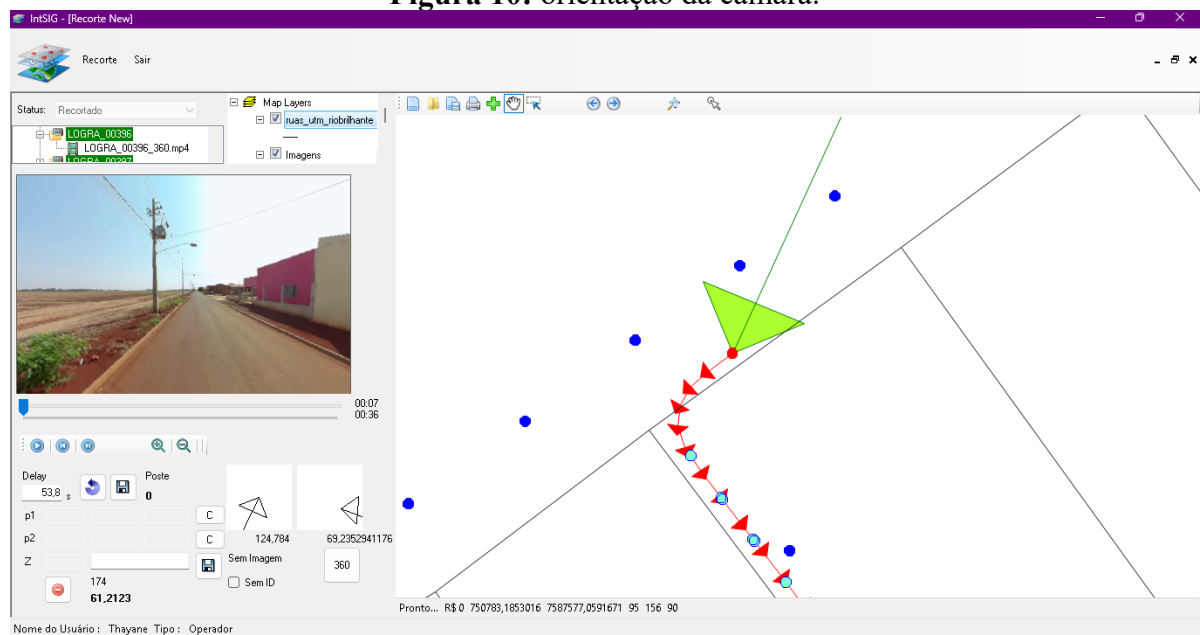
Figura 9: ponto de iluminação localizado no software IntSIG.



Fonte: A autora (2025).

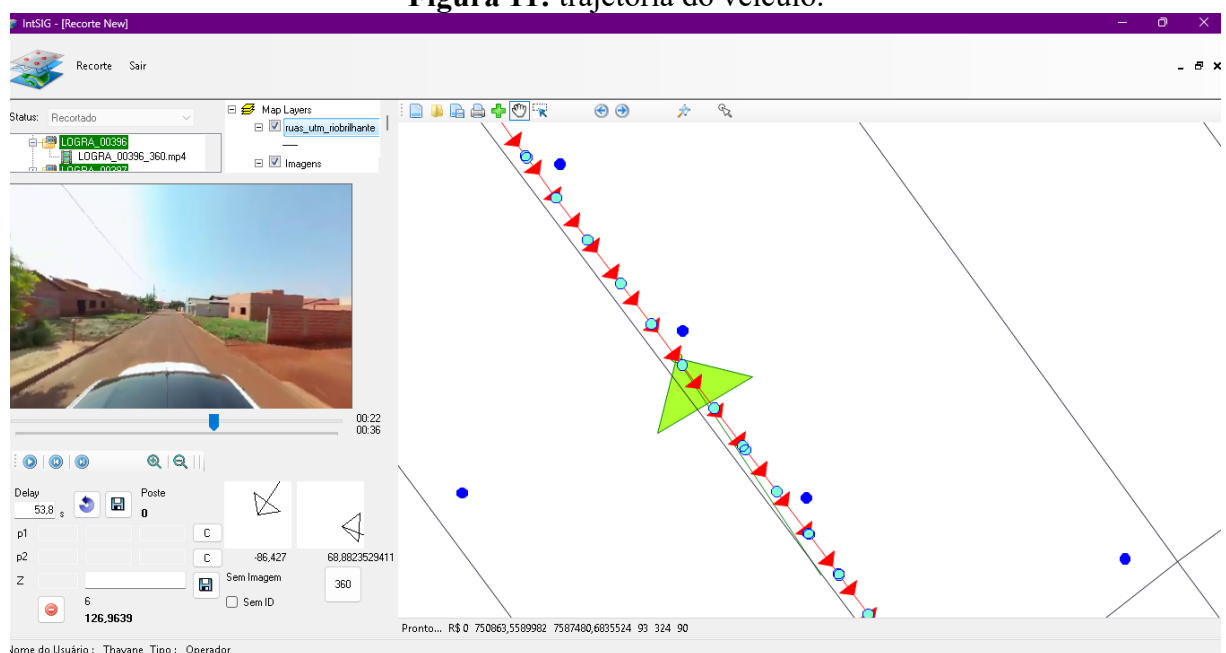
A trajetória do veículo é exibida no *software*, o que permite identificar a rua e ver a direção que a câmera está seguindo conforme a Figura 10 que mostra a orientação de acordo com o triângulo verde, onde a base maior de mostra em qual direção encontra-se a visualização naquele espaço, já a Figura 11 mostra a trajetória que o veículo está percorrendo no caminhamento de cor vermelha.

Figura 10: orientação da câmara.



Fonte: A autora (2025).

Figura 11: trajetória do veículo.



Fonte: A autora (2025).

