

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

RAFAELA DE OLIVEIRA PENA

**GEORREFERENCIAMENTO SEMIAUTOMÁTICO DE ÁRVORES URBANAS
UTILIZANDO IMAGENS PANORÂMICAS 360°**

Monte Carmelo

2022

RAFAELA DE OLIVEIRA PENA

**GEORREFERENCIAMENTO SEMIAUTOMÁTICO DE ÁRVORES URBANAS
UTILIZANDO IMAGENS PANORÂMICAS 360°**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Instituto de geografia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de agrimensura e cartográfica.

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

Monte Carmelo

2022

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

P397 Pena, Rafaela de Oliveira, 1998-
2022 GEORREFERENCIAMENTO SEMIAUTOMATICO DE ÁRVORES URBANAS
UTILIZANDO IMAGENS PANORÂMICAS 360° [recurso eletrônico]
/ Rafaela de Oliveira Pena. - 2022.

Orientador: Rodrigo Gallis.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em
Engenharia de Agrimensura e Cartográfica.

Modo de acesso: Internet.

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Agrimensura. I. Gallis, Rodrigo, 1977-, (Orient.).
II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em
Engenharia de Agrimensura e Cartográfica. III. Título.

CDU: 528

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

RAFAELA DE OLIVEIRA PENA

**GEORREFERENCIAMENTO SEMIAUTOMÁTICO DE ÁRVORES URBANAS
UTILIZANDO IMAGENS PANORÂMICAS 360°**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Instituto de geografia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de agrimensura e cartográfica.

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

Monte Carmelo, 18 de Agosto de 2022

Banca examinadora:

Prof. Dr. Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis, IGUFU

Prof. Dr. Pedro Eduardo Toledo, IGUFU

Eng. José Carlos de Moraes Pires

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos os professores do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, familiares e amigos que de certa forma contribuirão para minha formação.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso contou com a ajuda e apoio de diversas pessoas, dentre elas, em especial, ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis.

Agradeço a Deus e Nossa Senhora por me dar forças pra vencer cada desafio e turbulência em minha vida, sabedoria para buscar conhecimento em cada etapa da minha graduação.

A minha mãe Marcia Maria de Oliveira pelo total apoio e incentivo desde o momento que optei pelo curso, por não me deixar desistir nos momentos mais difíceis e por ser meu alicerce.

A minha tia Elenice Alves de Oliveira e ao meu avô José Ferreira de Oliveira por todo o apoio e ajuda quando precisei.

Ao meu noivo e futuro marido Iury Cardoso de Souza por me apoiar e compreender quando estive ausente e por me escutar falando coisas que nem faz ideia de como é e como funciona.

Ao meu colega de curso e de vida Gabriel Matheus Costa que desde o ensino fundamental está presente na minha vida, de maneira mais próxima durante a graduação.

E a todos que de certa forma se fizeram presentes e de certa forma colaboraram com minha formação e evolução quanto ser humano.

RESUMO

As constantes mudanças que ocorrem nos centros urbanos e a carência de atualização destas, impõe a necessidade de se aplicar novas técnicas e metodologias de levantamento. Uma das possibilidades são os Sistemas de Mapeamento Móvel (SMM), metodologia de levantamento que integra sensores de posicionamento e imageamento, permitindo o mapeamento pormenorizado do mundo real. A proposta do trabalho é utilizar imagens coletadas por um Sistema de Mapeamento Móvel (SMM) para extrair coordenadas georreferenciadas de árvores presentes ao longo dos arruamentos de uma área teste a ser especificada assim como as imagens 360° destas árvores no processo de georreferenciamento. O inventário de árvores urbanas é importante para o conhecimento das espécies existentes e a geolocalização contribui para uma gestão eficiente. A metodologia a ser utilizada é inovativa, fazendo com que a coordenada extraída na imagem panorâmica 360° georreferenciada já vá sendo armazenada numa base cartográfica digital da área levantada com o SMM.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 JUSTIFICATIVA	10
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
5.1 ÁREA DE ESTUDO	12
5.2 DADOS UTILIZADOS.....	13
5.3 MATERIAL UTILIZADO NO LEVANTAMENTO DE CAMPO	14
5.4 SOFTWARE DE PROCESSAMENTO	15
6-FLUXOGRAMA.....	16
9 RESULTADOS E CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIA	25
ANEXO A-RELATÓRIO DE CLASSIFICAÇÃO GEOPEC	27

1 INTRODUÇÃO

É notório que cada vez mais vem se fazendo necessário a arborização do espaço urbano visando melhores condições de vidas, sendo elas as mais diversas possíveis, tais como, geração de sombras, redução da poluição visual e sonora, produção de oxigênio e redução de gás carbônico na atmosfera, de um outro lado se faz necessário que haja uma manutenção como podas e prevenção contra quedas por parte dos governantes locais. O levantamento e listagem da quantificação de árvores é de extrema necessidade em um sistema de gerenciamento de cidades para que possa ser feito uma boa administração dos quesitos de qual localidade se necessita fazer a poda de uma árvore, por exemplo, para evitar acidentes, danificação em redes de energia e internet, casas e até mesmo veículos, em quedas que podem ser evitadas quando se tiver uma boa gestão em um inventário bem realizado e com boa administração (BARBOSA et al., 2018).

Segunda Mirandola (2004), os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) desde os primórdios dos tempos a partir do primeiro mapa feito da maneira mais rustica possível até os dias atuais onde existem diversos softwares e ferramentas que facilitam cada vez mais a produção de obras cartográficas e com a crescente necessidade de se mapear e conhecer o espaço onde se vive, tais sistemas vem sendo atualizados e melhorados constantemente, com aplicações nas mais diversas áreas possíveis tais como planejamento urbano e de redes viárias, análise geomorfológica e climática.

Um inventario efetivo é feito e adaptado de acordo com as necessidades da comunidade que vai ser afetada diretamente, as cidades que necessitam de implantação de uma catalogação das árvores urbanas, precisam estabelecer metas e objetivos de manejo e gestão da arborização para que assim seja possível desenvolver um sistema de informação que atendas as demandas e alcançar o propósito.

