

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - *CAMPUS* MONTE CARMELO
ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

WANDIR TAVARES CHAVES

**LEVANTAMENTO DAS FACHADAS DOS IMÓVEIS DO BAIRRO BAGAGEM EM
IRAÍ DE MINAS - MG UTILIZANDO CÂMARA PANORÂMICA 360°**

MONTE CARMELO

2024-1

WANDIR TAVARES CHAVES

LEVANTAMENTO DAS FACHADAS DOS IMÓVEIS DO BAIRRO BAGAGEM EM
IRAÍ DE MINAS - MG UTILIZANDO CÂMARA PANORÂMICA 360°

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia, *campus*
Monte Carmelo, como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em Engenharia
de Agrimensura e Cartográfica.

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

MONTE CARMELO

2024-1

WANDIR TAVARES CHAVES

LEVANTAMENTO DAS FACHADAS DOS IMÓVEIS DO BAIRRO BAGAGEM EM
IRAÍ DE MINAS - MG UTILIZANDO CÂMARA PANORÂMICA 360°

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia, *campus*
Monte Carmelo, como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em Engenharia
de Agrimensura e Cartográfica.

Monte Carmelo, 22/04/2024

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis – UFU

Prof. Dr. Ricardo Luís Barbosa – UFU

Prof. Me. Samuel Lacerda de Andrade – UFU

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais, que foram base fundamental para que esta etapa se concretizasse.

AGRADECIMENTOS

Os desafios da vida tornam-se menos intimidantes quando enfrentados com o apoio de entes queridos, portanto gostaria de agradecer:

Em primeiro lugar a minha família, meus pais Sr. Wandir e Sra. Vanilda, através do suor de vocês pude ter essa oportunidade de estudar numa universidade de ponta e amadurecer para um profissional e individuo melhor. As minhas irmãs Iasmim e Adrielle pelos conselhos, paciência e apoio incondicional.

A Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo e seus colaboradores, os anos de graduação foram uma longa jornada onde tive o prazer de conhecer e construir vínculos sólidos com pessoas de diferentes origens e culturas. Participar das atividades extracurriculares me proporcionaram grandes momentos de crescimento pessoal, aprimorando minha capacidade de colaborar, comunicar, resolver conflitos e alcançar objetivos em grupo. Portanto a Associação Atlética Academia Moca, o Centro Acadêmico de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica e a Empresa Junior de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica o meu muito obrigado.

A meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis, que aceitou firmar esta parceria para o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso acontecesse. Toda orientação, paciência, comprometimento e incentivo, além de todos os ensinamentos transmitidos durante as disciplinas cursadas, serei eternamente grato.

Ao Prof. Dr. Ricardo Luís Barbosa, que foi um grande mentor nos semestres finais da graduação, auxiliado no estágio, além de me acompanhar no levantamento em Iraí de Minas e nortear a metodologia apresentada neste trabalho.

A república na qual participei da fundação, vivendo todos esses anos de graduação e a todos os seus membros que por lá passaram, principalmente Thierry e Dyego.

A todos os meus amigos de Paracatu-MG, em especial Abner, Bruno, Carine, Dante e Vitor. Mesmo com a distância física sempre estiveram próximos me dando força e apoio.

Por fim agradeço a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram chegar até aqui, obrigado eu consegui.

RESUMO

O presente artigo apresentado como trabalho de conclusão de curso procura discorrer, utilizando os dados capturados durante o levantamento com SMM dotado de câmara 360°, processando, gerando foto-fachadas georreferenciadas dos imóveis do bairro Bagagem em Iraí de Minas-MG e adicioná-las a uma base cartográfica já existente. Este tipo de levantamento constitui uma ferramenta útil para a gestão, podendo servir para tomadas de decisão, já que é possível visualizar dados das características do imóvel e de seu entorno, além de, servir como levantamento temporal da evolução do bairro. Um Sistema de Mapeamento Móvel (SMM) é uma plataforma móvel. Em geral, um veículo automotor que recebe distintos sensores de mapeamento, navegação, posicionamento, mensuração, e aquisição de imagens que são integrados em um sistema que produz imagens georreferenciadas dos lugares por onde transita. Malhas urbanas são áreas que estão fadadas as constantes intervenções humanas, enfrentando contínuas transformações, desde benfeitorias realizadas pela gestão municipal a obras particulares como construções ou reformas dos imóveis que integram o espaço. Todavia com o crescimento não monitorado, áreas periféricas acabam sofrendo com ocupações irregulares, acarretando em diminuição da arrecadação municipal. Como alternativa para incluir esses aglomerados urbanos informais consolidados no sistema legal de propriedade, apresenta-se a Regularização Fundiária Urbana (Reurb). A regularização abrange tanto aspectos fundiários quanto urbanísticos sociais e ambientais, buscando proporcionar a legalização de assentamentos informais, sincronizando dados topográficos georreferenciados com informações sociais.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Mapeamento Móvel, Regularização Fundiária Urbana, Câmara 360°, Foto-fachadas.

ABSTRACT

The present academic study article presented as conclusion paper seeks to contribute, as a briefing discussion, within a data captures by using a 360-degree Camera Mobile Mapping System – MMS, to process and generate georeferences dataimages of houses in Bagagem, Iraí de Minas/MG, than add them to a cartografic base. This geografic frame of reference consists in a useful tool to management and decision making process, since it brings the possibility to view data prospects around the houses, and also the neighborhood's evolution beyond time. The Mobile Mapping System (MMS) is a mobile platform with a motor vehicle that receives through diferente types of sensors of mapping, navigation, position, measurement, and image aquisition that are integrated into a system that produces georeferences dataimages of the places it passes through. These urban areas are doomed to constant human interventions, facing to continuous transformations from improvements carried out by municipal management til private works such as construction os revonations of the houses that makes part of those Spaces. However, by the unmonitored growth, peripheral urban areas end up suffering from irregular occupations that results in a decrease of municipal tax abatement. As alternative to include these informal urban areas of aglomerations in to a legal property system, the Urban Land Regularization (Reurb) is presented. These Regularization covers both land and urban, social and environmental aspects, seeking to provide the legalization of informal settlements, synchronizing georeferenced topographic data with social information.

KEY-WORDS: Mobile Mapping System, Urban Land Regularization, 360° Camera, Photo-facades.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - GPSVan	13
FIGURA 2 - Unidade Móvel de Mapeamento Digital (UMMD).....	14
FIGURA 3 - Imagem Panorâmica	16
FIGURA 4 - Protótipo Street View	17
FIGURA 5 - New Beetle VW / Dodeca 2360	17
FIGURA 6 - R2	18
FIGURA 7 - Cobertura do Street View	18
FIGURA 8 - Frota do Street View	19
FIGURA 9 - Localização da área de estudo.....	22
FIGURA 10 - KeyMission 360	23
FIGURA 11 - Arranjo esférico de 360° da câmara KeyMission 360	24
FIGURA 12 - Sistema Móvel de Mapeamento	24
FIGURA 13 - Software QGIS, Base Cartográfica.....	25
FIGURA 14 - Software GeoPEC.....	26
FIGURA 15 - Fluxograma da metodologia.....	27
FIGURA 16 - Mapa das Rotas Levantadas e suas Orientações	29
FIGURA 17 - <i>Software VLC media player</i> , vídeo panorâmico 360° ROTA02.....	30
FIGURA 18 - Imagem Panorâmicas 360°	31
FIGURA 19 - <i>Software GIMP</i> , ROTA02-00023D.....	31
FIGURA 20 - <i>Shapefile</i> para obter as coordenadas das Foto Fachadas.....	32
FIGURA 21 - Linhas de comando do <i>ExifTool</i>	33
FIGURA 22 - Arquivo de texto formatado para leitura no <i>ExifTool</i>	33
FIGURA 23 - <i>Plugin Import Photos</i>	34
FIGURA 24 - <i>Software QGIS</i> , com as Foto Fachadas adicionadas	35
FIGURA 25 - <i>Software QGIS</i> , com Foto Fachada selecionada e aberta	35
FIGURA 26 - Foto Fachada <i>Software QGIS</i>	36
FIGURA 27 - Foto Fachada <i>Software QGIS</i>	36
FIGURA 28 - <i>Software QGIS</i> , Imóvel com Obstrução	37
FIGURA 29 - <i>Software QGIS</i> , Imóvel de Esquina	38
FIGURA 30 - <i>Software QGIS</i> , foto lateral de Imóvel com Obstrução.....	38
FIGURA 31 - <i>Software QGIS</i> , foto lateral de Imóvel com Obstrução.....	39

FIGURA 32 - Software QGIS, imóvel de esquina na perspectiva da Rota 02.....	39
FIGURA 33 - Software QGIS, imóvel de esquina na perspectiva da Rota 12.....	40
FIGURA 34 - Software QGIS, Foto Fachada com maior grau de sombra	41
FIGURA 35 - Software QGIS, Foto Fachada com menor grau de sombra	41
FIGURA 36 - Foto Fachada com numeração identificada.....	42
FIGURA 37 - Foto Fachada com numeração não identificada	43
FIGURA 38 - Foto Fachada sem numeração	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação quanto a visibilidade dos números dos imóveis.....	42
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GPS	Global Positioning System
SMM	Sistema Móvel de Mapeamento
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
Reurb	Regularização Fundiária Urbana
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
EUA	Estados Unidos da América
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UMMD	Unidade Móvel de Mapeamento Digital
VW	Volkswagen
LaMMov	Laboratório de Mapeamento Móvel
JPG	Joint Photographics Experts Group
CGIS	Canadian Geographic Information System
OSGeo	Open Source Geospatial Foundation
LAAm	Laboratório de Análise Ambiental
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
Reurb-S	Regularização Fundiária Urbana de Interesse Social
Reurb-E	Regularização Fundiária Urbana de Interesse Específico
GHz	Gigahertz
GB	Gigabyte
VLC	VideoLAN Client
GIMP	GNU Image Manipulation Program

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
3 JUSTIFICATIVA	11
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
4.1 Fotogrametria	12
4.2 Sistema Móvel de Mapeamento	13
4.2.1 Aplicações do Sistema Móvel de Mapeamento	15
4.2.1.1 <i>Google Street View</i>	16
4.3 Sistemas de Informações Geográficas	19
4.3.1 QGIS.....	20
4.4 Regularização Fundiária Urbana.....	20
5 MATERIAL E MÉTODOS	21
5.1 Área de Estudo	21
5.2 Equipamentos Utilizados	23
5.2.1 Câmara 360ª Esférica.....	23
5.2.2 Hardware	24
5.2.3 Softwares.....	24
5.2.4 Base Cartográfica	25
5.3 Metodologia	26
5.3.1 Levantamento dos dados.....	27
5.3.2 Processamento dos dados.....	30
6 RESULTADOS	34
7 CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

Desde o dia em que o primeiro indivíduo sentiu a necessidade de desenhar o ambiente ao seu redor, mapeando para se localizar no espaço, até os dias atuais, foram desenvolvidas e aperfeiçoadas diversas metodologias, tanto quanto, equipamentos que são necessários para realizar um mapeamento.

A Cartografia, enquanto ciência voltada para o mapeamento do mundo e de seus fenômenos, contempla essa evolução, afinal os métodos de levantamento dos dados em campo, processamento, até a geração e disponibilização dos produtos finais, tornaram-se processos otimizados mediante as tecnologias disponíveis da época. Atualmente, em plena era digital, com o surgimento do computador, da internet e de novas tecnologias como o Sistema de Posicionamento Global (GPS), revolucionaram a cartografia. (CARVALHO; NUNES; ANTUNES, 2013).

Os usos das geotecnologias, como instrumento para o planejamento territorial, possibilitam a aquisição, manipulação, armazenamento, análise e recuperação de informações geoespaciais importantes. Essas informações servem como material auxiliar e de orientação, tornando as tomadas de decisões mais precisas, desempenhando um importante papel na compreensão e gerenciamento do espaço. Além disso, permitem comparações das séries temporais, se existentes, que são ferramentas para análises da evolução espacial.

Contudo, é necessário que exista uma base de dados atualizada. Para solucionar essa problemática, métodos de levantamentos confiáveis e rápidos foram desenvolvidos. Um deles é o mapeamento móvel, que surge como uma alternativa rápida e eficaz na realização da coleta de dados espaciais.

Os Sistemas Móveis de Mapeamento (SMM), de modo geral são compostos por uma plataforma móvel, embarcada de sensores de imageamento e posicionamento, que permitem o levantamento fotogramétrico, gerando produtos acurados através do processamento de visão computacional, com rapidez, eficiência e economia de recursos. (SILVA, 2012).

Segundo Gallis et al. (2018), os SMM, vem se destacando sobretudo devido a eficiência e economia. As sequências de imagens coletadas de maneira contínua à medida que a plataforma móvel vai se deslocando, percorrendo seu trajeto, após processamento, geram imagens georreferenciadas, possibilitando análises e medições de pontos ou simples observação dos atributos presentes.

Para trabalhar com os dados resultantes do levantamento utilizando SMM, *softwares* específicos não necessários, uma dessas ferramentas, são os Sistemas de Informações

Geográficas (SIG). Nessa linha temos o QGIS, um SIG de código aberto, que permite a visualização, análise e edição de dados geoespaciais. É um *software* robusto e flexível que oferece uma ampla gama de recursos para profissionais que trabalham com dados geográficos, sua interface intuitiva e minimalista, o torna acessível a uma variedade de usuários, desde iniciantes até especialistas em SIG. O QGIS suporta uma variedade de formatos de dados, incluindo *shapefiles*, *rasters*, *geodatabases* e serviços web, permitindo que os usuários importem, visualizem e manipulem informações geográficas de diferentes fontes. (LOBO et al., 2012 apud BRUNO, 2017, p. 322).

A associação entre SMM e o QGIS emerge como uma ferramenta valiosa para profissionais atuantes em diversas áreas, como monitoramento ambiental e planejamento urbano. São cenários nos quais a integração de dados visuais com geoespaciais, agregam as tomadas de decisões, que estão fundamentadas em informações precisas.

Um dos cenários, que está integração pode ser aplicado, a Regularização Fundiária Urbana (Reurb), é um instrumento legal brasileiro, previstos da Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017, que visa regularizar áreas urbanas ocupadas de maneira irregular. A regularização abrange tanto aspectos fundiários quanto urbanísticos sociais e ambientais, buscando proporcionar a legalização de assentamentos informais (Brasil, 2017).

Para efetivamente implementar a Reurb, é obrigatório possuir uma base cartográfica atualizada, que contemple as características dos imóveis envolvidos. A coleta precisa e abrangente de informações, como limites das propriedades, infraestrutura existente e condições habitacionais, é fundamental para embasar o processo de regularização. A integração desses dados recém-coletados com as informações disponíveis nos registros do Poder Público Municipal é essencial.

Após a conclusão do processo do Reurb, a Base Cartográfica elaborada se torna um pilar para a atualização dos valores do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), visto que, a base do cálculo resulta do somatório do valor do terreno adicionado ao valor atribuído à edificação (AFONSO; ARAÚJO; NÓBREGA, 2013).