Para a realização do georreferenciamento dos pontos de iluminação o processo se deu conforme:

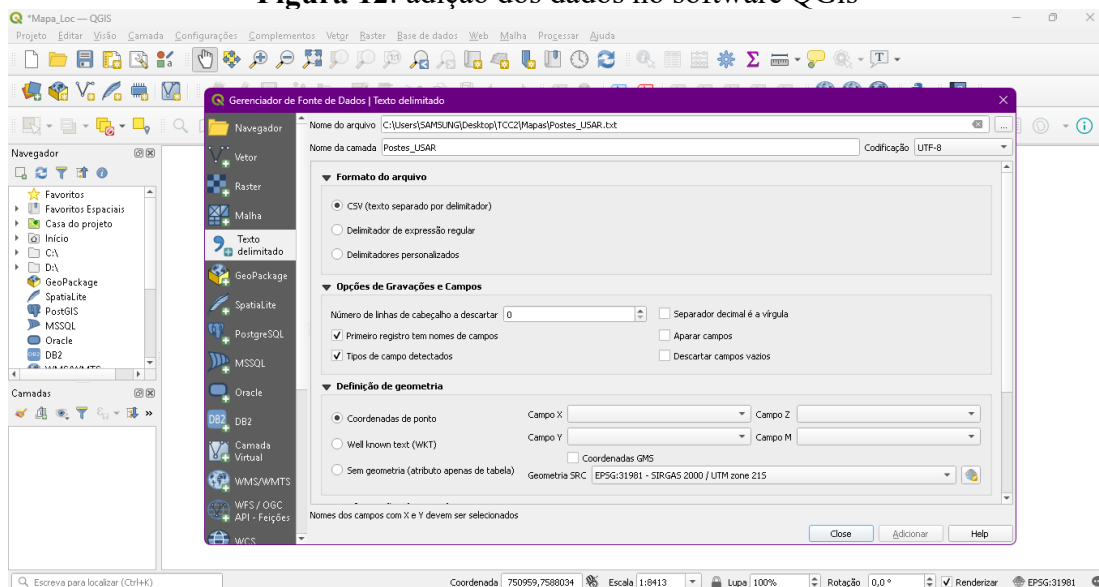
- 1º → O vídeo prosseguia e assim localizava o objeto de interesse;
- 2º → Ao localizar centralizava-o e pausava o vídeo;
- 3º → Após a centralização do objeto clica no meio do poste com o botão direito do mouse e assim coleta a primeira coordenada do objeto;
- 4º → Ainda no mesmo poste anda-se três *frames* e centraliza outra vez o objeto e realiza o mesmo processo da primeira coleta de coordenada.

Este método de coletar a coordenada e após percorrer três frame coletar novamente, foi realizado com o intuito de melhorar a precisão dos dados coletados, com o intuito de gerar um produto que uma maior precisão e confiabilidade.

3. Geração do Produto Cartográfico

Ao extrair coordenadas coletadas no software IntSIG dos pontos de iluminação georreferenciados do bairro Nova Brilhante totalizando 660 pontos, estes dados foram adicionados conforme a Figura 12 no software *QGIS* para a realização do produto cartográfico.

Figura 12: adição dos dados no software QGIS

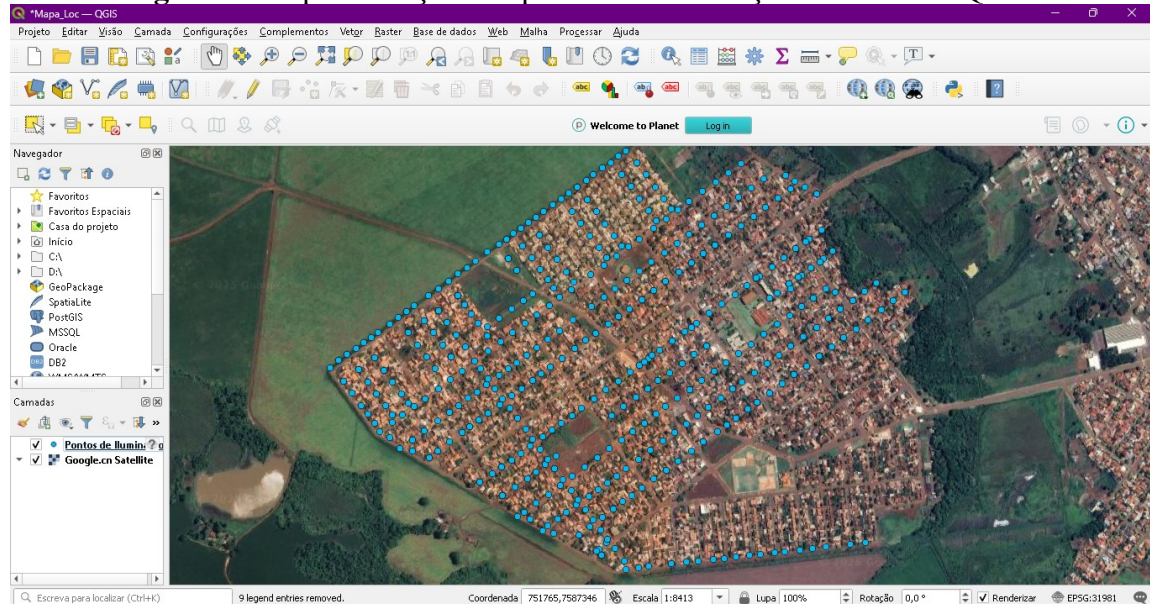


Fonte: A autora (2025).