A crescente demanda de mapeamento das grandes metrópoles bem como de pequenas cidades onde se precisa otimizar tempo e dinheiro, um método que cada vez mais vem sendo utilizado para fins de mapeamento tanto urbano quanto rural é a utilização de aerofotogrametria e imagens de satélite, um novo conceito mais atual chamado mapeamento móvel. Tal tecnologia surgiu em meados dos anos 90, onde Bossler em 1991 elaborou o primeiro Sistema de Mapeamento Móvel (SMM) que consistia em um receptor *Global de Navigation Satllite System* (GNSS) e um par de câmeras de vídeo acopladas no teto de uma van para fins de mapeamento de rodovias, mostrado na Figura 1 (SILVA, 2012).

Figura1: *Global Positioning System* (GPS) Van de 2001.



Fonte: Silva (2012).

Um dos maiores benefícios de se trabalhar com imagens e dados coletados pelos sistemas móveis de mapeamento é a questão das imagens serem coletadas numa perspectiva comum ao ser humano e a possibilidade de armazenar esse dado em um banco de dados para que se necessário no futuro aquele dado ou imagem coletado seja consultado ou reutilizado desde que a possível finalidade do produto final não necessite de um dado atualizado.

A listagem para que possa ser feito uma catalogação de árvores de uma cidade pode ser executado com várias metodologias diferentes, utilizando medições taqueométricas ou manuais para coleta de dados, utilizando um *smartphone* ou até mesmo as tecnologias de laser para coleta de dados, variando também os custos e os métodos de processamento (BARBOSA et al., 2018).

O inventário de árvores urbanas é algo que precisa ser conhecido e gerenciado de forma racional, com o objetivo geral de fornecer informações essenciais para auxiliar o administrador na tomada de decisões, tem como especificidades o registro atualizado de recursos, auxiliar no planejamento, monitorar tarefas de manutenção e manejo, principalmente quando existe questões financeiras envolvidas, uma vez que estabelecida a necessidade de uma catalogação a próxima etapa é a realização..

Uma questão importante é como manter os bancos de dados digitais atualizados e a maneira que pode se ocorrer a disponibilização de acesso a esses dados e suas aplicações, utilizando de processos de atualizações tradicionais através de interpretação visual de imagens aéreas ou terrestres digitais ou até mesmo medições em campo.

Em termos de custo, rapidez e qualidade do produto final, os SMM se mostram uma tecnologia mais eficaz e robusta. Neste trabalho a finalidade foi utilizar dados coletados com um SMM para produzir um mapeamento das árvores urbanas presentes na área central de Rio Brilhante-MS.

O prefeito em sua atual gestão propôs um projeto de lei 40/2021 que sugeriu a criação do programa denominada como Cidade Verde, com o objetivo de manter e implementar o plantio de gramas nos lotes urbanos não construídos, plantio de árvores nativas ou frutíferas em imóveis que tiverem hortas e plantio de pequenas culturas, visando a melhoria na qualidade de vida e equilíbrio ambiental (RIO BRILHANTE, 2021).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo geral, gerar uma base cartográfica cadastral através de imagens coletadas com um SMM contendo informações acerca de árvores presentes na cena urbana do centro da cidade de Rio Brilhante-MS. A metodologia utilizada neste trabalho também permitirá realizar a avaliação, classificação e diagnóstico ambiental do objeto de estudo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os seguintes objetivos específicos são enunciados:

- Confeção de um mapa com as feições restituídas, nos casos as árvores utilizando imagens panorâmicas 360° coletadas por um SMM.
- Classificação do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC).

3 JUSTIFICATIVA

Imagens panorâmicas terrestres georreferenciadas de diversas feições coletadas ao longo dos levantamentos com SMM são uma importante ferramenta para gestão, supervisão e análise. No caso em específico das árvores urbanas, a integração destas imagens terrestres com imagens aéreas, vinculadas a uma base cartográfica digital e um banco de dados gerenciados por um SIG permitem aos usuários e administradores uma série de análises pontuais, contendo informações sobre os estado de conservação, realizar medições, planejar podas, identificar espécies, fazer o diagnóstico de situação, espécies e monitoramento, dentre outras funcionalidades. Além disso, melhora a compreensão da distribuição espacial das árvores e assim é possível realizar o

ordenamento territorial, onde estão localizadas, os bairros e locais que necessitam de melhores projetos de espacialização da arborização urbana, etc.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os SMM's são sistemas de coleta que utilizam câmaras em uma plataforma que associadas a equipamentos de posicionamento como o GNSS, que está relacionado diretamente a qualidade dos produtos que serão gerados, de acordo com as características, qualidades e precisões dos sensores acoplados.

Segundo a Constituição de 1988 que garante que o meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito de todos os habitantes, como também o uso para fins de melhoria e qualidade de vida, cabendo ao poder público e ao coletivo a obrigatoriedade de preservar e defender a fauna e flora, cabendo a cada município elaborar leis e diretrizes que melhor se adaptam com as necessidades e componentes de cada município.

Os Sistemas Terrestres de Mapeamento Móvel (STMM) ou apenas SMM são utilizadas nas mais diversas aplicações tais como, projetos e planejamentos de rodovias, obras e mapeamento de diversos tipos de feições diferentes, tais como as árvores.

Um exemplo de um sistema, pode-se citar o SITECO fabricados pela FARO ou o IP-S3 da Topcon, mostrado na Figura 2, sistemas esses que são integrados pôr receptores GNSS de dupla frequência e sistemas de varredura *laser*, com câmaras de alta resolução vários outros integrantes mais complexos que elevam muito o custo do equipamento, tais como unidade de medida inercial de alta sensibilidade e codificador de roda para ajuste de velocidade e distanciamento.

Figura 2: Equipamento IP-S3 Topcon



Fonte: Topcon (2021).