A Reurb, portanto, contribui para a eficiência da gestão municipal ao promover a sincronização entre dados topográficos georreferenciados com informações sociais levantadas pela Prefeitura Municipal. Como destaca Costa (2022) essa eficiência é viabilizada pela flexibilização de normas jurídicas, urbanísticas e ambientais, que possibilitam a inclusão de aglomerados urbanos informais consolidados no sistema legal de propriedade.

Neste trabalho utilizou-se um Sistema Móvel de Mapeamento, dotado de câmara panorâmica 360°, com a finalidade de levantar o bairro Bagagem do Município de Iraí de Minas

– MG, extraindo fotos georeferenciadas, geradas das fachadas dos imóveis, que foram adicionadas a uma Base Cartográfica já existente, desenvolvida no QGIS, pelo curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da UFU, do *Campus* de Monte Carmelo. Corroborando futuramente com o Reurb do referido bairro.

Este trabalho apresenta os resultados do levantamento fotogramétrico, destacando a importância da integração de dados visuais na gestão urbana e os desafios encontrados durante o processo. Espera-se que este estudo contribua para o avanço das técnicas de mapeamento urbano e para a melhoria da qualidade de vida das comunidades urbanas.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi efetuar um levantamento fotogramétrico, utilizando um Sistema de Mapeamento Móvel, dotado de câmara panorâmica 360°, de onde foram extraídas fotos das fachadas dos imóveis, sendo georreferenciadas e depois carregadas em uma base cartográfica já existente, desenvolvida no SIG de código aberto, QGIS, durante projeto em parceria Universidade Federal de Uberlândia e Prefeitura Municipal de Iraí de Minas - MG. Permitindo que o usuário possa visualizar as informações atualizadas referentes às condições e tipo de construção, se existente, dos imóveis.

O objetivo específico foi:

- Realizar levantamento fotogramétrico terrestre;
- Processar os vídeos obtidos, extraindo imagens panorâmicas e as editando para melhor ressaltar as fachadas imóveis;
- Georreferenciar as fotos fachadas;
- Integrar dados visuais, com a Base Cartográfica.

3 JUSTIFICATIVA

A integração de dados visuais provenientes do levantamento fotogramétrico, desempenha um papel crucial na gestão urbana, especialmente em projetos como a Regularização Fundiária Urbana (Reurb). A captura de imagens das fachadas dos imóveis não apenas enriquece a base cartográfica, mas também fornece uma representação visual precisa do ambiente urbano, além de comprovar aos gestores públicos as informações referentes as tipologias construtivas, dos imóveis.

Esses dados visuais tornam-se ferramentas valiosas para a gestão municipal ao possibilitar uma compreensão detalhada das condições habitacionais, infraestrutura existente e limites das propriedades. A riqueza de atributos visuais resultantes do levantamento, quando integrados a uma base cartográfica, permite uma análise abrangente dos imóveis e seu entorno. Além de proporcionar uma visão clara das transformações urbanas ao longo do tempo, já que são áreas sujeitas as continuas intervenções humanas.

A disponibilização dessas informações em um Sistema de Informações Geográficas de código aberto, como o QGIS, viabiliza gestões dos pequenos municípios interagirem com as geotecnologias. A capacidade de extrair informações atualizadas e específicas referentes aos imóveis, como a presença ou falta de infraestrutura adequada e o tipo de construção existente, permite que os gestores identifiquem e atuem primeiro nas áreas precárias, contribuindo para as tomadas e decisões. Dessa forma, os dados visuais tornam-se uma ferramenta indispensável para a eficiente gestão do espaço urbano, promovendo a inclusão de núcleos urbanos informais no sistema legal de propriedade e, conseqüentemente, aprimorando a qualidade de vida da comunidade.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Fotogrametria

Segundo Temba (2000 apud *American Society of Photogrammetry*, 1966), a fotogrametria tem aplicações nas explorações do espaço, sendo a arte, ciência e tecnologia para adquirir informações confiáveis a respeito de objetos e do ambiente, utilizando registros instantâneos, medições e interpretações das imagens fotográficas.

Relatos apontam Albrecht Meydenbauer, arquiteto alemão do século XIX, como a personalidade pioneira que introduziu em 1867 a Fotogrametria no âmbito literal. O arquiteto desenvolveu um equipamento e realizou testes em Freyburg, município alemão, capturando imagens métricas da igreja da cidade e de um setor do terreno, nos quais foi capaz de fornecer evidências de que a fotogrametria é adequada para levantamentos arquitetônicos e também para trabalhos topográficos (ALBERTZ, 2002).

A palavra “Fotogrametria” é derivada de três palavras de origem grega: “Photos” (Luz), “Gramma” (Descrição) e “Metron” (Medida), sendo uma técnica que permite extrair das fotografias, as formas as dimensões e as posições dos objetos (GROETELAARS, 2004).

Podendo ser dividida em duas grandes áreas, fotogrametria métrica e fotogrametria interpretativa. A fotogrametria interpretativa busca reconhecer e identificar objetos, analisando fotografias de forma sistemática, determinando sua importância. A fotogrametria métrica envolve medições em fotos determinando o posicionamento relativo de pontos, permitindo definir diversos atributos como, distâncias, ângulos, áreas, dentre outros. Acrescenta-se que, possibilita criar cartas planialtimétricas, ortofotos e outros produtos a partir das fotografias (TEMBA, 2000).

4.2 Sistema Móvel de Mapeamento

Os Sistemas Móveis de Mapeamento caracterizam uma estrutura metodológica de levantamento de dados em campo que engloba sensores de posicionamento, navegação e imageamento, quando embarcados em uma plataforma móvel, possibilitam o mapeamento pormenorizado do mundo real (GALLIS et al., 2018). Esta tecnologia datada dos anos 90, surgiu no *Center for Mapping at Ohio State University*, localizada na capital Columbus, estado de Ohio, nos Estados Unidos da América (EUA), apresentada por BOSSLER & GOAD (1991). Na ocasião foi desenvolvida um dos primeiros SMM utilizado para a coleta de dados de mapas digitais, denominada de GPSVan (FIGURA 1), utilizando uma van (Chevrolet), o sistema consistia em dois receptores GPS que forneciam a localização, um mecanismo para contagem de movimento, compreendido por dois giroscópios e um hodômetro nas rodas dianteiras, além de um suporte em seu teto, contendo duas câmeras encarregadas da obtenção de imagens e duas câmeras responsáveis pela captação de vídeo, com a finalidade de mapeamento rodoviário.

FIGURA 1 - GPSVan



Fonte: BOSSLER & GOAD (1991).

No Brasil, o estudo inicial para a elaboração do primeiro modelo de um sistema móvel de mapeamento surge em 2001, no Departamento de Cartografia, da Faculdade de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual Paulista (UNESP). O projeto realizado por discentes e docentes propôs realizar um mapeamento topográfico de ruas, e foi compreendido em dois seguimentos: móvel e fixo (SILVA et al., 2001).

Ainda segundo o autor, o segmento móvel nomeado de Unidade Móvel de Mapeamento Digital (UMMD) (FIGURA 2), em seu protótipo, formado por uma plataforma móvel, sendo ela, um veículo automotor do tipo van (Kombi VW), acoplada em seu teto uma estrutura de suporte base para duas vídeo câmeras digitais (Sony DSR200A), dois receptores GPS (Ashtech Reliance e Garmin 12 XL), um notebook (Fujitsu Pentium 266MHz), e um sistema de sincronização.

FIGURA 2 - Unidade Móvel de Mapeamento Digital (UMMD)



Fonte: SILVA et al. (2001).

O segmento fixo contemplou todas as atividades de escritório, denominado de Laboratório de Mapeamento Móvel (LaMMov), era formado basicamente por computadores e *softwares*, os quais desempenharam a função de armazenar, processar e visualizar os dados coletados em campo pela UMMD. O produto originou um mapa digital topográfico além de um banco de dados de imagens georreferenciadas ao nível da rua. (SILVA et al., 2001).

Segundo TAGLIORETTI e MANZINO (2014 apud FERNANDES, 2021), o desenvolvimento de um SMM possui diversas configurações de sensores, entretanto o desempenho do sensor está inteiramente associado à sua estabilidade geométrica e com o custo do mesmo. Esse moderno modelo para execução de um levantamento de dados, mostrou-se rápido e eficaz, visto que o veículo é capaz de locomover-se na velocidade média em torno de 30km/h - 80km/h, possibilitando coletar um grande volume de dados num curto período de

tempo, todavia é recomendado que o veículo trafegue em baixa velocidade, pois, quando se eleva a velocidade, há a perda de precisão no resultado final (SILVA; CAMARGO; GALLIS, 2003).

A integração dessas diversas ferramentas possibilita o georreferenciamento direto das imagens, resultando o descarte do uso de pontos de apoio no terreno, por consequência, uma significativa diminuição no tempo e nos custos operacionais. Apesar de que, sempre é necessário algum controle de campo para a realização do controle de qualidade (TEIXEIRA JUNIOR, 2010).

4.2.1 Aplicações do Sistema Móvel de Mapeamento

Existem diversas maneiras de empregar o Sistema Móvel de Mapeamento, o requisito base é que disponha de espaço para o deslocamento da plataforma móvel, conseqüentemente alguns dos primeiros trabalhos datados na literatura contemplam o mapeamento de rodovias e ruas (BOSSLER; GOAD, 1991, SILVA et al. 2001). Mapear o setor de transportes, rodoviário, ferroviário e hidroviário, que é de extrema importância para o escoamento da produção e o deslocamento de pessoas, permite gerar mapas topográficos e bases para inventários cadastrais com diversas finalidades (MACHADO; CAMBOIM, 2019). Proporcionando maior conhecimento do espaço, logo tomadas de decisões dotadas de informação, para diversos aspectos do planejamento urbano.

O SMM permite visualizar, identificar, verificar e cadastrar todo e qualquer dado que exista nas imagens, sendo aplicado na gestão dos Equipamentos e da Infraestrutura Urbana, como postes, radares, bueiros, drenagens, logradouros, calçadas, pontos de ônibus, hospitais, postos de saúde e escolas, como na gestão Imobiliária e Cadastral dispendo da identificação e caracterização dos imóveis, até o Monitoramento Ambiental de árvores, praças, canteiros e parques, são diversas possibilidades de aplicações para a técnica de levantamento utilizando Sistema Móvel de Mapeamento (TOMMASELLI et al., 1999).

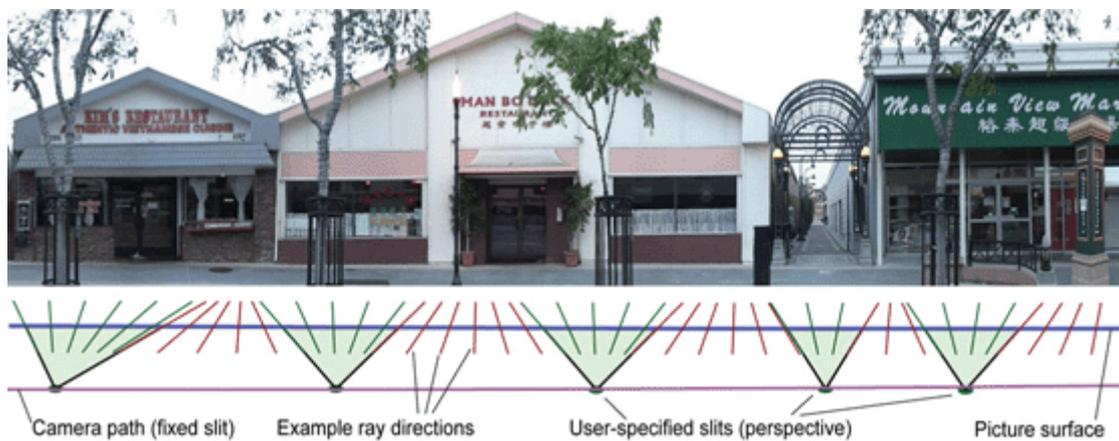
Para Santos e Sobral (2007), utilizar o SMM na coleta dos dados e depois automatizar os processos de localização, identificação e geoposicionamento dos objetos de interesse, propicia reduzir a duração, taxa de erro e custos do processo. Em Barbosa et al. (2018), é constatado que o tempo gasto para executar o trabalho de levantamento e georreferenciamento das árvores de toda mancha urbana do município de Monte Carmelo, Minas Gerais, é relativamente baixo quando comparado a outros métodos de levantamento, visto que, o trabalho

foi executado em 100 horas (84 horas de processamento e 16 de trabalho de campo), com média aproximada de 73 árvores por hora.

4.2.1.1 Google Street View

A ideia do *Street View*, atualmente popularizado, surgiu em 2001 na parceria Google com a Universidade de Stanford, no financiamento do projeto denominado *The Stanford CityBlock Project*. Na ocasião, o desafio apresentado pelo cofundador da gigante tecnológica Larry Page, propôs que o grupo de estudantes resumisse em algumas imagens um vídeo-tape gravado por Page enquanto dirigia pela *Bay Area* (Área da Baía de São Francisco). A solução proposta pelo grupo foi denominada Panoramas com Múltiplas Perspectivas (FIGURA 3), e originou o projeto de pesquisa patrocinado pelo Google para desenvolver a ideia. Finalizado em 2006, a tecnologia desenvolvida no projeto foi incorporada ao *Street View*. (STANFORD UNIVERSITY, 2004)

FIGURA 3 - Imagem Panorâmica



Fonte: Stanford University (2004).

Na fase de prototipagem do *Street View*, no período de 2006 a 2007, foi desenvolvido um sistema utilizando uma van Chevrolet (FIGURA 4), embarcada com scanners a laser frontais e laterais, duas câmeras de vídeo de alta velocidade, oito câmeras de alta resolução e computadores para armazenagem dos dados.

FIGURA 4 - Protótipo Street View



Fonte: Trek View (2006).

Ainda em 2006 uma parceria com a empresa *Immersive Media*, especialista em vídeos 360°, viabilizou ao Google o projeto *GeoImmersive City Collect* (Coletânea da Cidade GeoImersiva). O projeto consistia em trafegar por algumas ruas das principais cidades dos Estados Unidos e do Canadá, com veículos New Beetle VW, dotados de câmeras de vídeos 360° *Dodeca 2360* (FIGURA 5), equipamento que grava vídeo e geodados simultaneamente, ao final imagens em formato JPG eram extraídas dos frames dos vídeos gerados pelas câmeras da *Inerssive Media*. Entretanto, em seguida o Google optou por seguir desenvolvendo sua própria tecnologia para captura das imagens, lançando sua frota de veículos adaptados para realizar o mapeamento móvel. Intitulada de R2 (FIGURA 6), era formada por um anel horizontal de oito câmeras de 11 megapixels de lentes fotográficas comerciais de grande angular.

FIGURA 5 - New Beetle VW / Dodeca 2360



Fonte: Adaptado TREK VIEW (2006).