Após adicionar os dados é possível ver a espacialização das coordenadas dentro do ambiente SIG, permitindo visualizar onde os pontos de iluminação georreferenciados encontram-se no bairro Nova Brilhante visto na Figura 13. Ao verificar a espacialização é

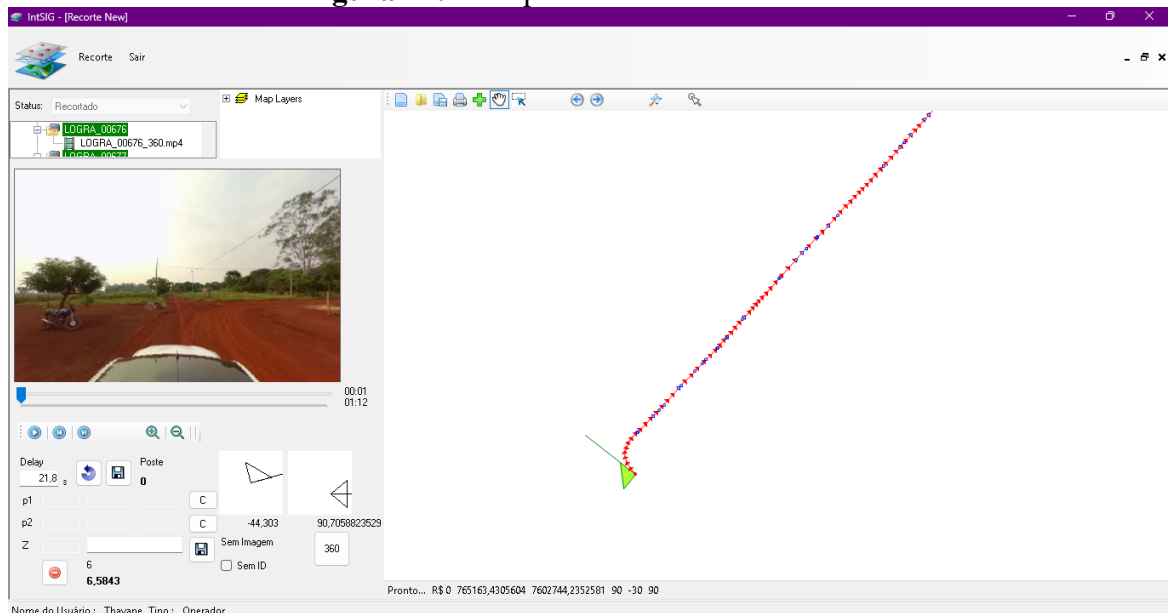
possível notar que há determinados locais que não tiveram um recobrimento total do bairro, isso ocorreu devido ao erro de posicionamento e alguns vídeos foram comprometidos deslocando-se do real local que deveriam estar vistos na Figura 14.

Figura 13: espacialização dos pontos de iluminação no software QGIS.



Fonte: A autora (2025).

Figura 14: exemplo de um vídeo deslocado.

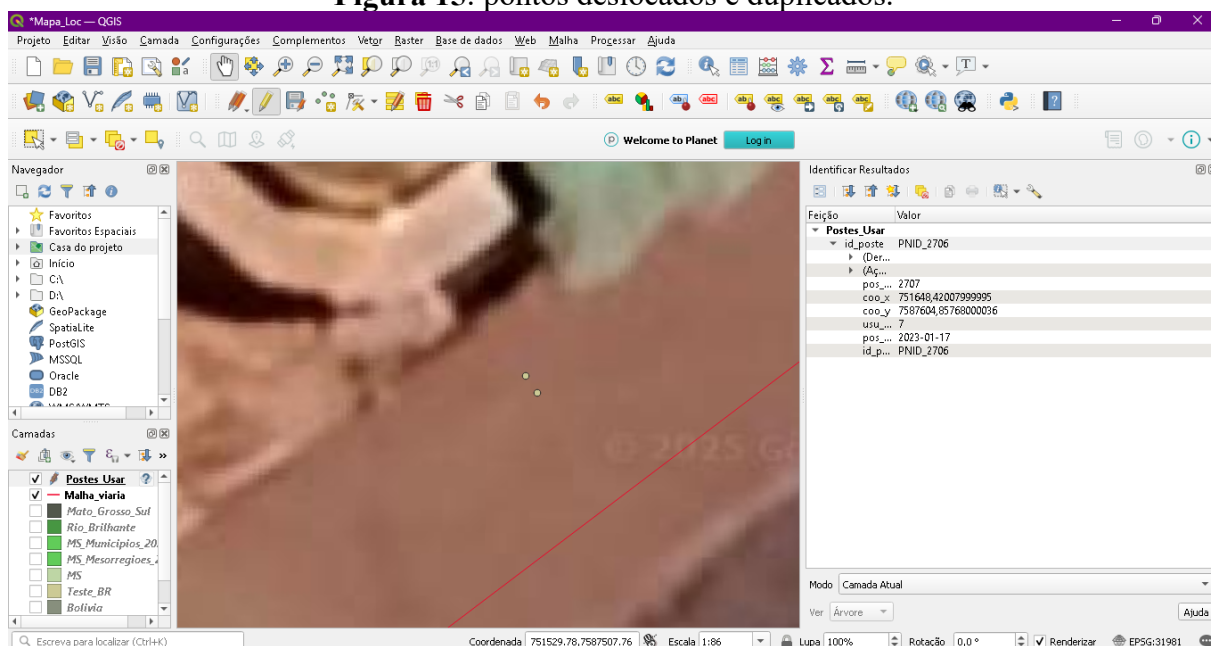


Fonte: A autora (2025).

4. Controle de Qualidade

Com todos os pontos já coletados foi feita uma triagem dos mesmos, analisando ocorrências de pontos duplicados, deslocados conforme a Figura 15, ao identificar essas anomalias os pontos foram excluídos, pois estes pontos afetariam diretamente a precisão cartográfica do produto.