Os sistemas mais simples são compostos por câmaras não métricas, receptores GNSS de simples frequência e unidade de medida inercial, geralmente equipamento os de valores reduzidos que não possuem uma alta estabilidade geométrica e nem sempre possuem uma boa qualidade nos dados que serão obtidos, para que se obtenha uma boa estimativa de erros e verificações de coerência de dados cada equipamento deve ser avaliado e que se faça uma verificação de coerência de dados de cada equipamento de maneira separada (FERNANDES, 2019).

O mapeamento de feições no perímetro urbano atualmente vem sendo fonte de vários trabalhos e estudos, voltado para o georreferenciamento de estruturas, onde os sistemas percorrem cidades coletando os dados e o processamento é feito para obtenção das coordenadas do objeto desejado de maneira rápida e customizada.

As constantes quedas e acidentes causados por quedas de árvores e galhos em carro e até mesmo em pessoas, então para que incidentes com esse não aconteçam faz se necessário o mapeamento para que as prefeituras mantenham a podas e cortes, atualmente existem vários meios de se mapear árvores onde o que tem maior custo benefício é o mapeamento semiautomático georreferenciado fazendo podendo ser feito assim a classificação dos resultados obtidos através da análise do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC).

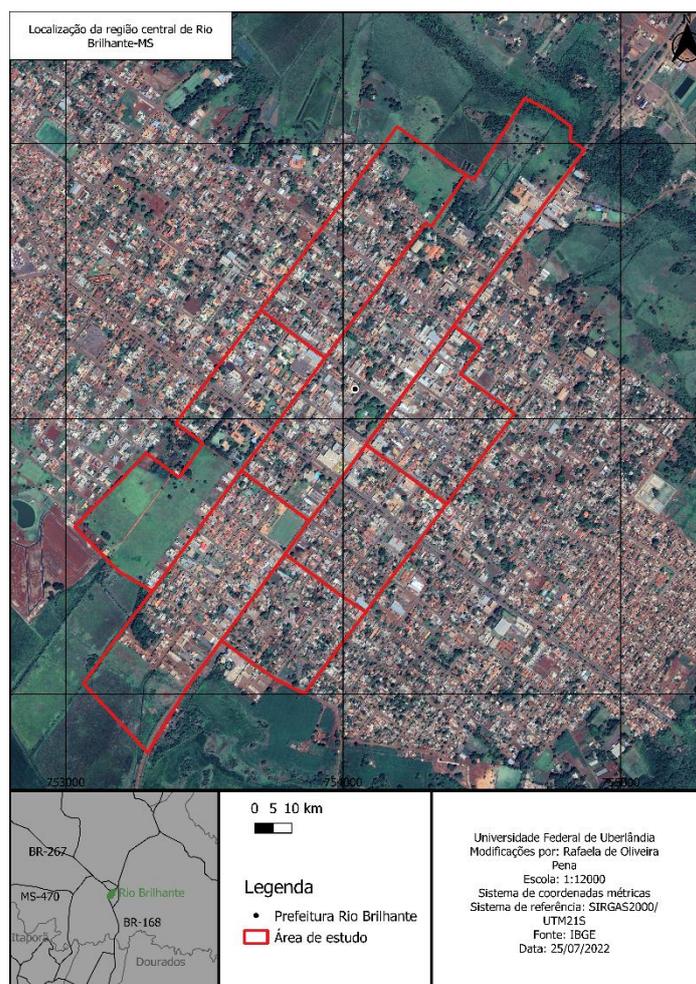
O PEC é baseado em análises de discrepâncias entre as coordenadas de referência coletadas em campo e seus respectivos pontos homólogos na carta (GALO; CAMARGO, 1994). No Brasil, um decreto estabelece as Instruções reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional, o Decreto N° 89.817, de 20 de junho de 1984 que define o PEC para a análise de qualidade posicional das cartas e suas classes (A, B, C) (BRASIL,1984).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na cidade de Rio brilhante, região Centro-Oeste, situado no interior do estado de Mato Grosso do Sul (MS), de acordo com a Figura 3.

Figura 3: Distribuição espacial da área de estudo.



Fonte: A autora.

5.2 DADOS UTILIZADOS

Os dados utilizados foram disponibilizados pela empresa SICART (<https://www.http://www.sicart.com.br/>) que é uma empresa que atua em todo o território brasileiro. A SICART é uma empresa de tecnologia, especialista no desenvolvimento de soluções de negócios para órgãos públicos de todos os portes. As ferramentas são integradas e atendem tanto soluções departamentais como as interoperabilidades entre entidades, de ponta a ponta para tornar o serviço público eficiente em sua atuação, com sede localizada na cidade de Dourados-MS.

A coleta de dados é feita de maneira sistemática através de uma rota predefinida em que os sistemas vão circulando em meio as vias de trânsito diariamente coletando imagens panorâmicas georreferenciadas para utilização no mapeamento de ativos elétricos, no caso deste trabalho, as imagens serão utilizadas para mapeamento de árvores.

5.3 MATERIAL UTILIZADO NO LEVANTAMENTO DE CAMPO

Os sistemas utilizados pela empresa em campo consistem em uma câmara Insta 360° Pro, mostrada na Figura 4.

Figura 4: Imagem da câmara.



Fonte: Mitra, (2022).

E um Gns emlid reach 2, mostrado na Figura 5, que é responsável pela parte de posicionamento.

Figura 5: Imagem do gns utilizado.