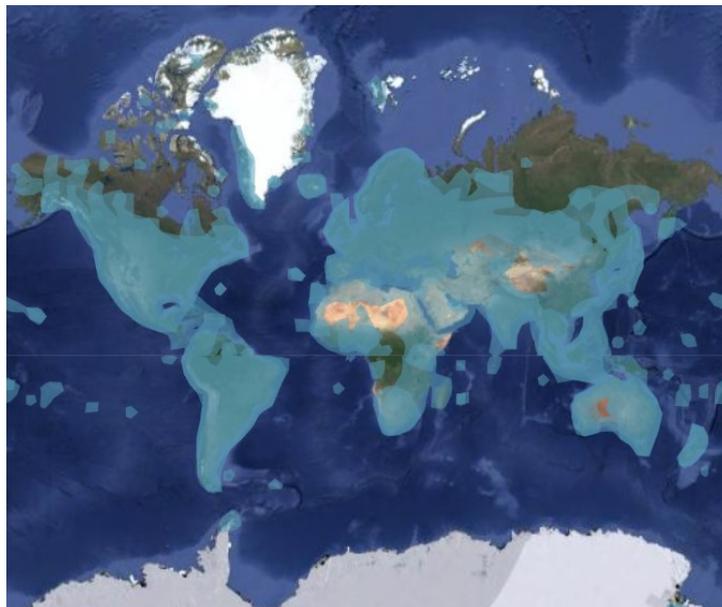
FIGURA 6 - R2



Fonte: Trek View (2007).

Oficialmente lançado em 25 de maio de 2007, o Google *Street View* apresentava imagens de cinco metrópoles dos Estados Unidos, logo expandido para outras cidades e o Canadá. No Brasil a parceria com a montadora Fiat em 2009 proporcionou a entrada do *Street View* no país, mapeando mais de 150 mil quilômetros de vias, sendo disponibilizadas a partir de 2010. Atualmente a ferramenta do Google alcançou os três dígitos, chegando a 102 países e territórios (FIGURA 7), capturando mais de 220 bilhões de imagens e mais de 16 milhões de quilômetros percorridos, com os mais diversos tipos de plataformas e sistemas utilizados (FIGURA 8) (GOOGLE STREET VIEW, 2023).

FIGURA 7 - Cobertura do Street View



Fonte: Google Street View (2023).

FIGURA 8 - Frota do Street View



Fonte: Adaptado Google Street View (2023).

4.3 Sistemas de Informações Geográficas

Com a instauração e evolução dos computadores, foram diversos os avanços nas áreas das ciências, o processamento de cálculos matemáticos via computadores desencadeou inúmeras possibilidades de pesquisa na manipulação de grandes volumes de dados, especialmente de dados geoespaciais (BOLFE et al., 2011). O Governo Canadense foi pioneiro nessa empreitada, surgindo na década de 60, o projeto para a concepção do primeiro SIG fazia parte de um programa governamental para criação de um inventário de recursos naturais. O CGIS (*Canadian Geographic Information System*) foi considerado historicamente o primeiro SIG desenvolvido. A constante evolução dos SIG, ocorreu devido as diversas pesquisas paralelas na área e do desenvolvimento dos novos hardwares mais acessíveis. Sendo assim, na década de 70, o termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) foi difundido e logo apareceram os primeiros sistemas comerciais.

Um SIG é um sistema de apoio a tomadas de decisões com ferramentas de processamento e modelagem gráfica que envolve a integração de alguns elementos, tais como, dados visuais e alfanuméricos, *hardware*, *software*, além dos procedimentos e metodologias adotadas, permitindo o armazenamento, a visualização e a manipulação de informações georreferenciadas. Segundo Zaidan (2017, p.25), uma definição apropriada aos dias atuais seria de:

“...uma estrutura formada por pessoas, empresas ou instituições, somadas a técnicas e métodos que se operacionalizam através de rotinas e ferramentas programadas em softwares diversos, que ganham funcionalidade através de equipamentos e hardwares diferentes, no intuito de coletar ou gerar dados, principalmente georreferenciados, armazenar, editar, processar esses dados; a fim de gerar novos dados e ou informações a serem disponibilizados através desse grande sistema constituído.”

4.3.1 QGIS

Segundo Tomazoni e Guimarães (2022), o Quantum GIS, hoje apenas QGIS, desenvolvido pela *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo), é uma poderosa ferramenta de Sistema de Informação Geográfica que opera em diversas plataformas, incluindo Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android. Apresentando uma interface amigável e integração com outras ferramentas SIG de código aberto, como SAGA GIS e GRASS GIS, trouxeram reconhecimento. O QGIS oferece suporte a uma ampla gama de formatos de arquivos vetoriais, *rasters*, de banco de dados e outras funcionalidades, além de oferecer também ótimas opções de personalização, permitindo ajustes como idiomas e plug-ins, tornando-o uma escolha popular entre os profissionais de geotecnologia (Bruno, 2017). Características que o tornam altamente versátil e adaptável às necessidades de diversos usuários. O QGIS é atualmente traduzido para 107 línguas (TRANSIFEX, 2024).

No Brasil, a comunidade QGISBrasil, criada oficialmente em 2010, tem como objetivo principal promover o uso do QGIS no Brasil e democratizar o acesso às geotecnologias livres. Em parceria com o Laboratório de Análise Ambiental (LAAM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), foi desenvolvido o projeto “Adequação do Aplicativo Computacional QGIS, um Sistema de Informações Geográficas para o Público Brasileiro”, iniciado em 2011 e concluído em 2014, visando manter o QGIS acessível a todos no país. Em 2016, o projeto foi retomado pelo Departamento de Geociências da UFSC, permanecendo em desenvolvimento com a participação ativa da Comunidade (HOFFMANN et al., 2018).

4.4 Regularização Fundiária Urbana

Promulgada em 11 de julho de 2017, a LEI FEDERAL Nº 13.465, em seu Título II, dispõe Da Regularização Fundiária Urbana, abrangendo tanto aspectos fundiários quanto urbanísticos sociais e ambientais. Caracteriza normas gerais e procedimentos aplicáveis à Reurb (BRASIL, 2017). Ainda segundo a lei, são apresentadas duas modalidades, a Reurb de Interesse Social (Reurb-S) e Reurb de Interesse Específico (Reurb-E). O projeto de regularização fundiária, devem conter alguns requisitos mínimos, como levantamento planialtimétrico e cadastral georreferenciado, demonstrando construções, sistema viário, áreas públicas e os demais elementos característicos do núcleo a ser regularizado.

Segundo Nascimento (2008), a Reurb-S trata-se de uma ferramenta interdisciplinar, que possibilita a garantia do direito à posse pelos ocupantes, atribuindo-lhes o título de proprietários,

além de incluir os imóveis em cadastros oficiais do município. Portanto, é um instrumento que promove melhora nas condições de habitação e ocupação do solo, através da infraestrutura adequada ao assentamento urbano como esgoto, água encanada e pavimentação.

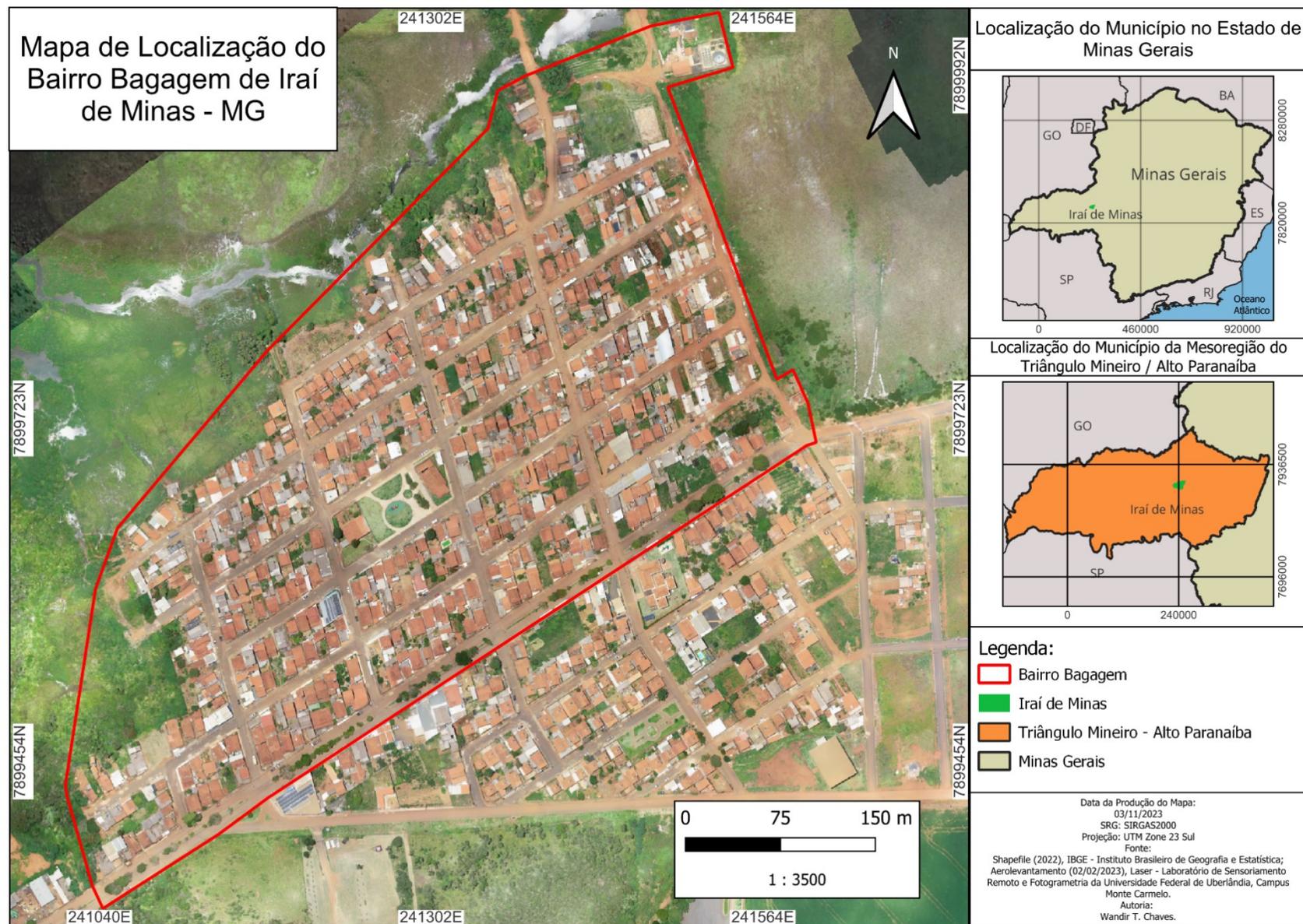
5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada no município de Iraí de Minas, pertencente a mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba do estado de Minas Gerais e compreende ao bairro Bagagem (FIGURA 9).

Um bairro periférico ao nordeste do centro, possuindo cerca de 5 quilômetros lineares de vias, com aproximadamente 550 lotes e carente de regularização fundiária. Diante a parceria da Prefeitura Municipal de Iraí de Minas com o Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus Monte Carmelo*, gerou uma Base Cartográfica para o mesmo.

FIGURA 9 - Localização da área de estudo



Fonte: Autor (2024).

5.2 Equipamentos Utilizados

Para a elaboração do trabalho, o uso de material e *softwares* específicos foram imprescindíveis para a completude de todas as etapas, sendo elas de planejamento, levantamento e processamento.

5.2.1 Câmara 360ª Esférica

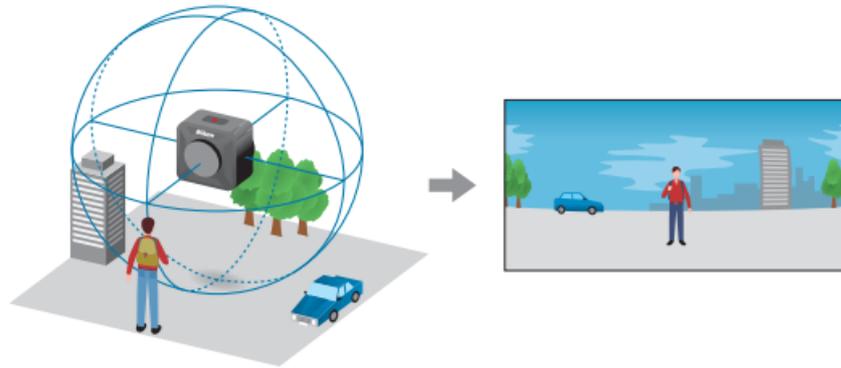
A câmara utilizada para realizar o levantamento dos dados em campo, foi a KeyMission 360 (FIGURA 10), desenvolvida pela Nikon. Possui arranjo esférico de 360° (FIGURA 11) com apenas dois sensores de imagem. Uma câmara digital compacta de 23,9 milhões de pixels efetivos, mas que podem diminuir devido o processamento, com um sensor CMOS de 1/2,3 polegadas. Sua Objetiva é NIKKOR X2, com distância focal de 1,6 mm. Armazena os dados coletados em cartões de memória microSD, microSDHC e microSDXC, no formato JPEG para imagens fixas e MP4 para filmagens. Sua fonte de alimentação é uma bateria de íões de lítio recarregável. Como não possui um visor com interface é necessário realizar o emparelhamento do dispositivo com um *smartphone* via *software* próprio, o *SnapBridge*, para assim controlar as configurações e funções da câmara (NIKON, 2024). Quando acoplada a um automóvel, constituiu o Sistema de Mapeamento Móvel, que ficou representado pelo esquema da FIGURA 12.

FIGURA 10 - KeyMission 360



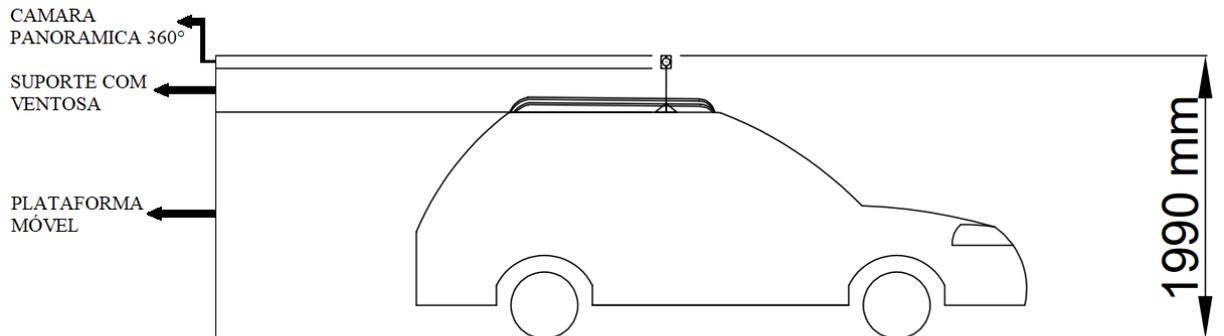
Fonte: Adaptado NIKON (2024).

FIGURA 11 - Arranjo esférico de 360° da câmara KeyMission 360



Fonte: NIKON (2024).

FIGURA 12 - Sistema Móvel de Mapeamento



Fonte: Autor (2024).

5.2.2 Hardware

Os *hardwares* utilizados, um *smartphone*, além de um microcomputador com processador de dois núcleos e quatro threads, Intel G4560 de 3,50 GHz (Gigahertz), memória ram de 16 GB (Gigabyte) *dual-channel*. Componentes que influenciam diretamente no tempo de processamento das imagens.