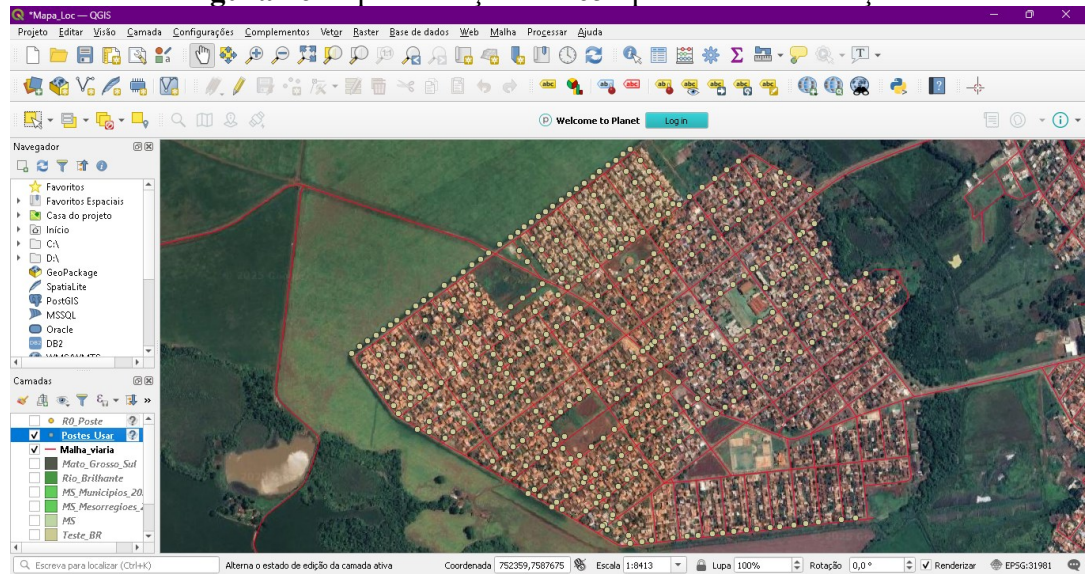
Figura 15: pontos deslocados e duplicados.



Fonte: A autora (2025).

Após as filtragens e exclusão das anomalias totalizou 654 pontos de iluminação no bairro Nova Brilhante que pode ser visto na Figura 16 e destes foram selecionados 84 para realização do controle de qualidade e inserido no *software* GeoPEC (Figura 17). Devido a impossibilidade de comparação dos dados coletados através do Sistema de Mapeamento Móvel em relação aos dados coletados em campo pelo meio convencional com RTK, foi realizado uma coleta das coordenadas dos mesmos pontos de iluminação utilizando o plugin *Coordinate Capture* disponível no QGIS conforme a Figura 17.

Figura 16: espacialização dos 654 pontos de iluminação.



Fonte: A autora (2025).

Figura 17: inserção dos pontos no software GeoPEC.

GeoPEC - Avaliação da Acurácia Posicional - [Entrada de Dados - Decreto 89.817 / INCRA]

Arquivo Entrada de dados Acurácia Posicional Amostragem Relatório Ajuda

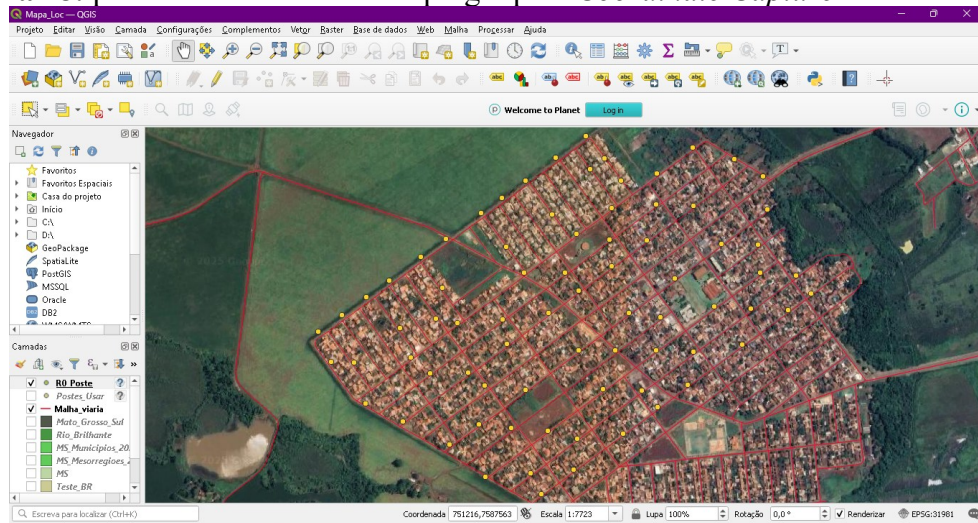
Entrada de Dados (Decreto 89.817 / INCRA)