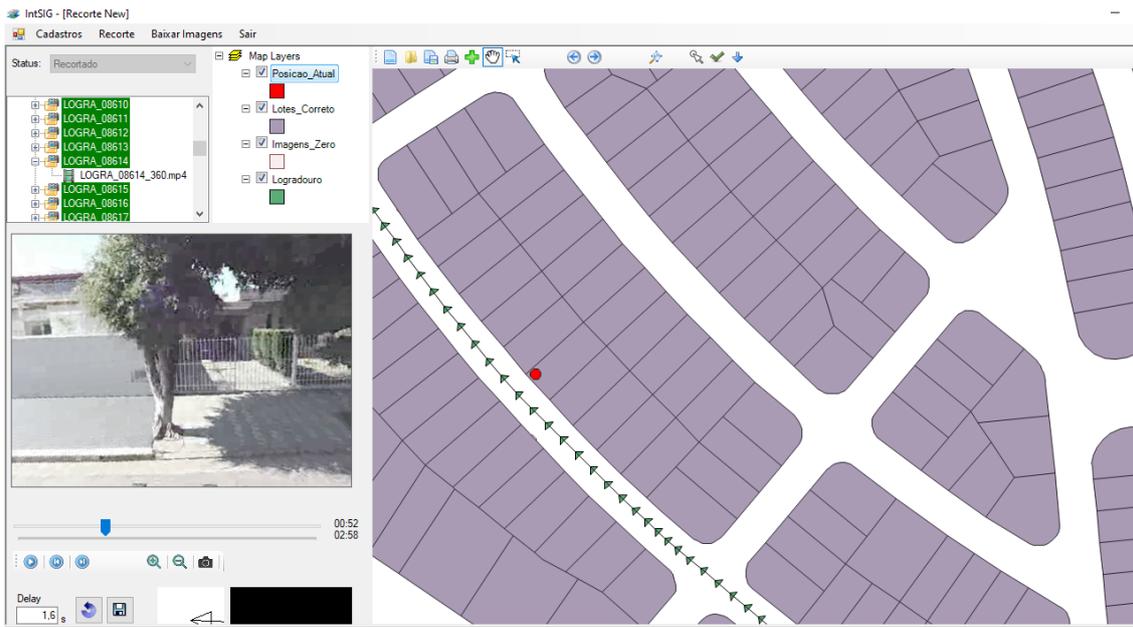


Fonte: Global GPS Systems (2022).

5.4 SOFTWARE DE PROCESSAMENTO

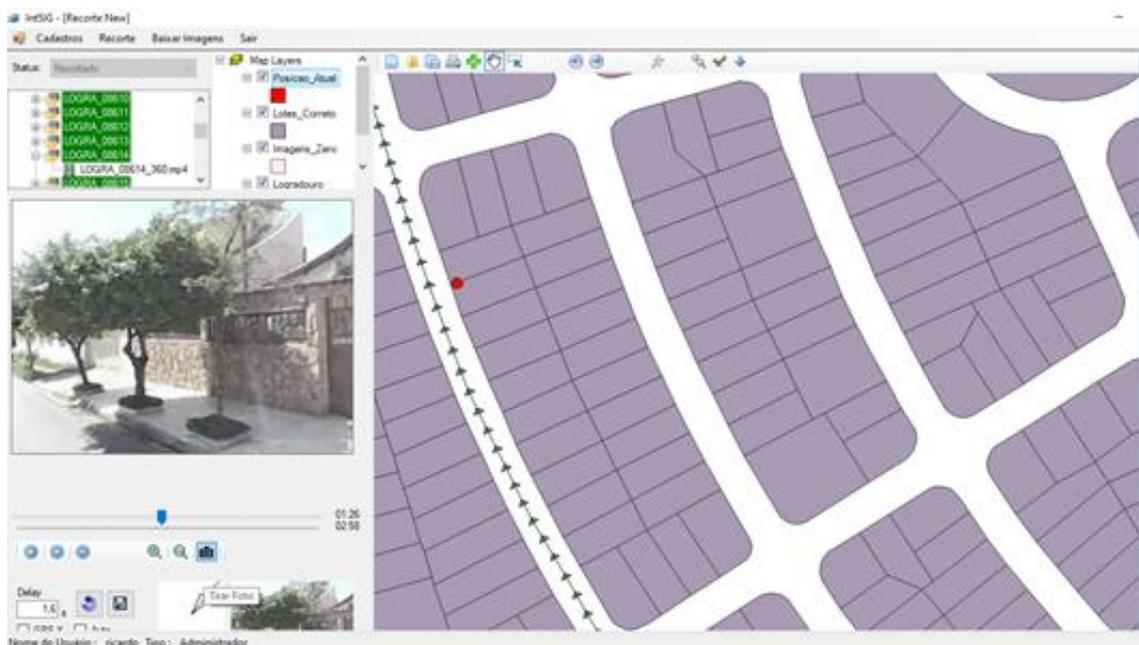
O processamento será feito através do software INTSIG que através de processo fotogramétrico obtém coordenadas fotogramétrica 3D das imagens 360° e terrestres das árvores, como exemplos nas Figuras 6,7 e 8 tem se visualização a interface gráfica do SIG.

Figura 6: Exemplo 1 da interface gráfica o software de processamento.