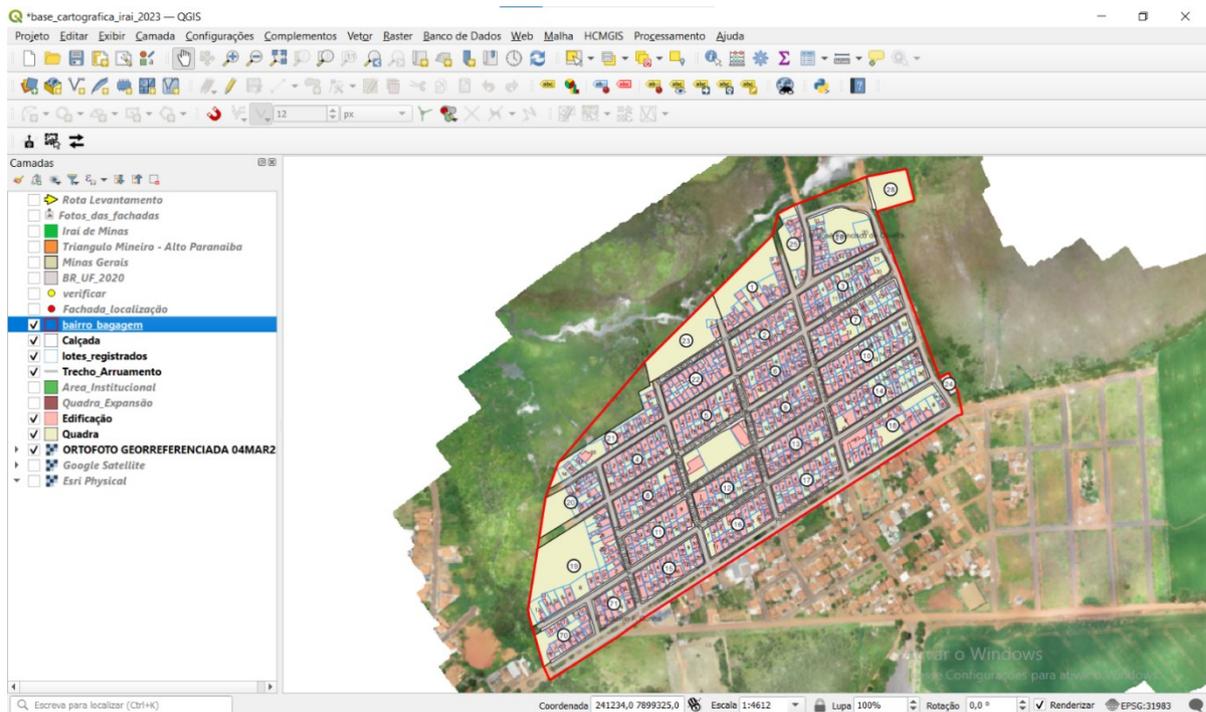
5.2.3 Softwares

Utilizou-se os *softwares* *SnapBridge*, *VLC media player*, *GIMP*, *ExifToll*, *QGIS* e *Import Photos* para adquirir, editar, armazenar as imagens e as coordenadas da localização geográfica das mesmas, além de integra-las a Base Cartográfica já existente.

5.2.4 Base Cartográfica

Uma Base Cartográfica (FIGURA 13) manipulada para obter de cada imóvel suas coordenadas, editando os metadados das Fotos Fachadas com as mesmas, as georreferenciando. Tornando assim, possível adiciona-las via *Plugin* na própria base cartográfica.

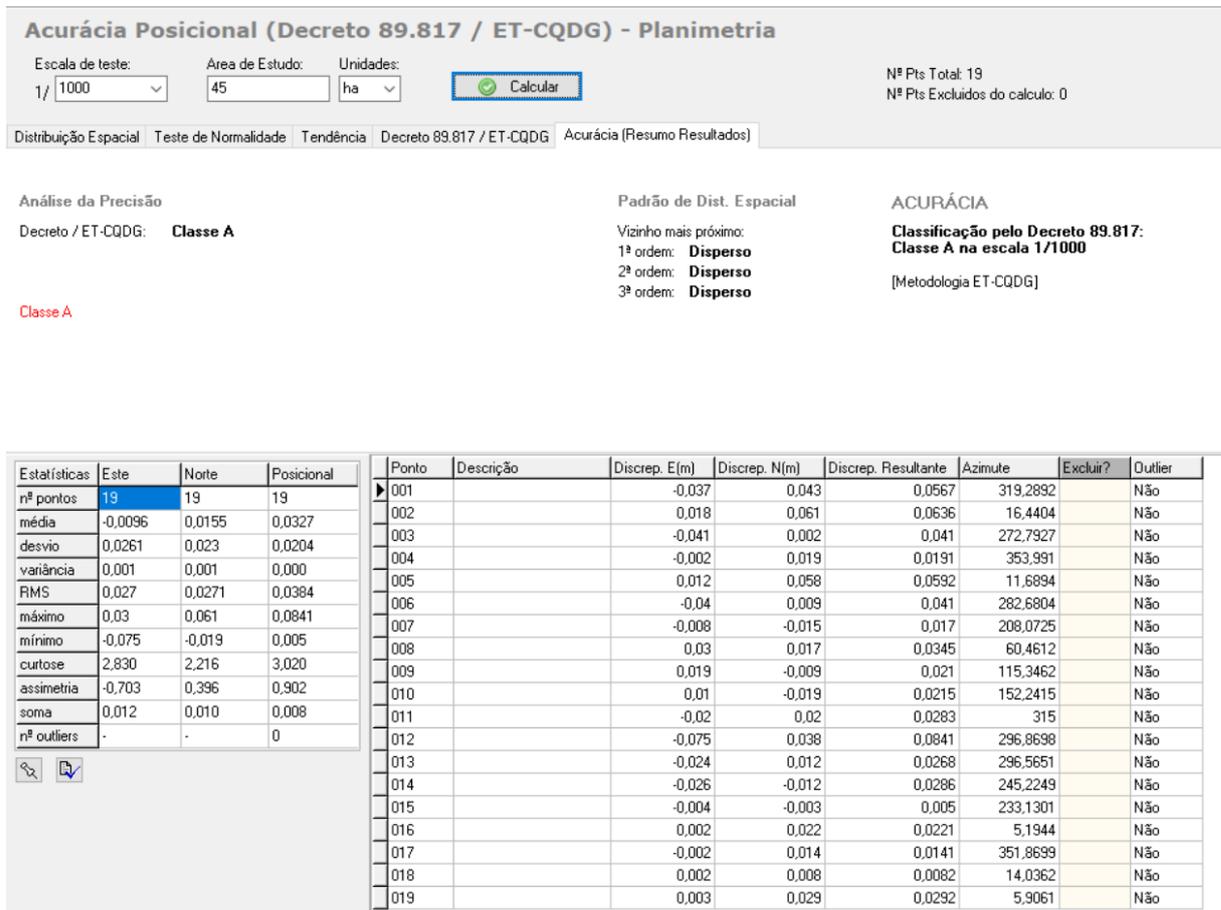
FIGURA 13 - Software QGIS, Base Cartográfica.



Fonte: Autor (2024).

A base cartográfica contava com uma ortofoto do bairro Bagagem, que passou por um controle de qualidade. A ortofoto foi devidamente examinada, sendo classificada como A ao se calcular o PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) utilizando o software GeoPEC (FIGURA 14).

FIGURA 14 - Software GeoPEC

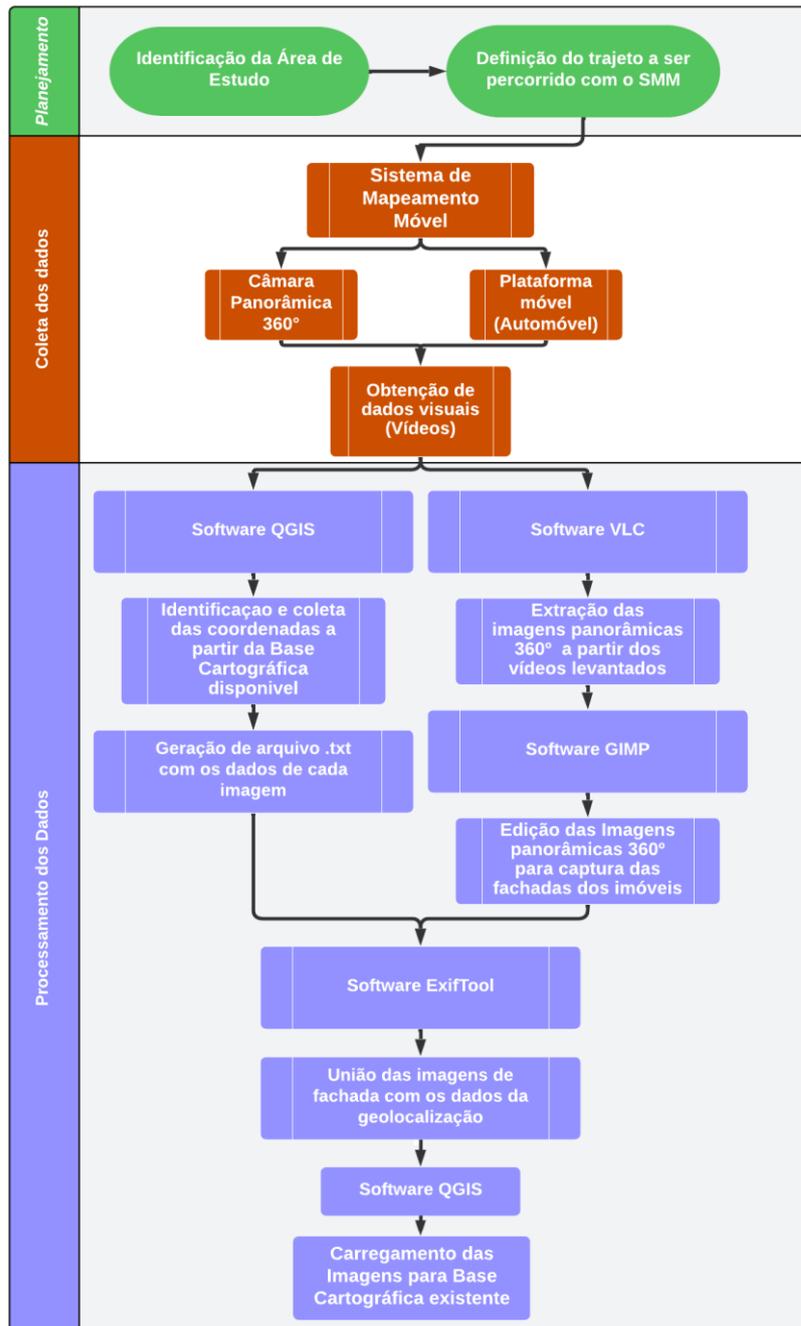


Fonte: Autor (2024).

5.3 Metodologia

A metodologia empregada neste trabalho está representada no fluxograma (FIGURA 15), formado por três etapas. As etapas compreendem o planejamento, coleta dos dados e o processamento dos dados.

FIGURA 15 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Autor (2024).

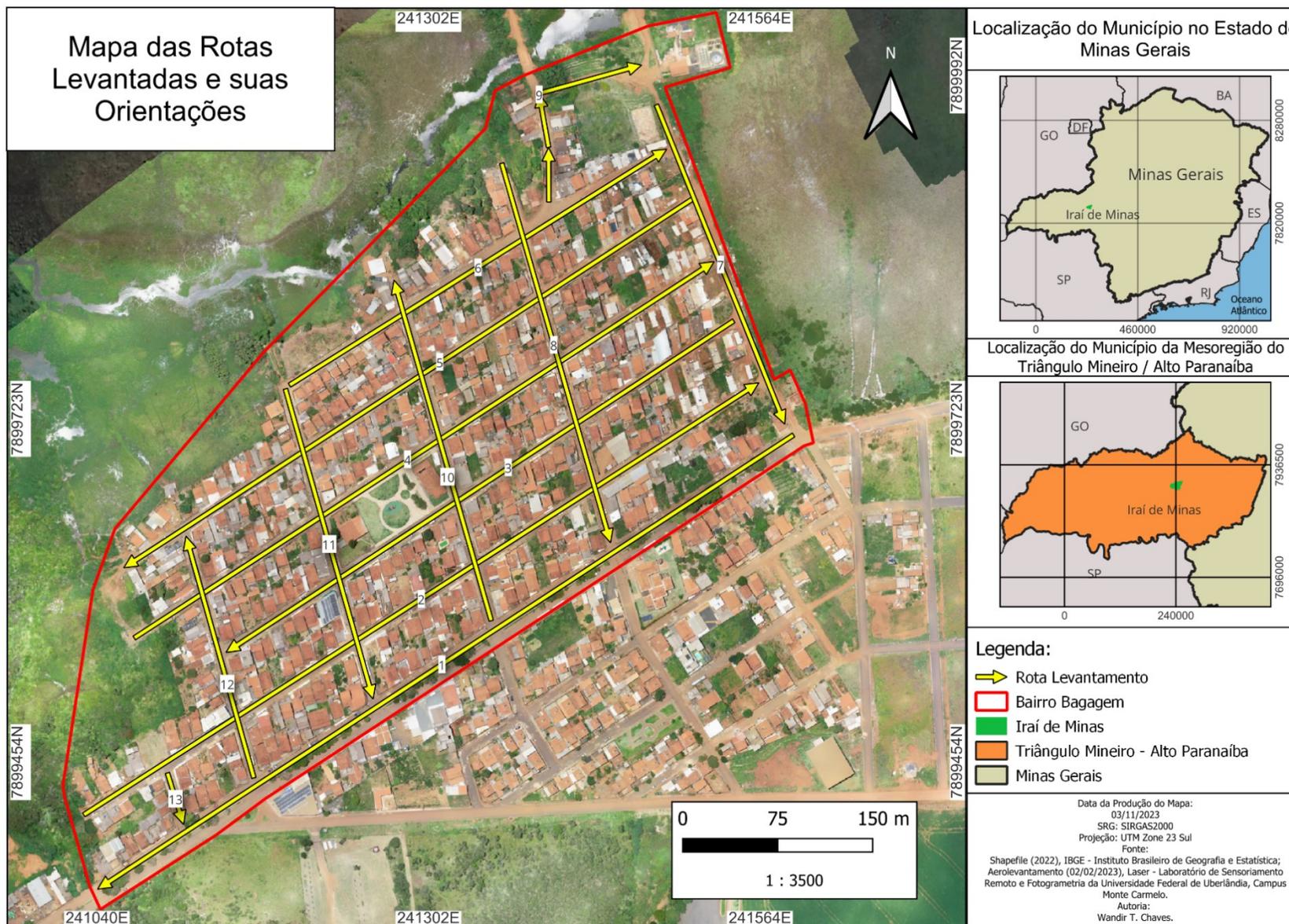
5.3.1 Levantamento dos dados

Para a execução do levantamento em campo com SMM, foi utilizado o sistema de câmaras KeyMission 360, acoplada em um veículo automotor, com o intuito de coletar vídeos panorâmicos 360° ao nível da rua. Alimentada por uma bateria de íões de lítio, necessitou de um total de 3 baterias para aproximadamente 1 hora de levantamento, um tempo médio de 20

minutos por bateria. Devido ao calor o sistema estava superaquecendo, fator que influenciou no desempenho das baterias. Um *smartphone* emparelhado com a câmara através do *software SnapBridge*, controlou o início e o fim das gravações durante os percursos do levantamento. As filmagens foram salvas no cartão microSD que estava inserido na câmara.