Adicionar Deletar Primeiro Anterior Próximo Último

Ponto	Descrição	E(m) teste	N(m) teste	h(m) teste	E(m) referência	N(m) referência	h(m) referência	2D - Não considere?	Z - Não considere?
2055		752116.516	7587624.433	700	752116.60477	7587624.15768	700		
2062		752052.279	7587576.441	700	752052.136137	7587576.62546	700		
2074		751920.853	7587478.979	700	751920.788964	7587478.87621	700		
2090		751765.8	7587363.796	700	751765.93917	7587363.97658	700		
2094		751678.674	7587301.036	700	751679.593792	7587300.61278	700		
2099		751581.212	7587227.201	700	751581.002109	7587226.1032	700		
2107		751441.664	7587123.832	700	751441.688356	7587123.1206	700		
2111		751350.109	7587055.166	700	751349.887997	7587054.80323	700		
2116		751318.083	7587113.403	700	751318.124043	7587113.6026	700		
2122		751450.247	7587210.865	700	751450.053616	7587211.14669	700		
2128		751635.389	7587349.214	700	751635.431437	7587349.18458	700		
2134		751782.782	7587458.858	700	751782.805431	7587458.84188	700		
2137		751945.957	7587579.348	700	751945.018728	7587580.12357	700		
2144		752075.353	7587675.749	700	752075.295705	7587675.66247	700		
2151		751972.261	7587683.409	700	751972.030766	7587683.12378	700		
2158		751840.834	7587596.685	700	751841.057488	7587596.28686	700		
2166		751676.182	7587463.381	700	751675.842936	7587463.28679	700		
2173		751524.821	7587380.413	700	751524.997928	7587381.45889	700		
2181		751366.814	7587223.754	700	751366.572451	7587223.96795	700		
2202		751262.338	7587240.953	700	751262.226395	7587241.06015	700		
2209		751558.154	7587463.196	700	751558.163312	7587463.29882	700		
2216		751687.996	7587595.675	700	751687.849345	7587595.85199	700		
2225		751965.615	7587760.936	700	751965.472746	7587762.03865	700		
2233		751993.304	7587863.382	700	751993.533299	7587862.27909	700		
2239		751862.616	7587764.443	700	751862.370605	7587764.48006	700		
2246		751729.713	7587666.981	700	751729.909036	7587667.06921	700		
2250		751598.287	7587568.78	700	751598.653878	7587568.72251	700		
2259		751455.047	7587462.458	700	751455.186527	7587462.57278	700		

Fonte: A autora (2025).

Figura 18: pontos coletados através do plugin para *Coordinate Capture* realizar PEC.

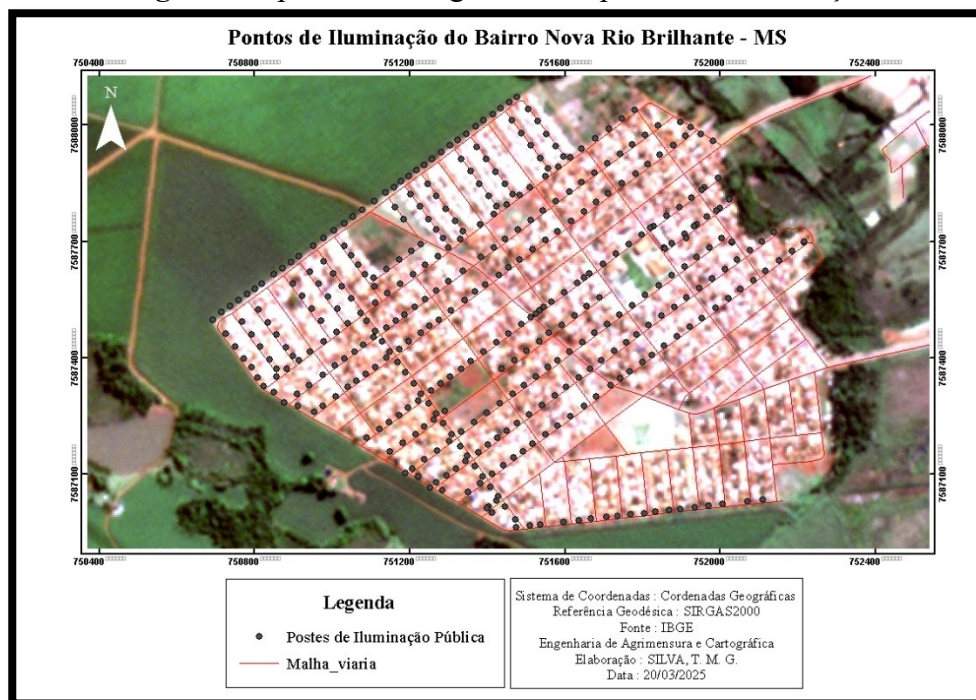


Fonte: A autora (2025).

6 RESULTADOS

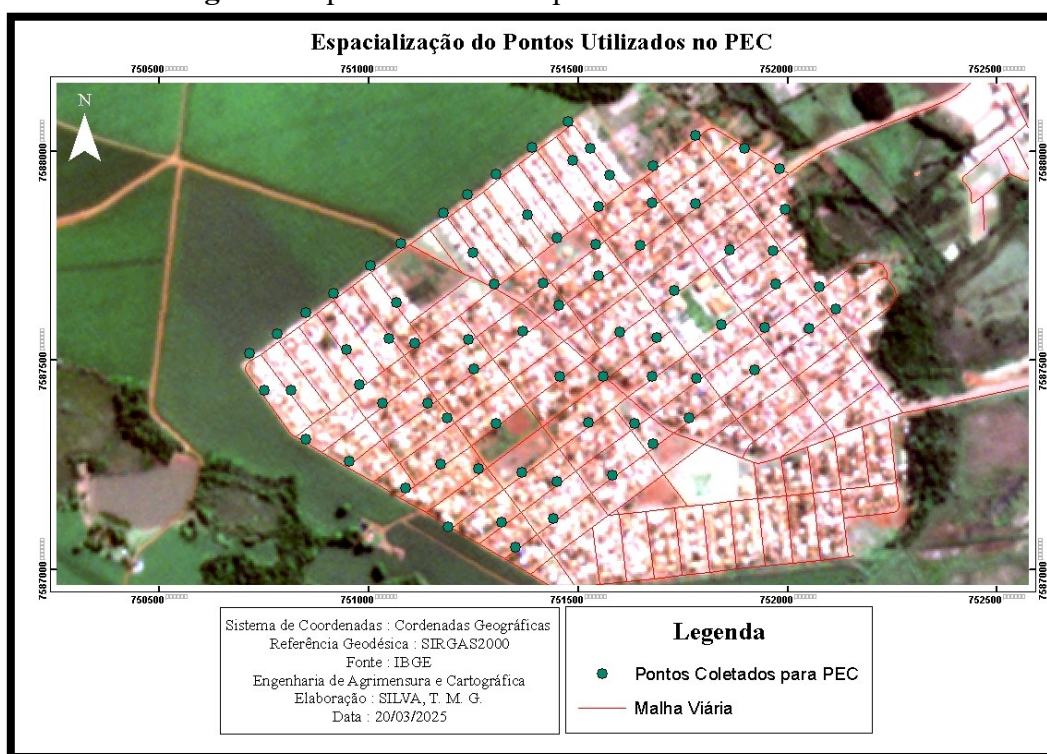
Através do SMM foram georreferenciados 654 pontos de iluminação pública identificados no bairro Nova Brilhante. Assim, foi gerado o produto cartográfico da espacialização destes pontos de iluminação que pode ser visto na Figura 19, já os pontos que foram utilizados para o cálculo da PEC estão na Figura 20.