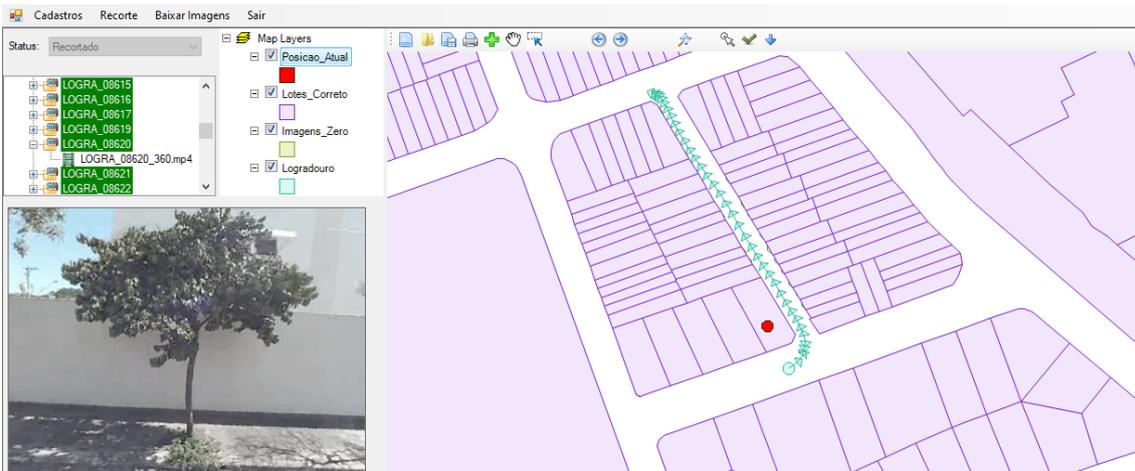
Fonte: A autora

Figura 7: Exemplo 2 da interface gráfica o software de processamento



Fonte: A autora

Figura 8: Exemplo 3 da interface gráfica o software de processamento

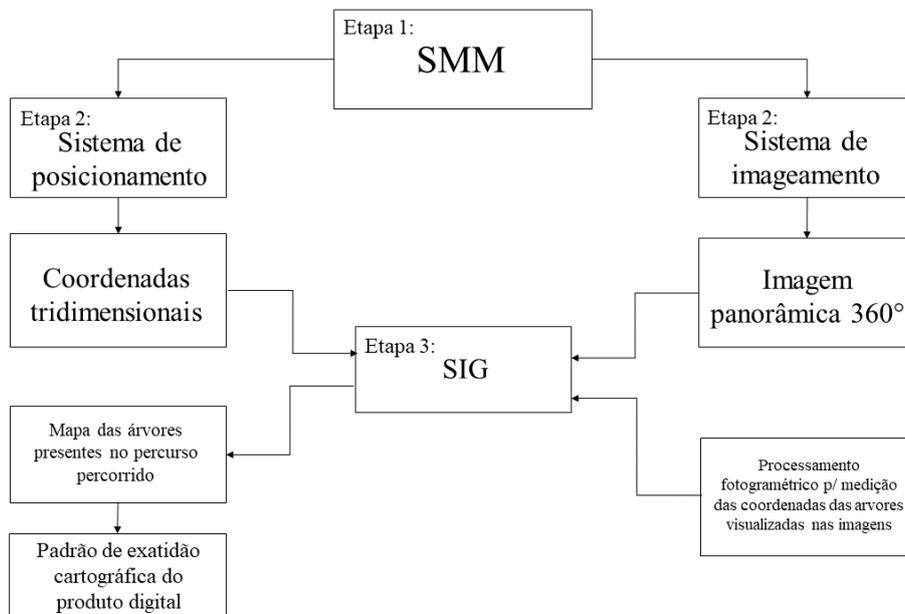


Fonte: A autora

Foi utilizado também o Qgis em sua versão 3.18 para coleta das coordenadas utilizadas como pontos de checagem através da base do Google e também para elaboração dos produtos cartográficos.

6-FLUXOGRAMA

Figura 9– Fluxograma da metodologia.



Fonte: A autora.

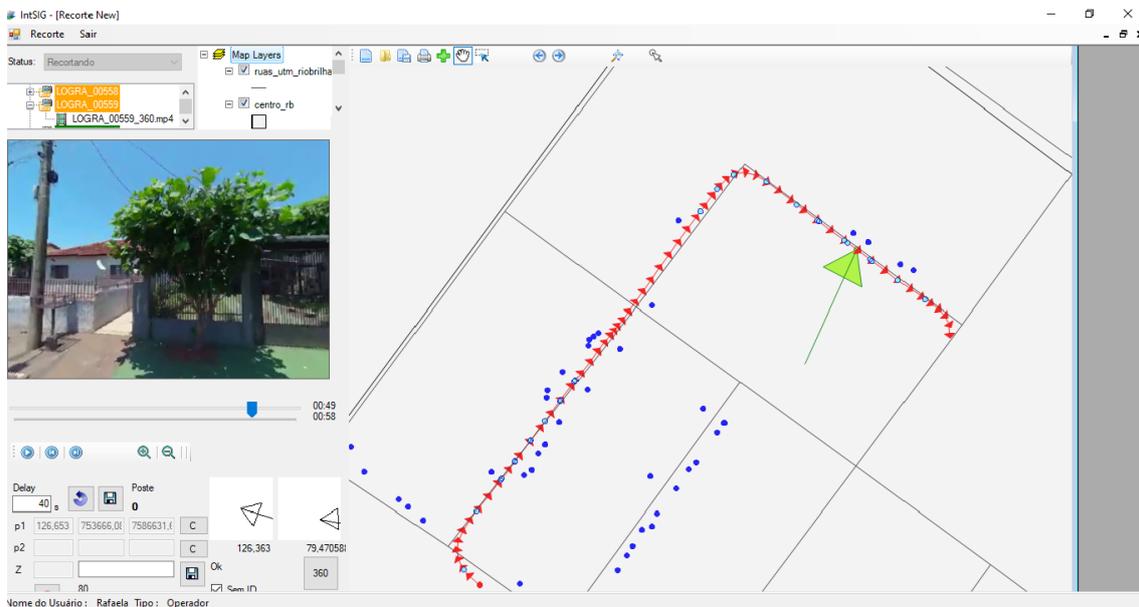
Partindo do SMM na etapa 1 que transitou coletando os dados de maneira sistemática, sendo estes dados imagens panorâmicas 360 graus e dados de posicionamento das árvores.

As imagens panorâmicas georreferenciadas geradas na etapa 2 foram visualizadas através do software de coleta de coordenadas das feições, no caso as árvores presentes no ambiente central urbano, esse software que é um SIG, na etapa 3 foi utilizado para o processamento fotogramétrico para medição das coordenadas 3D das árvores.

A medida que o vídeo prosseguia e no foco da imagem no canto inferior esquerdo mostrava uma árvore centralizada, a imagem é pausada e no meio do tronco da árvore, com o botão direito do mouse é coletado a primeira coordenada e com a mesma árvore ainda na imagem, passado dois ou três *frames* e, centralizado novamente o objeto na imagem e coletado novamente a coordenada do centro da árvore, como por exemplo na Figura 10 e 11 e assim pode ser feito o salvamento do ponto.