Um planejamento prévio foi realizado para determinar o trajeto a ser percorrido para melhor recobrimento fotogramétrico. Após o fim da coleta dos dados, os arquivos gerados em formato MP4 foram descarregados do microSD em um microcomputador para prosseguir com o trabalho em escritório. As rotas percorridas ficaram dispostas da seguinte maneira (FIGURA 16).

FIGURA 16 - Mapa das Rotas Levantadas e suas Orientações



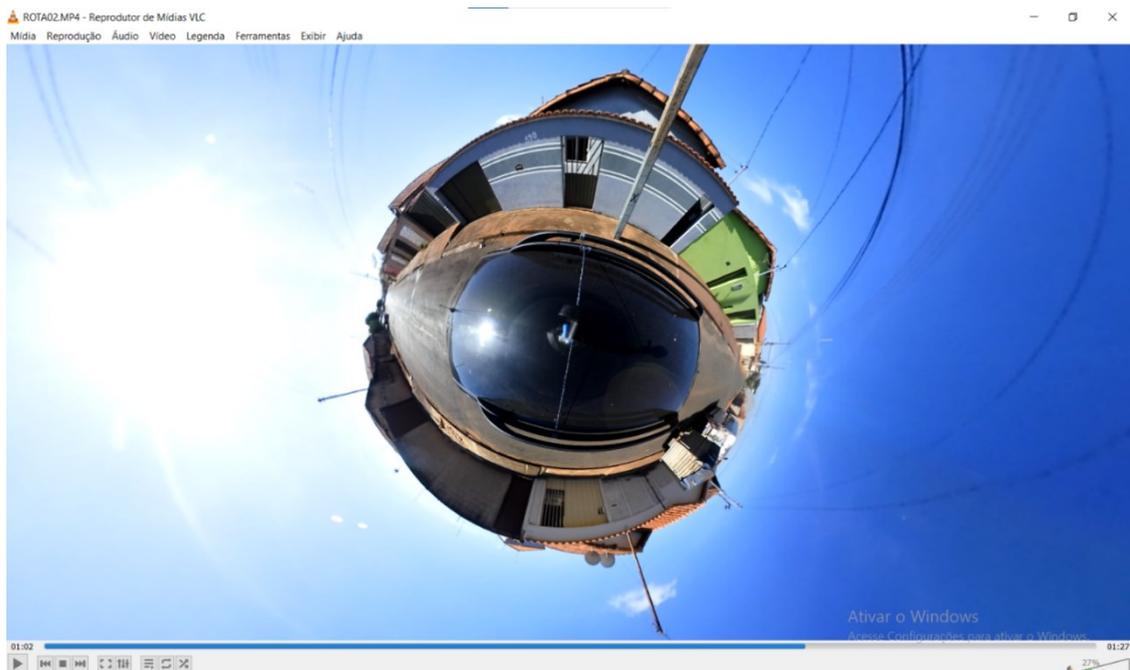
Fonte: Autor (2024).

5.3.2 Processamento dos dados

Ao processar os vídeos obtidos na fase de levantamento com o SMM, utilizando recursos dos *softwares* *VLC media player*, *GIMP*, *ExifTool* e *QGIS*, imagens georreferenciadas foram geradas e então adicionadas a base cartográfica via *Plugin Import Photos*.

O uso do *VLC media player* permitiu abrir os vídeos panorâmicos 360° (FIGURA 17) gravados e extrair dos mesmos as imagens panorâmicas 360° (FIGURA 18), em formato JPG. Todos os imóveis existentes geraram o mínimo de uma imagem panorâmica 360° e cada imagem dessa gerou uma Foto Fachada. Os nomes definidos para salvar os arquivos de imagem acompanharam as seguintes características, rota levantada a sequência numérica e a orientação do sentido da rota, sendo D para direito e E para esquerdo.

FIGURA 17 - *Software VLC media player*, vídeo panorâmico 360° ROTA02



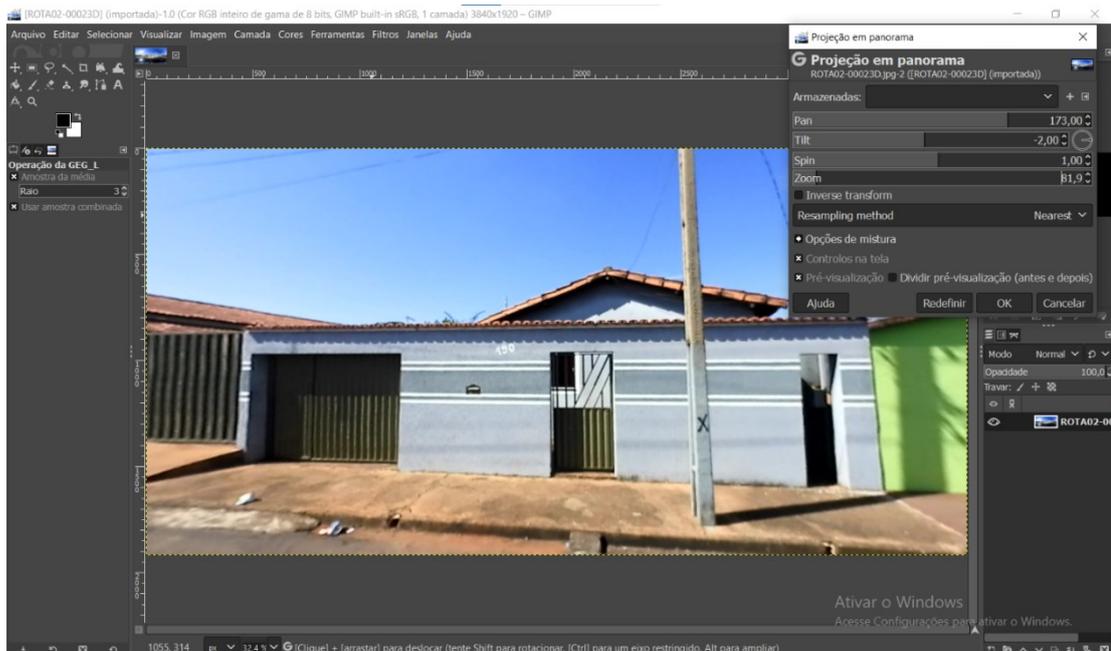
Fonte: Autor (2024).

FIGURA 18 - Imagem Panorâmicas 360°



Fonte: Autor (2024).

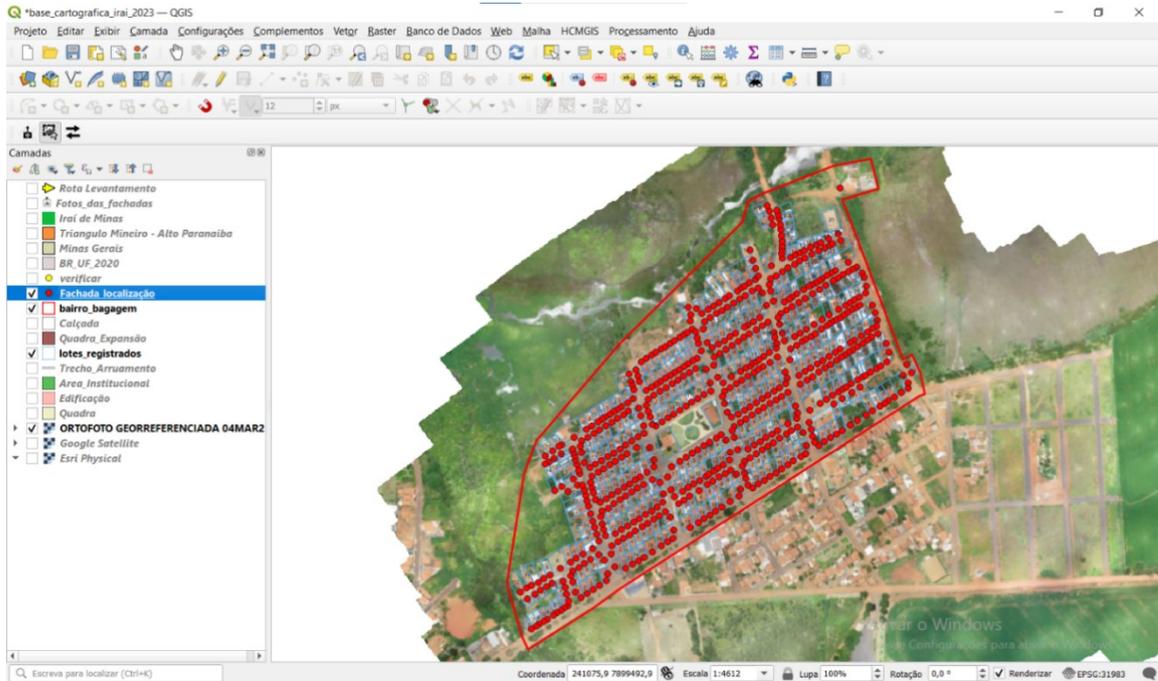
Para manipular as imagens panorâmicas foi necessário o *software* GIMP (FIGURA 19), utilizando o filtro para mapear com projeção em panorama, possibilitou editar as imagens de modo a melhor ressaltar as características tipológicas da construção das fachadas imóveis.

FIGURA 19 - *Software* GIMP, ROTA02-00023D

Fonte: Autor (2024).

Todas as Fotos Fachadas geradas após processamento no GIMP, possuem respectivamente um ponto de mesmo nome com coordenadas conhecidas, geradas dentro da base cartográfica (FIGURA 20).

FIGURA 20 - *Shapefile* para obter as coordenadas das Foto Fachadas



Fonte: Autor (2024).

Os pontos foram gerados através de uma *shapefile* criada com o tipo geométrico pontos, cada ponto criado aproximasse do ponto central de visada da imagem, sendo adicionados dentro dos respectivos lotes de cada imóvel. Após a geração de todos os pontos, comandos específicos no QGIS foram realizados para extrair para a tabela de atributos as coordenadas latitudinais e longitudinais decimais.

Extraindo a tabela de atributos, em formato texto, proporcionou operar o *ExifTool*. Desenvolvido por Phil Harvey, é uma ferramenta de código aberto e multiplataforma amplamente utilizada, de linha de comando e biblioteca Perl. Oferece recursos para leitura, escrita e edição de metadados em uma variedade de arquivos digitais, incluindo imagens, vídeos, áudios e documentos (HARVEY, 2024). O *ExifTool* forneceu recursos avançados para modificar e inserir informações de metadados (FIGURA 21), como data, hora da captura e coordenadas de GPS nas Foto Fachadas através de um arquivo de texto devidamente formatado (FIGURA 22).

FIGURA 21 - Linhas de comando do *ExifTool*

```

Administrador: Prompt de Comando
Microsoft Windows [versão 10.0.19045.3570]
(c) Microsoft Corporation. Todos os direitos reservados.

C:\Windows\system32>cd C:\Windows\TCC

C:\Windows\TCC>exiftool -csv="C:\Windows\TCC\irai.txt" -o "C:\Windows\TCC\SAVE" "C:\Windows\TCC\Fotos"
  1 directories scanned
 611 image files created

C:\Windows\TCC>exiftool -AllDates="2023:05:11 10:00:00" -overwrite_original "C:\Windows\TCC\SAVE"
  1 directories scanned
 611 image files updated

C:\Windows\TCC>

```

Fonte: Autor (2024).

FIGURA 22 - Arquivo de texto formatado para leitura no *ExifTool*

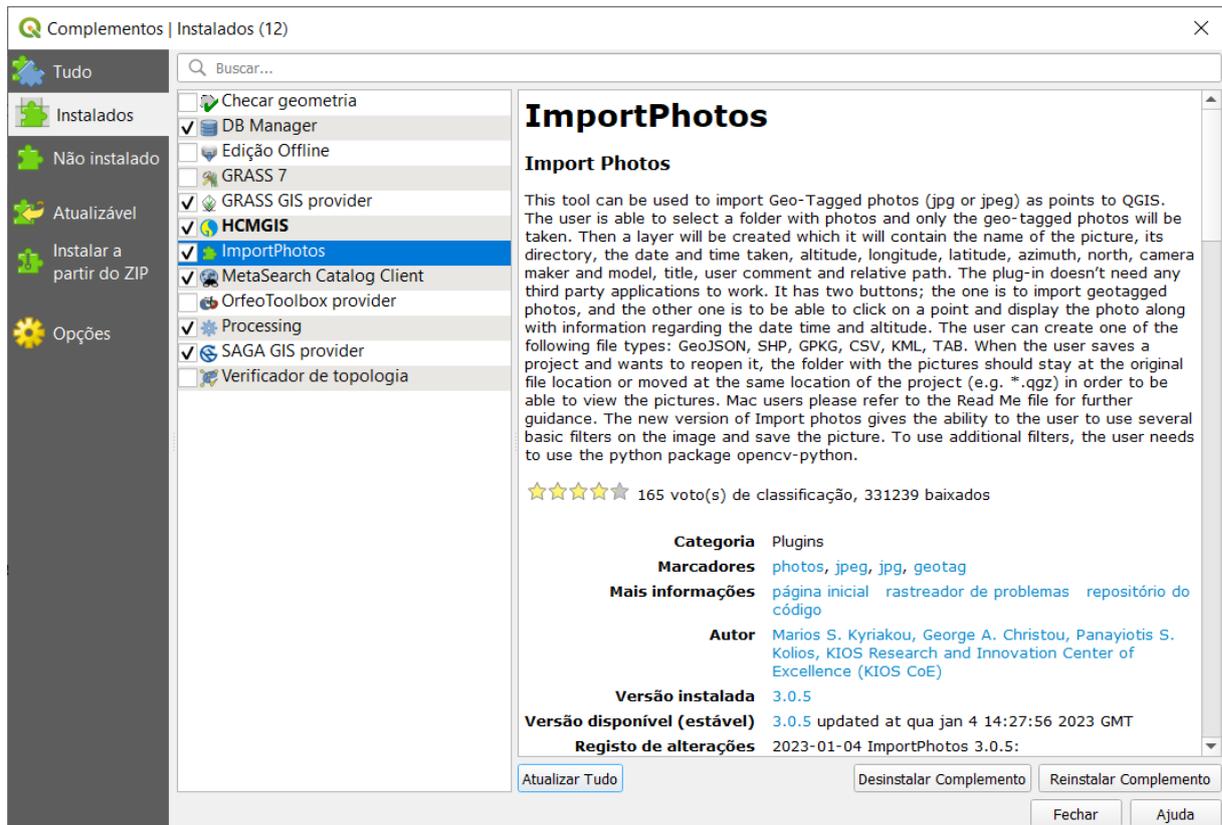
```

irai - Bloco de Notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
SourceFile,GPSLatitude,GPSLatitudeRef,GPSLongitude,GPSLongitudeRef,GPSAltitude
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00001D.jpg,-18.978848,S,-47.454373,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00002D.jpg,-18.978898,S,-47.454462,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00003D.jpg,-18.978954,S,-47.454556,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00004D.jpg,-18.979004,S,-47.45464,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00005D.jpg,-18.979031,S,-47.454687,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00006D.jpg,-18.979071,S,-47.454753,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00007D.jpg,-18.979131,S,-47.454853,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00008D1.jpg,-18.979184,S,-47.454943,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00008D2.jpg,-18.979254,S,-47.455063,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00008D3.jpg,-18.979308,S,-47.455154,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00009D.jpg,-18.979375,S,-47.455269,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00010D.jpg,-18.97942,S,-47.455345,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00011D.jpg,-18.97947,S,-47.455425,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00012D.jpg,-18.97952,S,-47.455507,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00013D.jpg,-18.979567,S,-47.455588,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00014D.jpg,-18.979673,S,-47.455762,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00015D.jpg,-18.979708,S,-47.45583,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00016D.jpg,-18.979758,S,-47.455927,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00017D.jpg,-18.979815,S,-47.456003,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00018D.jpg,-18.979862,S,-47.456086,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00019D.jpg,-18.979912,S,-47.456168,W,950
C:\Windows\TCC\Fotos\ROTA01-00020D.jpg,-18.97996,S,-47.456249,W,950
Ln 1, Col 1 100% Windows (CRLF) UTF-8

```

Fonte: Autor (2024).