Figura 19: produto cartográfico dos pontos de iluminação.



Fonte: A autora (2025).

Figura 20: pontos utilizados para o cálculo da PEC.



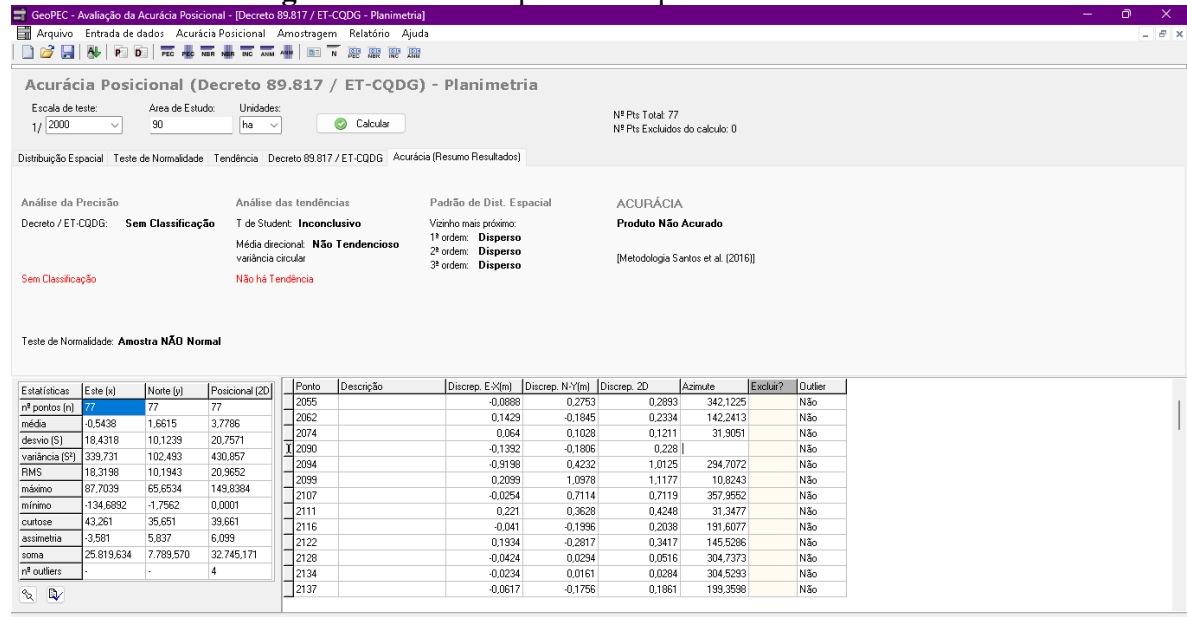
Fonte: A autora (2025).

Seguindo para a etapa final do trabalho que consiste em realizar o PEC e desta forma validar ou não o produto cartográfico.

O processamento dos dados no software GeoPEC foi feito com a escala teste de 1/2000 e 1/5000 onde os respectivos resultados podem ser vistos na Figura 21 e Figura 22, ambos testes não atenderam a PEC, ou seja, de acordo com o Decreto nº89.817, de 20 de junho de 1894, indica que este produto não possui uma precisão que atende a qualidade utilizada na cartografia brasileira.

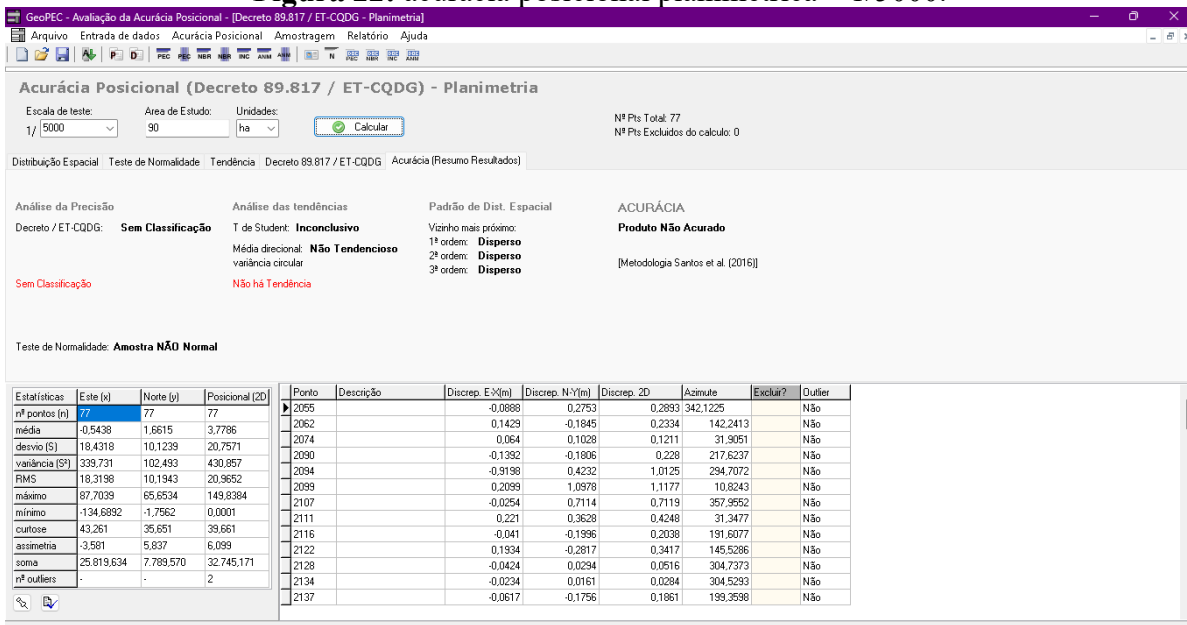
Estas classificações não são aceitáveis pois sofreram uma influência diretamente por conta método da coleta dos dados dentro do QGis, onde foi utilizado o *plugin coordinate capture* onde a coordenada de comparação utilizado como verdade de campo é obtida da base do *Google Maps* e desta forma ocasionou essa grande variação na acurácia posicional do levantamento, tendo isso em vista é importante reforçar o quão importante é o método do levantamento convencional como o RTK, pois desta forma a captura das coordenadas seria feita através do GNSS para utilizá-las como referência.