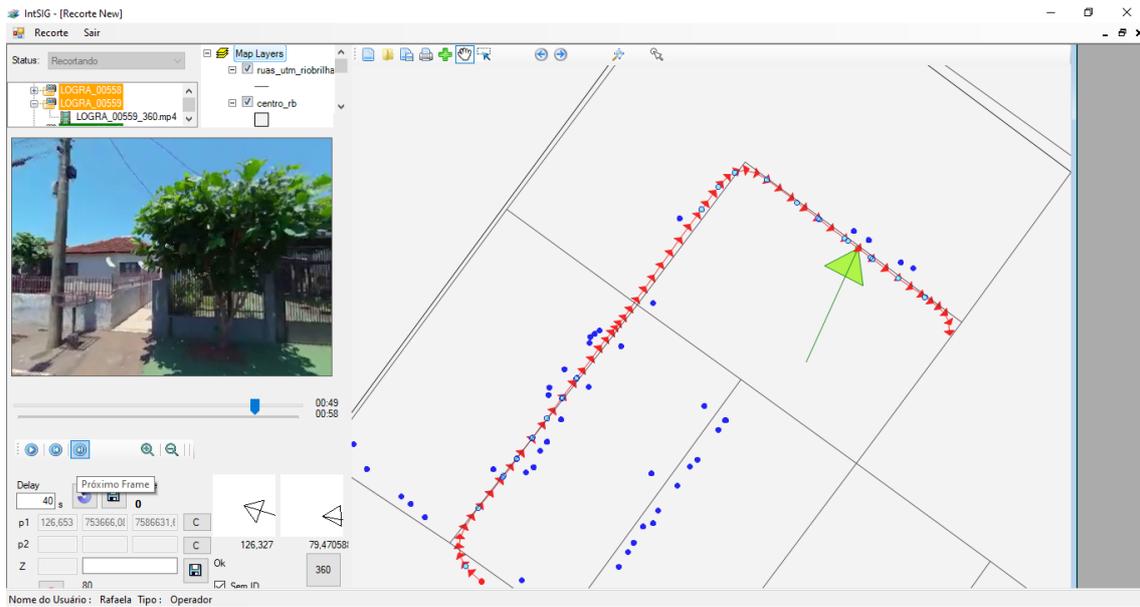
Após a coleta e salvamento desse ponto ele aparece como um ponto preto, como mostrado na Figura 12, e ao se coletar a próxima coordenada o ponto se materializa como azul e se mantém na interface.

Figura 10 – Imagem capturada da interface do software.



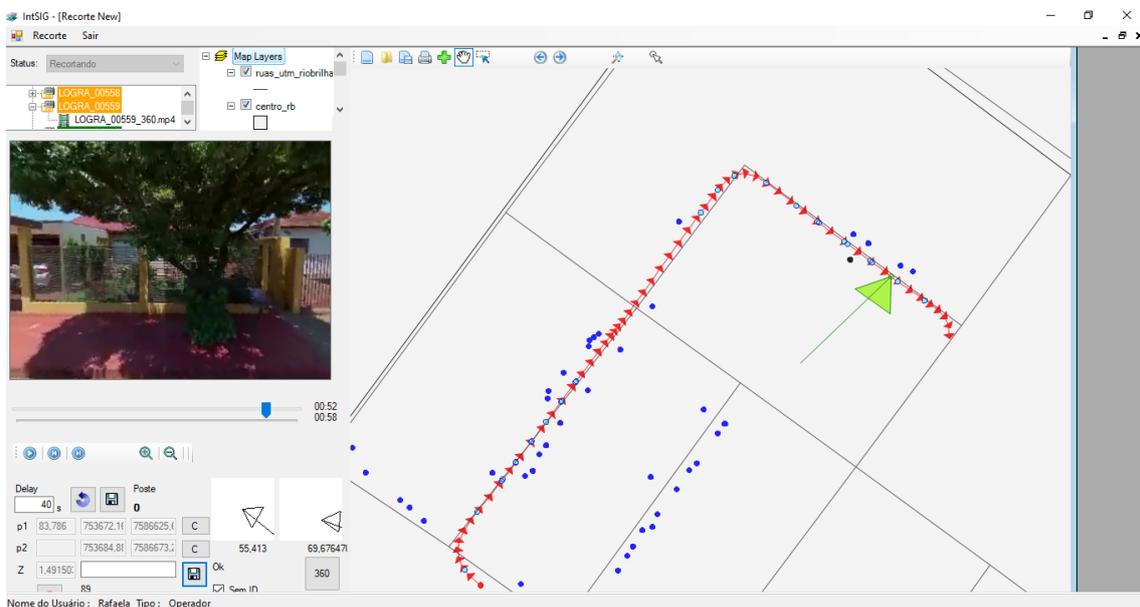
Fonte: A autora.

Figura 11 – Imagem capturada da interface do software.



Fonte: A autora.