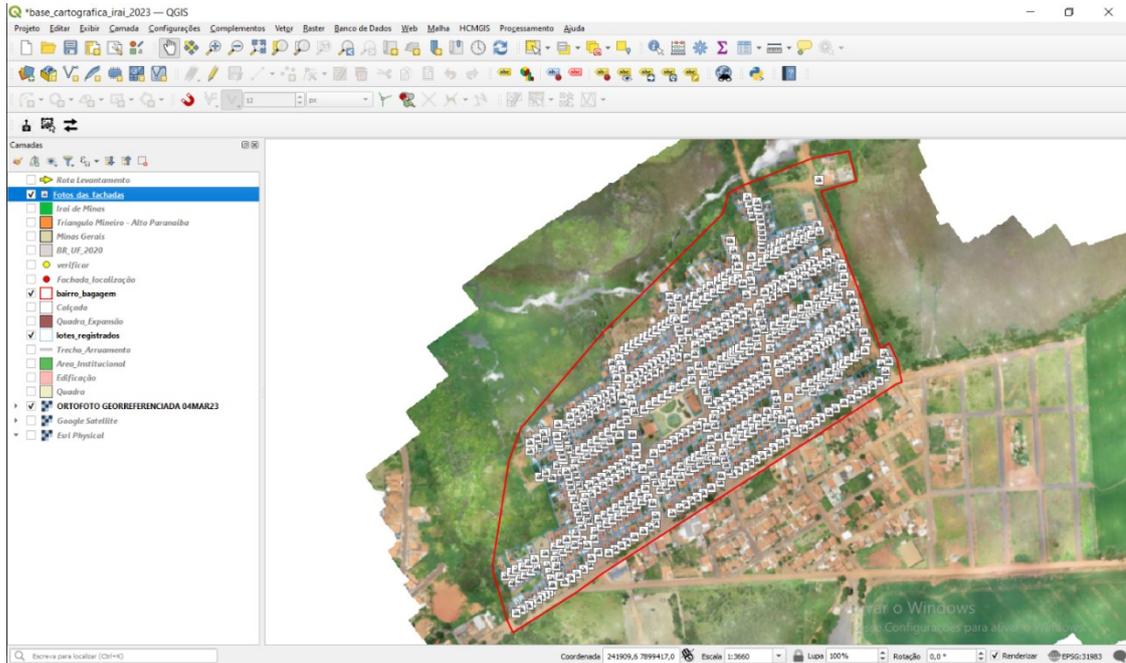
Inserido os metadados as Foto Fachadas, as mesmas passaram por um processo de renomeação. Todas as rotas sofreram alteração para o nome conhecido do arruamento, e assim, tonaram-se adequadas a serem adicionadas dentro da Base Cartográfica, via *Plugin Import Photos* (FIGURA 23).

FIGURA 23 - *Plugin Import Photos*

Fonte: Autor (2024).

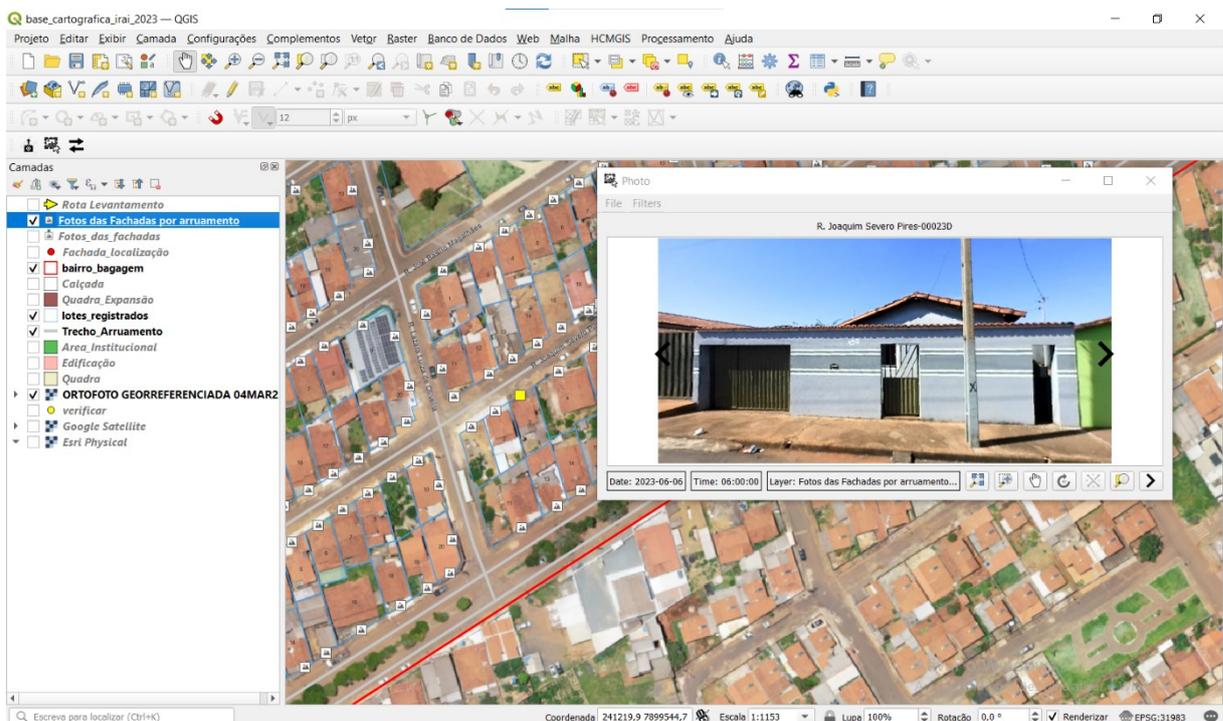
6 RESULTADOS

Através da utilização de um sistema de mapeamento móvel, foi possível verificar sua funcionalidade e aplicação. Gerando imagens panorâmicas 360°, que foram editadas da forma que melhor recobrissem as fachadas das edificações, se existentes ou apenas lotes vagos, as georreferenciando a partir de uma base cartográfica existente, e as integrando ao projeto. Resultando em um mapa digital interativo do bairro Bagagem. As Fotos Fachadas adicionadas a Base Cartográfica enriqueceram e complementam o produto com diversos atributos referentes as características dos imóveis. A seguir, está ilustrado uma amostra dessa combinação (FIGURA 24).

FIGURA 24 - *Software* QGIS, com as Foto Fachadas adicionadas

Fonte: Autor (2024).

Todas as imagens das Fachadas Imóveis foram carregadas para dentro da Base cartográfica, e ao ser selecionada, é exibida em nova janela conforme as Figuras 25 a 27.

FIGURA 25 - *Software* QGIS, com Foto Fachada selecionada e aberta

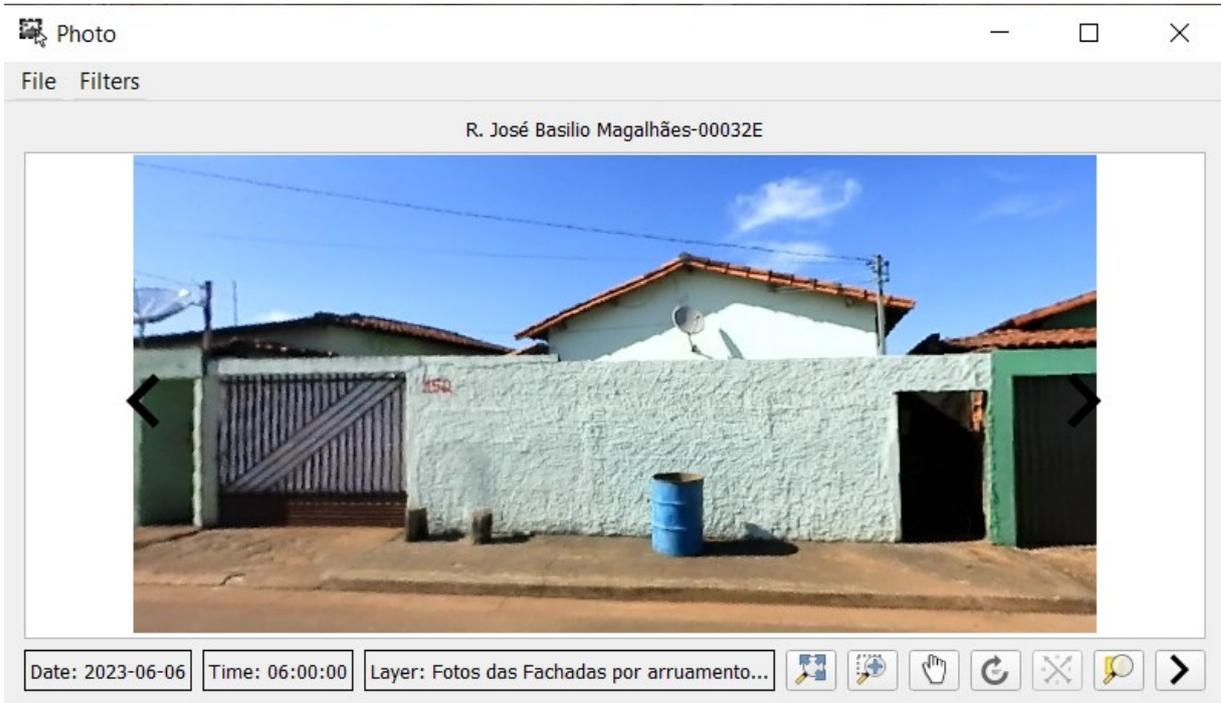
Fonte: Autor (2024).

FIGURA 26 - Foto Fachada *Software* QGIS.



Fonte: Autor (2024).

FIGURA 27 - Foto Fachada *Software* QGIS

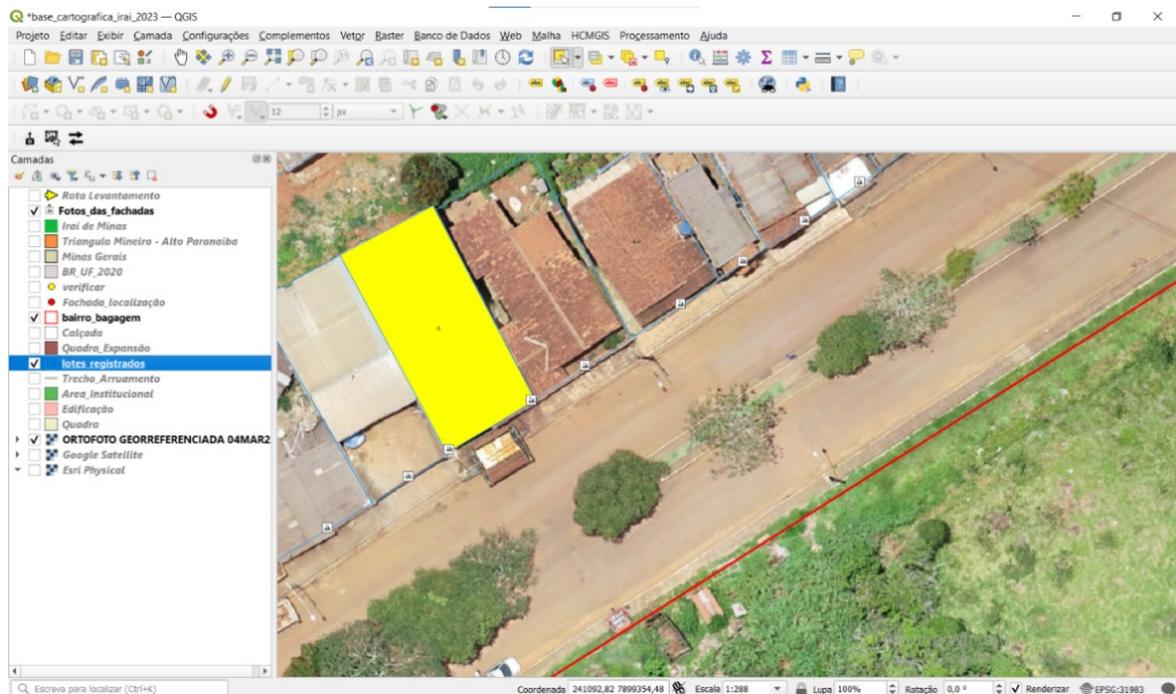


Fonte: Autor (2024).

As fotos fachadas apresentam as características dos imóveis, permitindo distinguir o estado de conservação: precário, regular, bom ou ótimo; a classe: residencial, comercial, especial; tipo da construção: barraco, casa, apartamento, loja, galpão; seu padrão: rustico, simples, médio, alto e luxo. São informações necessárias para embasar o processo de regularização além de fundamentar a cobrança do IPTU. Na figura acima (FIGURA 27) é possível ver um imóvel residencial em estado bom, sendo uma casa de único pavimento com padrão simples.