Figura 21: acurácia posicional planimétrica – 1/2000.



Fonte: A autora (2025).

Figura 22: acurácia posicional planimétrica – 1/5000.



Fonte: A autora (2025).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve a finalidade de utilizar a metodologia do Sistema de Mapeamento Móvel como uma ferramenta de coleta de coordenadas tridimensionais para fins de georreferenciamento de pontos de iluminação pública em uma região teste na cidade de Rio

Brilhante - MS.

O trabalho possibilitou o contato com uma tecnologia frequentemente utilizada na coleta de dados geoespaciais georreferenciados em centros urbanos por se mostrar dinâmica e que apresenta resultados precisos permitindo o mapeamento de feições como árvores, ativos elétricos e arborização urbana em cidades de maneira rápida e sistemática.

Os resultados alcançados neste trabalho não possuem uma precisão que atenda a qualidade utilizada na cartografia brasileira para escalas cadastrais, mas justifica-se que os pontos utilizados para comparação com os extraídos pela tecnologia do SMM foram provenientes da base do *Google Earth* e podem ter maiores erros que os que foram estimados através das imagens panorâmicas esféricas.

REFERÊNCIAS

ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA). **Resolução Normativa N° 414/2010**. Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada, [S.L], 2010. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414comp.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2025.

ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA). **Resolução Normativa N° 956/2021**. Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – prodist, [S. l.], 2021. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956_2_3.pdf. Acesso em: 25 fev. 2025.

BARBOSA, R. L.; GALLIS, R. B. A.; HIRAGA, A. K.; SILVA, F. A. **Quantificação e georreferenciamento semiautomático de árvores urbanas**. Revista SBAU, Curitiba – PR, v.13, n.4, p. 41-53, 2018.

BARBOSA, R. L.; HIRAGA, A. K.; GALLIS, R. B. A.; SILVA, F. A. **Implementação e prova de conceito de um sistema de mapeamento móvel**. In: I Simpósio de Agrimensura e Cartografia, 2016, Monte Carmelo. Anais. Monte Carmelo: Universidade Federal de Uberlândia, 2016. p.174-181.

BARBOSA, R. L.; HIRAGA, A. K.; GALLIS, R. B. A.; REISS, M. L. L. **Elaboração de uma base cartográfica de Monte Carmelo com imagens aéreas**. In: II Simpósio de Agrimensura e Cartografia, 2021, Monte Carmelo (online). Anais. Monte Carmelo: Universidade Federal de Uberlândia, 2021. p.14-227.

BASTIAN, A. V. **CityGML e fotogrametria digital na documentação arquitetônica: potencialidades e limitações**. In: Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 7., 2015, Recife. Anais. Porto Alegre: ANTAC, 2015.

COELHO, L.; BRITO, J N. **Fotogrametria digital**. EdUERJ, 2007.

COSTA, M. S. **Identificação de danos em fachadas de edificações por meio de imagens panorâmicas geradas por plataforma robótica fotográfica**. 2014. Dissertação (Mestrado em estruturas e construção civil) - Universidade de Brasília - UNB, Brasília, 2014. disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/17325>>. acesso em: 20 jan. 2025.

FERNANDES, R. F. **Avaliação e desenvolvimento de um sistema terrestre de mapeamento móvel de baixo custo**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

GALLIS, R. B. A.; BARBOSA, L. B; CUNHA, S. R.; HIRAGA, A.K.; FARIA, M. A; **WebSIG alimentado com dados coletados com sistema de mapeamento móvel terrestre**. Revista Brasileira de Cartografia, v.70, 2018.p.1644 –1663

GALLIS, R. B. A.; SILVA, J. F. C.; CAMARGO, P.O.; BARBOSA, R. L. **Mapeamento móvel no Brasil: Resultados obtidos com a utilização da Unidade Móvel de Mapeamento Digital**. In: Série em Ciências Geodésicas Ed. Curitiba: Imprensa Universitária, v.2, 2002. p. 248-266.

GALLIS, R. B. A. **Integração de imagens vetoriais e matriciais na visualização dos levantamentos realizados com a unidade móvel de mapeamento digital**. 2002. Dissertação 37 (Mestrado em Ciências Cartográficas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2002.

GNSS EMLID REACH RS2. Disponível em: < <https://globalgpssystems.com/emlid-reach-rs2-extension-pole-15cm/> > Acesso em: 05 mar de 2025.