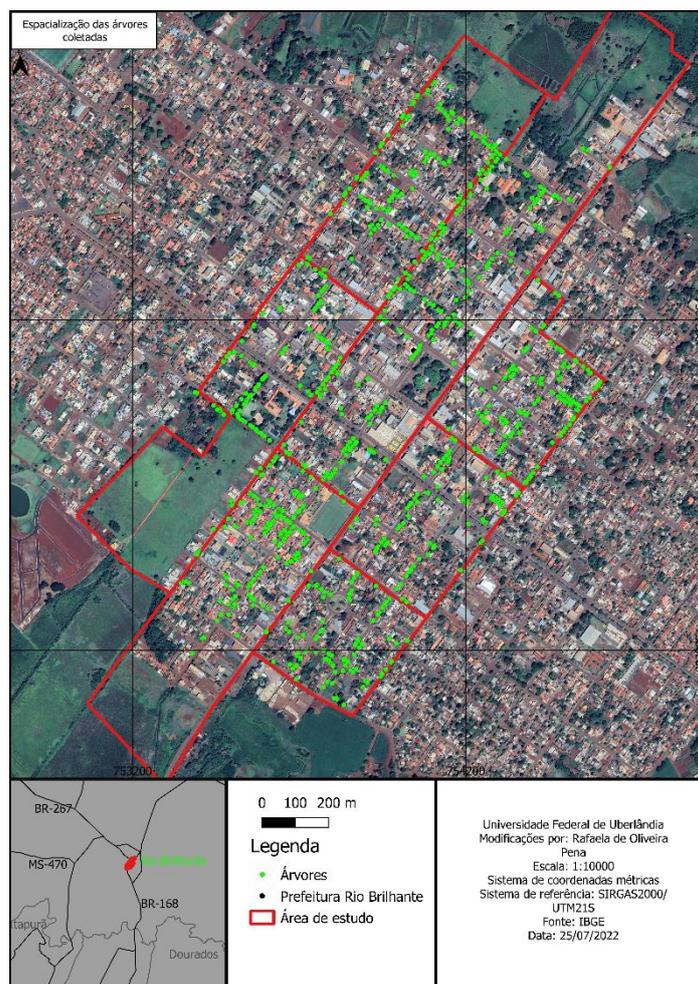
Figura 12 – Imagem capturada da interface do software.



Fonte: A autora.

Com todos os pontos coletados da região central, como mostrado na Figura 13, no banco de dados, foi gerado uma planilha com os dados dos pontos das árvores que foram possíveis de coletar e exportada e levada ao Qgis para elaboração dos mapas e coletar as coordenadas utilizadas no PEC.

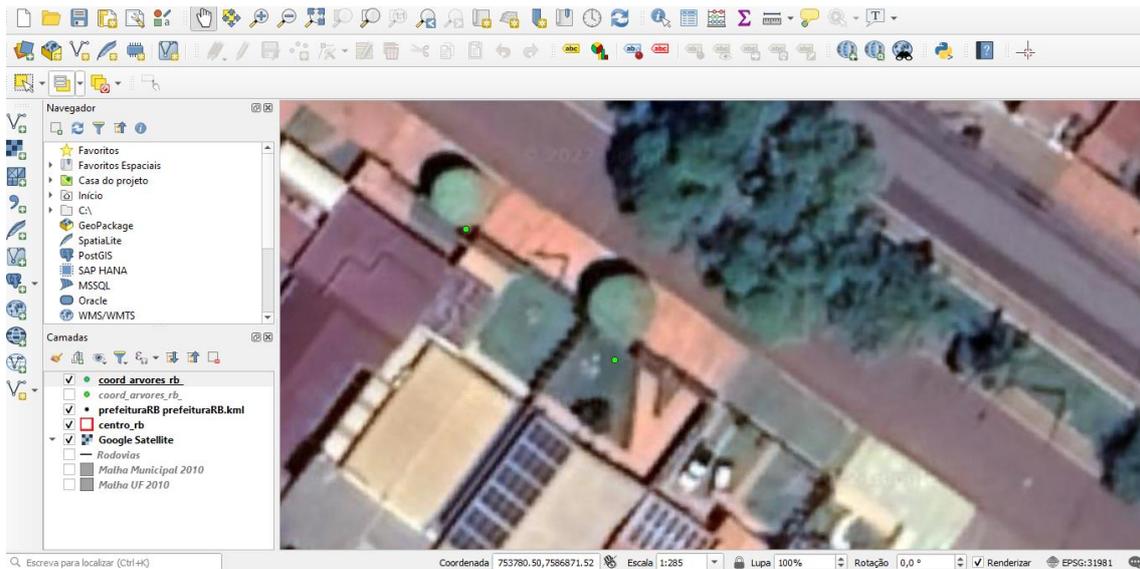
Figura 13: Mapa de todas as árvores coletadas.



Fonte: A autora.

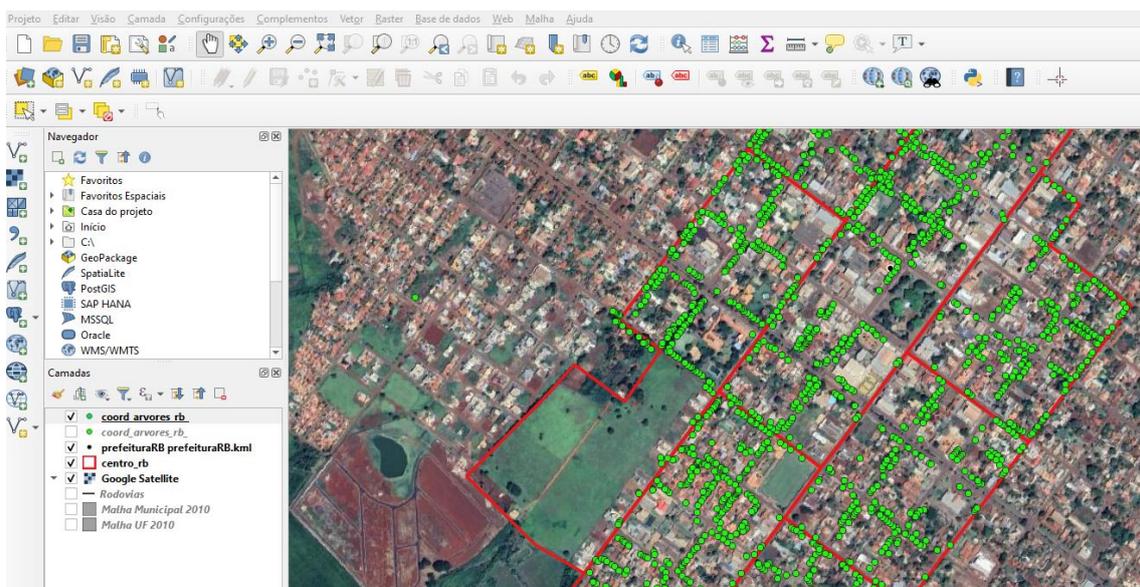
Após o carregamento da planilha com o total de 2371, no Qgis através de uma camada por texto delimitado foi verificado que alguns pontos se localizavam em áreas não correspondentes, tais como mostrados na Figura 14 e Figura 15, pontos esses que quando deslocados vão ocasionar uma grande variação na precisão do produto final, então esse pontos foram analisados e retirados da planilha.