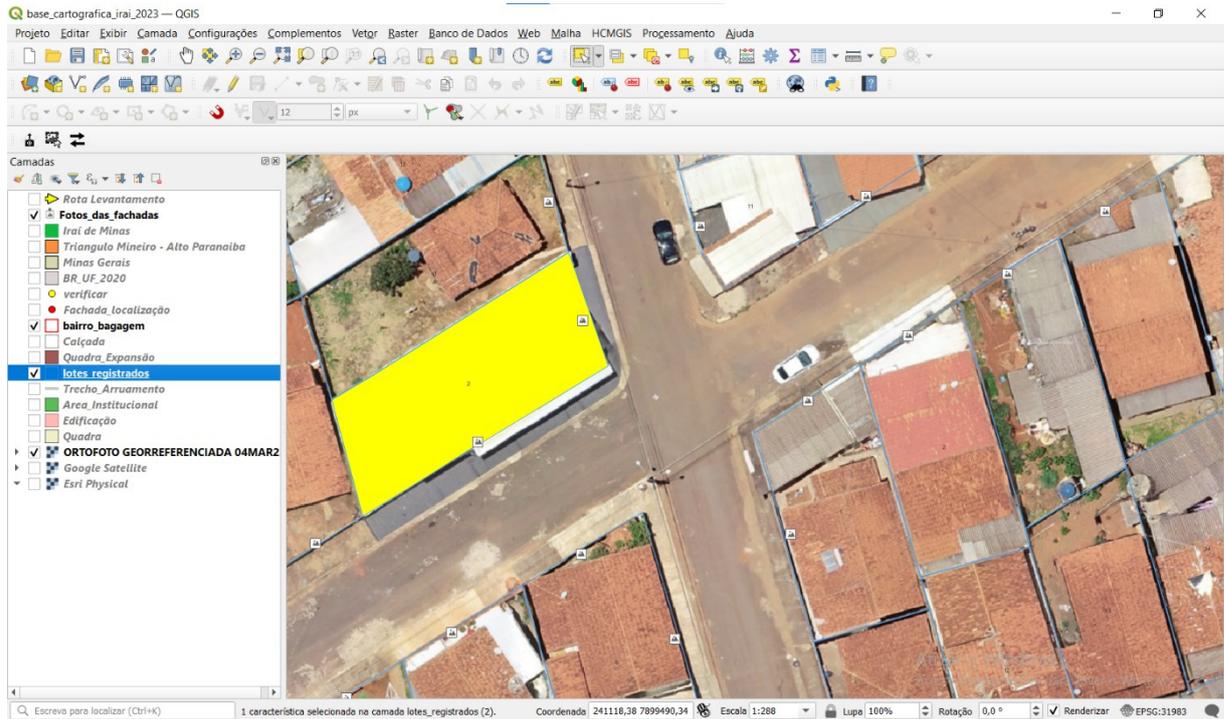
Foram produzidas no total 611 imagens, valor divergente do número total de lotes, visto que, alguns imóveis possuíam obstrução a frente (FIGURA 28), e outros imóveis localizados nas esquinas possuíam entradas laterais (FIGURA 29).

FIGURA 28 - Software QGIS, Imóvel com Obstrução



Fonte: Autor (2024).

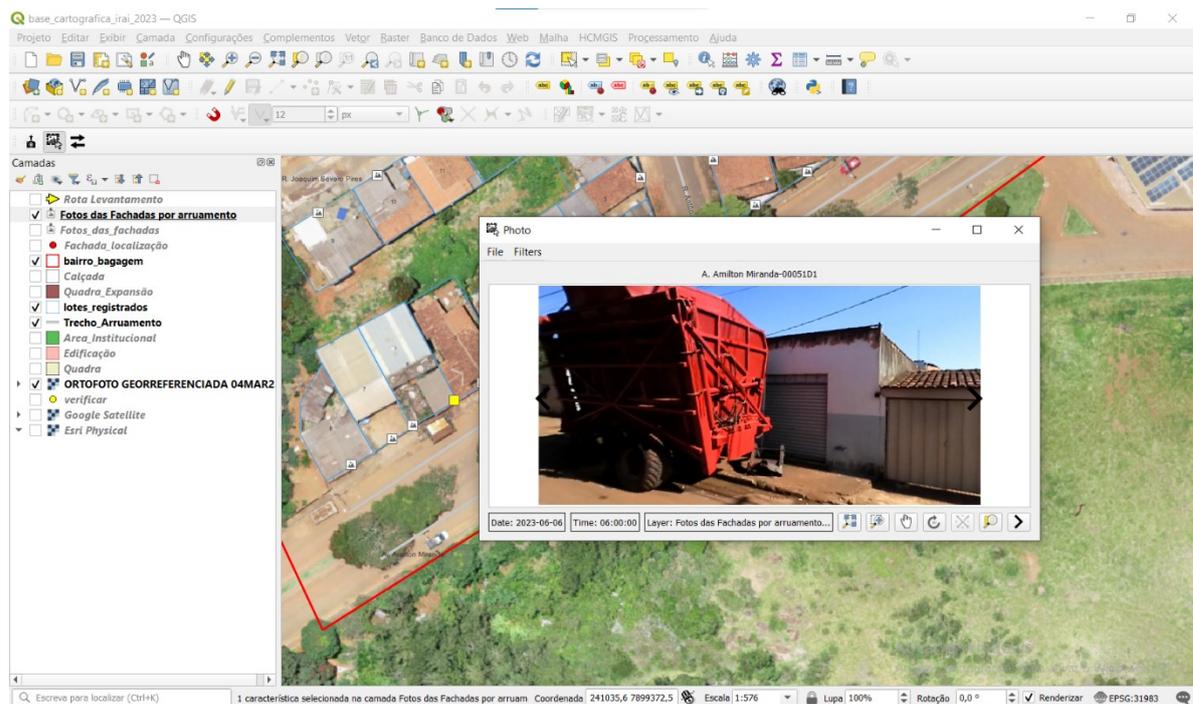
FIGURA 29 - Software QGIS, Imóvel de Esquina



Fonte: Autor (2024).

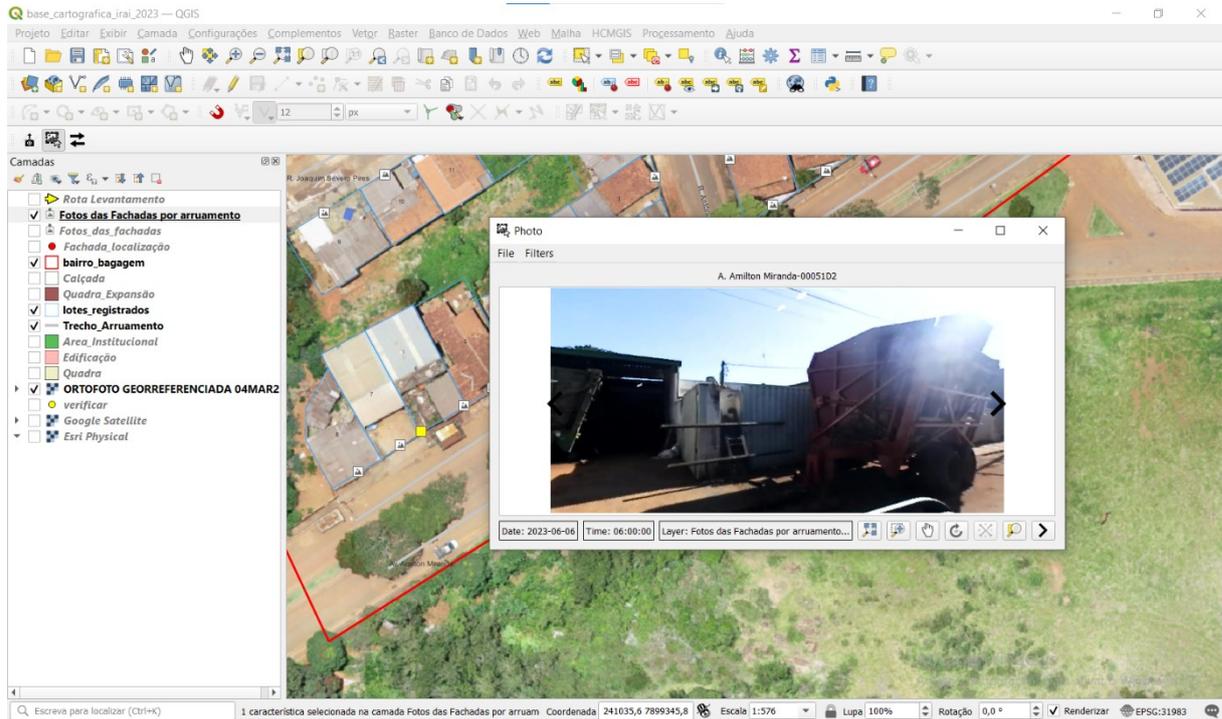
Como artifício para contornar tal problema, fotos laterais a obstrução (FIGURA 30 e 31) e de ambas as entradas (FIGURA 32 e 33) foram geradas.

FIGURA 30 - Software QGIS, foto lateral de Imóvel com Obstrução



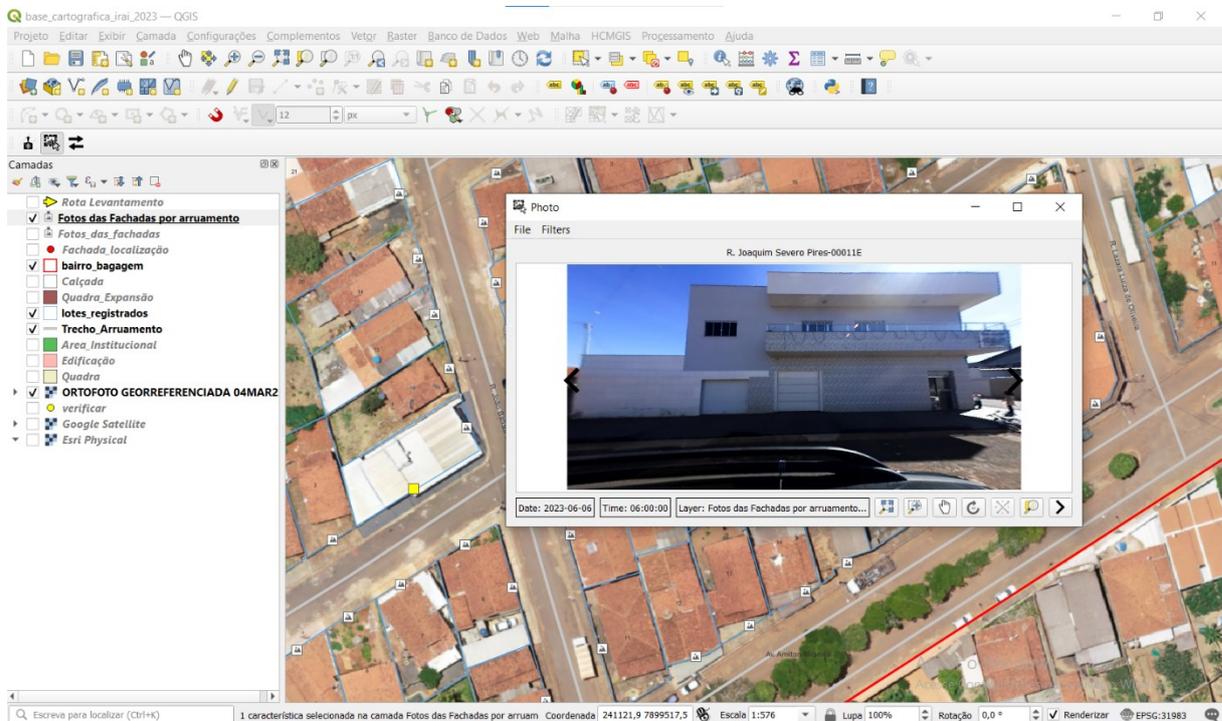
Fonte: Autor (2024).

FIGURA 31 - Software QGIS, foto lateral de Imóvel com Obstrução



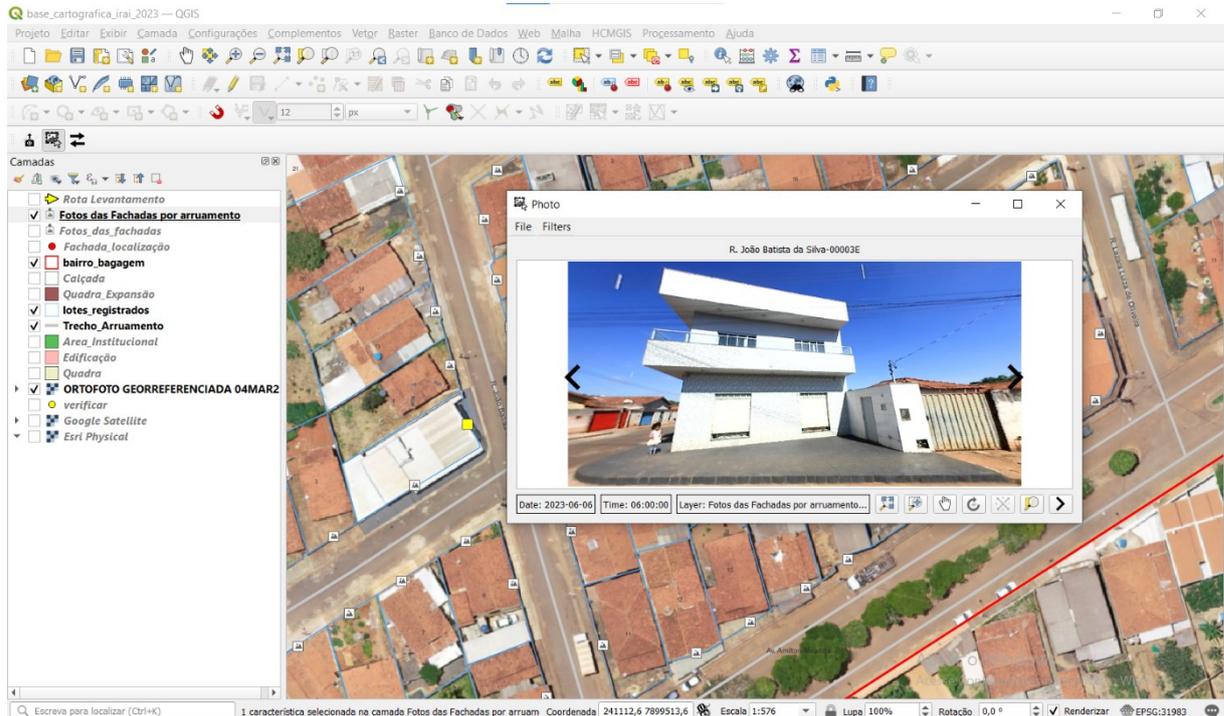
Fonte: Autor (2024).

FIGURA 32 - Software QGIS, imóvel de esquina na perspectiva da Rota 02



Fonte: Autor (2024).