HANKE, K.; EBRAHIM, M. A. **A low cost 3D measurement tool for architectural and archaeological applications**. In: *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 1997, Goteborg. Proceedings, Göteborg, 1997*, p. 113-120.

Holmes, A., SMITHERS, T. **Advances in Digital Processing for Enhanced Cartographic Products: A Review of Recent Techniques and Applications**. In: *Urban Geospatial Data Management 2021. Journal of Urban Technology*, 2021, p. 105-123.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio Brilhante. Cidades e Estados, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms/riobrilhante.html>> Acesso em: 19 mar de 2025.

INSTA PRO 2. Disponível em <https://www.insta360.com/product/insta360-pro2/>. Acesso em: 05 mar de 2025.

Li, Y., CHENG, L., SU, X., WU, Y. **Advances in Mobile Mapping Technology for Urban Applications: A Review and Future Challenges**. *Remote Sensing*, 2020: p. 216.

Li, R., CHAPMAN, M., & TAO, V. C. **Mobile Mapping Systems: An Overview and an Outlook on Their Future Development**. *Photogrammetric Engineering. Remote Sensing*, 2013, p. 197-210.

LILLESAND, T. e KIEFER, R. **Remote sensing and image interpretation**. 4 ed. Estados Unidos: John Wiley & Sons, 2000.

LUHMANN, T. et. al. **Close range photogrammetry – principles, methods and applications**. Dunbeath: Whittles publishing, 2006. 510p. ISBN 1-870325- 50-8.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Unesp. 2008. 476p.

MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo NAVSTAR – GPS: descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

OLIVEIRA, E. B.; BARBOSA, R. L.; GALLIS, R. B. A.; SILVA, J. F. C. **Interseção fotogramétrica em um banco de imagens georreferenciadas**. *Revista Brasileira de Cartografia*. v. 55, n. 1, 2003.

PUENTE, I., JORGE, G.H., SÁNCHEZ, M.J., ARIAS, P. *Review of mobile mapping and surveying technologies*. *Measurement*, v. 46, n. 7, 2013, p. 2127-2145.

SANTOS, J., PEREIRA, L., & SOUZA, M. **Georreferenciamento da iluminação pública: Benefícios energéticos e operacionais**. *Revista Brasileira de Planejamento Urbano*, 2020, p 45-60.

SILVA, F. A. *et al.* *StitchingPHm — a new algorithm for panoramic images*. *Pattern Recognition and Image Analysis*, v. 24, n. 1, p. 41-56, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1134/S1054661814010167>> Acesso em: 10 mar. 2025.

SILVA, J. F. C.; CAMARGO, P. O.; GALLIS, R. B. A.; GUARDIA, M. C.; REISS, M. L. L. & SILVA, R.A. C. **Mapeamento de ruas com um sistema móvel de mapeamento digital**. *Revista Brasileira de Cartografia*.v.53 2001, p:83-92.

SILVA, J. F. C.; CAMARGO, P. O.; GUARDIA, M. C.; REISS, M. L. L.; SILVA, R. A. C.; GALLIS, R. B. A.; OLIVEIRA, R. A. **Mapeamento de ruas com um sistema móvel de mapeamento digital**. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 53, n. 1, 2001.

SILVA, J. F. C.; CAMARGO, P. O.; GALLIS, R. B. A. **Mapeamento Móvel no Brasil: Resultados obtidos com a utilização da unidade móvel de mapeamento digital**. *Anais do Simpósio Brasileiro de Geomática, Presidente Prudente – SP 2002*. p.269-277.

SILVA, F. A. **Georreferenciamento automático de placas de sinalização com imagens obtidas com um sistema móvel de mapeamento**. 2012. Tese (Doutorado em Processamento de Sinais de Instrumentação) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/T.18.2012.tde-31072012-115700>>. Acesso em: 30 jan. 2025.

SILVA, J. F. C.; CRUZ, E. C.; CHAVES, M. D.; NETO, M. C. L.; MELO, E. R.; SHIMABUKURO, M. H. **Aplicações e potencialidades do mapeamento móvel**. 2012. *Anais do III Simpósio Brasileiro de Geomática, Presidente Prudente - SP*, p. 175-180.

SINGH, G.; KOSECKÁ, J. *Acquiring semantics induced topology in urban environments*. In: *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ROBOTICS AND AUTOMATION. Proceedings RiverCentre, Saint Paul, Minnesota, USA*, p. 3509-3514, 2012. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6225282>>. Acesso em: 5 mar. 2025.

SOUZA, N. G. A. **Utilização de Imagens Terrestres e Aérea para a Identificação de Imperfeições no Pavimento Asfáltico**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica) - Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo - MG, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24889>>. Acesso em: 10 fev 2025.

TAO, C. V. *Mobile mapping technology for road network data acquisition*. *Journal of Geospatial Engineering*, v. 2, n. 2, p. 1-14, 2000.

TAO, C. V.; LI, J. (Ed.). *Advances in mobile mapping technology*. CRC Press, 2007.

TOMMASELLI, A. M. G. **Intersecção fotogramétrica**. Presidente Prudente - SP. Relatório Técnico, Contrato: *Fundacte / Hydratec*. 1995.

TOMMASELLI, A. M. G.; SILVA, J. F. C da; HASEGAWA, J. K.; GALO, M.; DAL POZ, A. P. **Fotogrametria: aplicações a curta distância**. In: MENEGUETE Jr, M.; ALVES, N. (Organizadores), FCT 40 anos, Perfil Científico Educacional, Presidente Prudente SP, 1999.

WOLF, P.R.; DEWITT, B.A. *Elements of Fotogrammetry: with Application in GIS*. 3rd edition. USA: McGraw-Hill, 2004.