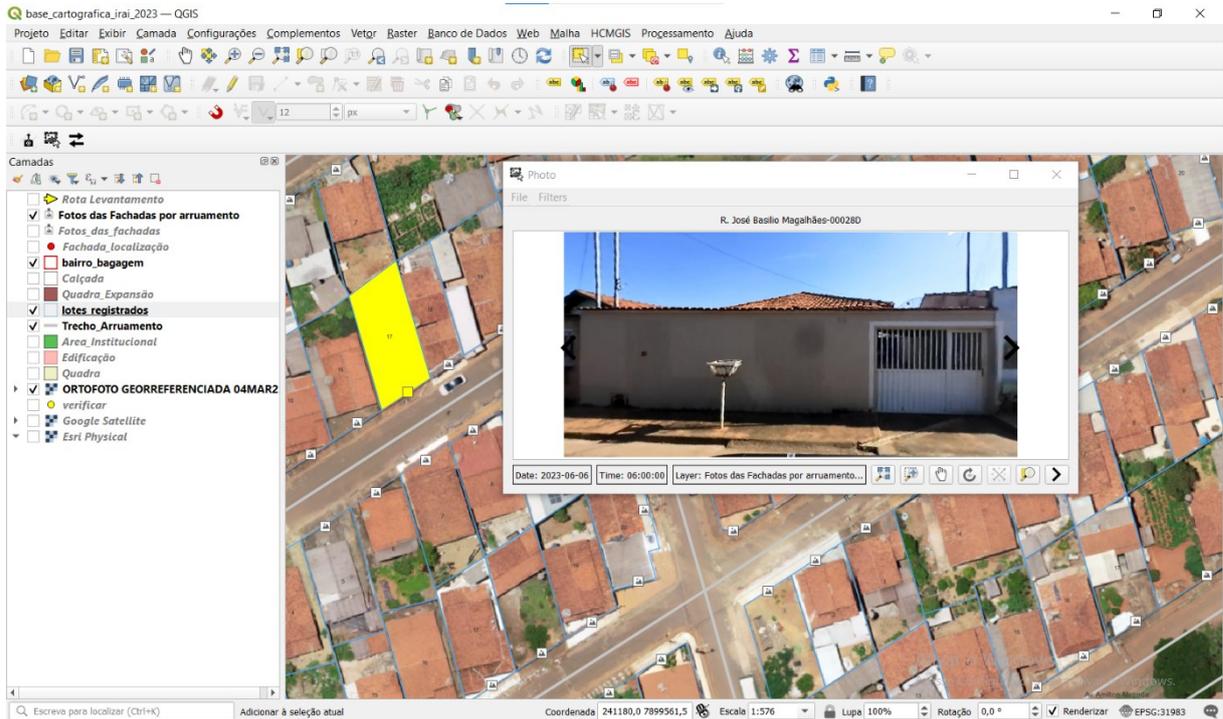
FIGURA 33 - Software QGIS, imóvel de esquina na perspectiva da Rota 12



Fonte: Autor (2024).

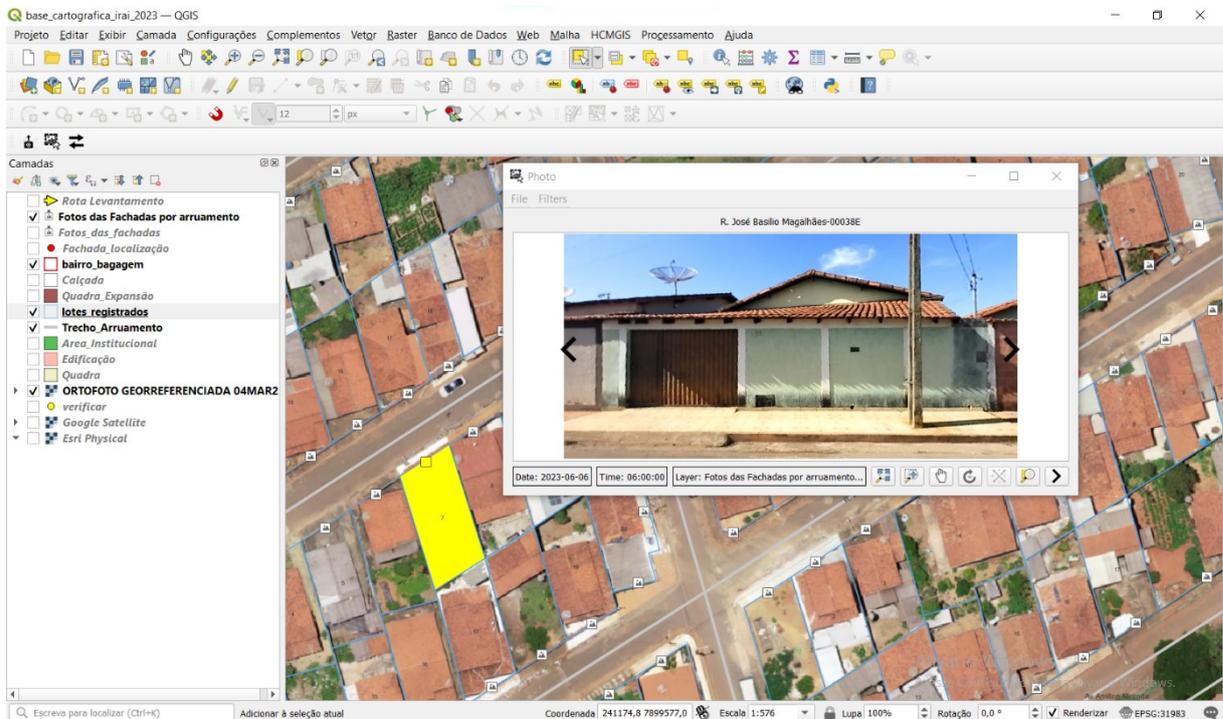
Devido ao horário do levantamento que aconteceu no período matutino, aproximadamente as 10 horas, ocorreu uma nítida discrepância na qualidade das imagens. Os imóveis que no sentido do levantamento se opuseram ao sol apresentaram um maior grau de sombra (FIGURA 34), e os imóveis que estavam a favor dos raios solares apresentaram pouca ou nenhuma sombra (FIGURA 35). Mediante as amostras de imagens a seguir, observa-se essa diferença, vista que os imóveis estão localizados na mesma rota, um frente ao outro.

FIGURA 34 - Software QGIS, Foto Fachada com maior grau de sombra



Fonte: Autor (2024).

FIGURA 35 - Software QGIS, Foto Fachada com menor grau de sombra



Fonte: Autor (2024).

Uma classificação (TABELA 1) sobre a visibilidade dos números dos imóveis foi realizada. Foram divididas em três categorias, identificados (FIGURA 36) quando eram

claramente visíveis, não identificados (FIGURA 37) quando eram localizados, porém sem definição clara e sem numeração (FIGURA 38) quando não eram localizados na imagem ou existia apenas o lote vago.

Tabela 1 – Classificação quanto a visibilidade dos números dos imóveis

CLASSIFICAÇÃO	UNIDADES
Identificado	101
Não identificado	366
Sem Numeração	144
Total	611

Fonte: Autor (2024).

FIGURA 36 - Foto Fachada com numeração identificada



Fonte: Autor (2024).

FIGURA 37 - Foto Fachada com numeração não identificada



Fonte: Autor (2024).

FIGURA 38 - Foto Fachada sem numeração



Fonte: Autor (2024).

7 CONCLUSÕES

O vigente trabalho de conclusão de curso, reafirma, através da utilização de um sistema de mapeamento móvel, sua rapidez e eficácia. Todo o levantamento fotogramétrico dos imóveis durou aproximadamente uma hora, para um percurso com cerca de 5 quilômetros. Feito que só

foi possível devido ao arranjo esférico de 360° da câmara, que capturou ambos os lados da via ao mesmo tempo, possibilitando uma única gravação por rota.

A etapa de processamento, em específico a fase de edição das imagens panorâmicas 360°, por ser repetitiva e maçante durou aproximadamente um mês. O trabalho manual de recortar as Foto Fachadas necessitou de atenção redobrada para evitar retrabalhos, em vista disso os resultados obtidos foram satisfatórios. Todavia, as demais fases, como inserir os metadados (data, hora e GPS), além de adicionar as Fotos Fachadas na Base Cartográfica, necessitaram de poucos minutos.

O uso de equipamentos e softwares específicos, como a câmera 360°, o VLC *media player*, o GIMP, o ExifTool e o QGIS, possibilitaram o processamento eficiente dos dados e a integração das Fotos Fachadas à Base Cartográfica. Apesar de algumas limitações, como a qualidade das imagens devido à incidência de sombras em determinados locais, o trabalho demonstrou o potencial do SMM e a importância da integração de dados visuais em projetos de mapeamento urbano.

Conclui-se que essa tecnologia empregada na área de coleta de dados geoespaciais é eficiente. Sua funcionalidade e aplicação são exibidas no produto final gerado, a Base Cartográfica, enriquecida com as informações dos dados visuais, das fachadas de todos os lotes existentes. De modo geral, o trabalho possibilitou o contato com uma tecnologia inovadora e moderna que vem sendo utilizada cada vez mais.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J. R. R.; ARAÚJO, E. A.; NÓBREGA, M. A. R. **O IPTU no Brasil: um diagnóstico abrangente**. Rio de Janeiro: FGV, 2013. p.79 (FGV Projetos/ IDP; v. 4)

ALBERTZ, J. **Albrecht Meydenbauer-Pioneer of photogrammetric documentation of the cultural heritage**. International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. 34, n. 5/C7, p. 19-25, 2002.

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

BOLFE, É. L. et al. **A evolução histórica dos Sistemas de Informações Geográficas**. 2011. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/922480/1/02511.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2023.

BOSSLER, J. D.; GOAD, C. C. **GPS and GIS Map the Nation's Highways**. Geo Info Systems, v.3, p. 26-37, 1991.

BRASIL. Presidência da República. Secretária-Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **LEI Nº 13.465, DE 11 DE JULHO DE 2017**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113465.htm>. Acesso em: 5 jan. 2023.

BRUNO, L. O. **Aplicabilidade de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) livres nas ciências ambientais: o uso do QGIS**. Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent. [online]. 2017, v. 4, n. 8, p. 321-326. ISSN 2359-1412. DOI: 10.21438/rbgas.040807

CARVALHO, C. C. N. de; NUNES, F. C.; ANTUNES, M. A. H. **Histórico do levantamento de solos no Brasil: Da industrialização brasileira à era da informação**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 65, n. 5, p. 997-1013, 2013.

COSTA, J. M. S. T. **A regularização fundiária urbana no Território de Identidade do Sisal: uma análise sobre a experiência da Reurb em dez municípios da região sisaleira do Estado da Bahia**. 2022. [90 f.]. Dissertação (Direito) - UNIFACS, Salvador, 2022.

FERNANDES, R. F. **Avaliação e desenvolvimento de um sistema terrestre de mapeamento móvel de baixo custo**. 2021. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/20.500.12733/1642195>>. Acesso em: 21 dez. 2022.

GALLIS, R. B. de A.; BARBOSA, R. L.; CUNHA, S. R.; HIRAGA, A. K.; FARIA, M. A. **WebSIG alimentado com dados coletados com sistema de mapeamento móvel terrestre**. Revista Brasileira de Cartografia, [S. l.], v. 70, n. 5, p. 1644–1663, 2018. DOI: 10.14393/rbcv70n5-44562. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44562>>. Acesso em: 19 dez. 2022.

Google Street View. **Capturing the World at Street Level**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/220478096_Google_Street_View_Capturing_the_World_at_Street_Level>. Acesso em: 04 Jan. 2023.

Google Street View. **O que é o Street View**. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/streetview/>>. Acesso em: 05 Jan. 2023.

GROETELAARS, N. J. **Um Estudo da Fotogrametria Digital na Documentação de Formas Arquitetônicas e Urbanas**, 2004. Tese de Doutorado. Dissertação (mestrado), Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura.

HARVEY, P. "**ExifTool by Phil Harvey**". Disponível em: <https://exiftool.org/>. Acesso em: 14 Mar. 2024.

HOFFMANN, G. P.; BLANK, M. M.; AMARAL, L. C. M.; NANNI, A. S.; OSAKO, L. S. **Adequação do software livre de Sistema de Informações Geográficas QGIS ao público brasileiro**. Extensio: Revista Eletrônica de Extensão, v. 15, n. 31, p. 144-153, 2018.

IMG 360. **História do Google Street View**. Disponível em: <<http://img360.com.br/blog/google-street-view/historia-do-google-street-view/>>. Acesso em: 4 Jan. 2023.

MACHADO, A. A.; CAMBOIM, S. P. **Desambiguação dos Termos Mapeamento Topográfico em Grandes Escalas e Mapeamento Cadastral no Brasil**. Revista Brasileira de Cartografia, [S. l.], v. 71, n. 2, p. 295–327, 2019. DOI: 10.14393/rbcv71n2-44528. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44528>. Acesso em: 27 Mar. 2023.

NASCIMENTO, L. D. **O uso do geoprocessamento na regularização fundiária e urbanística: uma proposta de apoio à decisão aplicada ao município de Taboão da Serra – SP**. 181f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

NIKON. Indústria fotográfica Nikon. **Câmera KeyMission 360**. Disponível em: <<https://www.nikonusa.com/en/nikon-products/product-archive/action-camera/keymission-360.html#tab-ProductDetail-ProductTabs-Overview>>. Acesso em: 6 Mar. 2024.

SANTOS, L. P.; SOBRAL, J. L. F. **Inventário automático de sinais de trânsito: um sistema de mapeamento móvel**. Grupo Português de Computação Gráfica, Braga, Portugal, 2007. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/1822/18917>>. Acesso em: 6 Mar. 2024.

SILVA, F. A. **Georreferenciamento automático de placas de sinalização com imagens obtidas com um sistema móvel de mapeamento**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVA, J. F. C.; CAMARGO, P. de O.; GUARDIA, M. C.; REISS, M. L. L.; SILVA, R. A. da C.; GALLIS, R. B. de A.; DE OLIVEIRA, R. A. **MAPEAMENTO DE RUAS COM UM SISTEMA MÓVEL DE MAPEAMENTO DIGITAL**. Revista Brasileira de Cartografia, [S. l.], v. 53, n. 1, 2001. DOI: 10.14393/rbcv53n1-43929. Disponível em:

<<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43929>>. Acesso em: 19 dez. 2022.

SILVA, J. F. C.; CAMARGO, P. d. O.; GALLIS, R. B. A. (2003), **DEVELOPMENT OF A LOW-COST MOBILE MAPPING SYSTEM: A SOUTH AMERICAN EXPERIENCE**. The Photogrammetric Record, v.18, n. 101, p.5-26. Acesso em: <<https://doi.org/10.1111/0031-868X.t01-1-00004>>. Acesso em: 19 dez. 2022.

STANFORD UNIVERSITY. **The Stanford CityBlock Project**. Disponível em:<<http://graphics.stanford.edu/projects/cityblock/>> . Acesso em: 04 Jan. 2023.

TEIXEIRA JUNIOR, J. B. **Sistema de georreferenciamento direto para câmara de pequeno formato com sincronismo GPS**, 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

TEMBA, P. **Fundamentos da fotogrametria**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, p. 22-31, 2000.

TOMAZONI, J. C.; GUIMARÃES, E. **Introdução ao QGIS: OSGeo4W-3.22**. 7. Oficina de Textos, 2022.

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, p. 147-159, 1999.

TRANSIFEX. **QGIS Desktop: public project**. Plataforma utilizada para tradução de sentenças da interface gráfica, documentação e website do QGIS para o português brasileiro. Disponível em: <<https://www.transifex.com/qgis/QGIS/>>. Acesso em: 26 Mar.2024.

TREK VIEW. **A Brief History of Google's Street View Cameras**. Disponível em:<<https://www.trekview.org/blog/2019/history-of-google-street-view-cameras/>>. Acesso em: 04 Jan. 2023.

ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento conceitos e definições**. *Revista de Geografia-PPGEO-UFJF*, v. 7, n. 2, 2017. Disponível em:<<https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/18073>>. Acesso em: 5 Jan. 2023.

360 WORLDS. **Dodeca® 2360 Camera System**. Disponível em:<http://www.360worlds.gr/portal/sites/default/files/IMC_Dodeca_2360.pdf>. Acesso em: 04 Jan 2023.