Figura 14: Representação de um ponto deslocado.



Fonte: A autora.

Figura 15: Ponto deslocado da área de estudo.



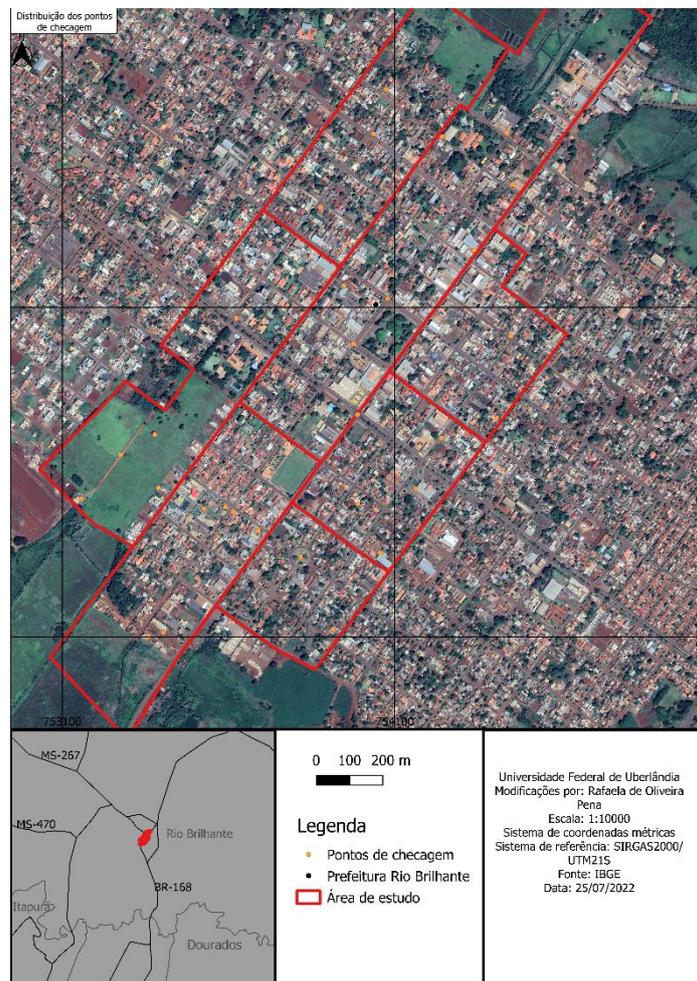
Fonte: A autora.

Com as coordenadas de checagem coletadas através da base do Google, de acordo com a Figura 16, através do *plugin Google Satellite*, com a ferramenta *coordinate capture* e anotadas e um arquivo já organizando de maneira padrão do GeoPEC e assim foi carregado o arquivo com as coordenadas coletadas no Qgis e as coordenadas das 30 árvores mais próximas aos pontos de checagem, como mostrado na Figura 17.

Para a elaboração do mapa das árvores presentes na área do percurso foi utilizada a planilha extraída do banco de dados do software com os dados de todas as feições coletada no INTSIG, juntamente com a *shapefile* de setores censitários coletado da base de dados do IBGE e a base do *Google Satellite*.

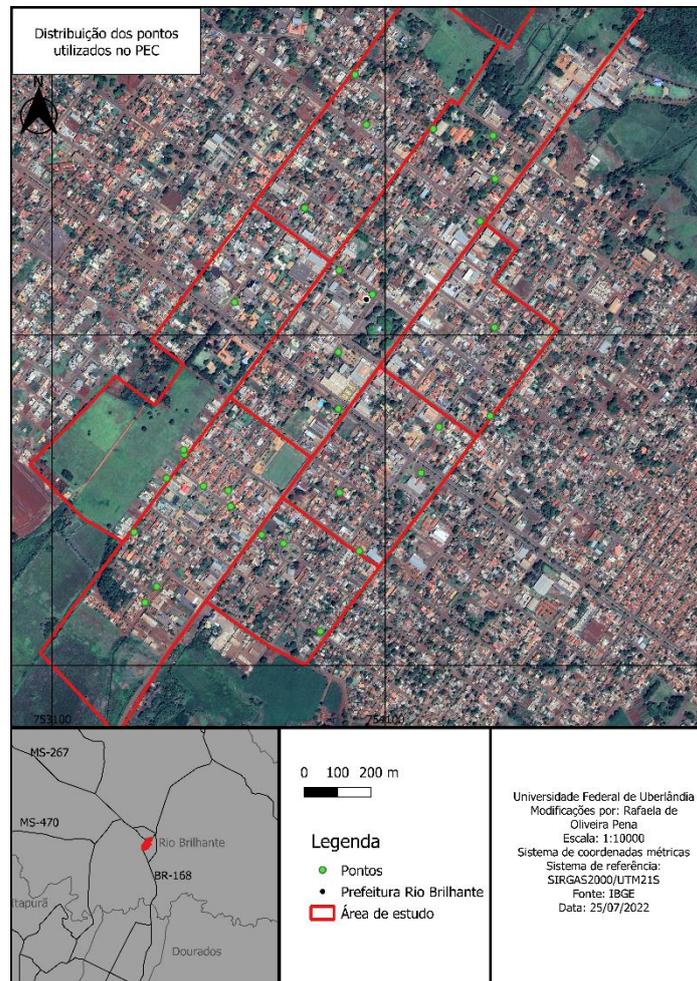
Partindo das coordenadas coletadas de maneira distribuída dentro da área como mostrado na Figura 18 foi organizado o arquivo com as coordenadas coletadas no software INTSIG e os pontos utilizados como checagem da base do Google e gerados os relatórios que seguem no Anexo A.

Figura 16: Mapa das coordenadas utilizadas no PEC.



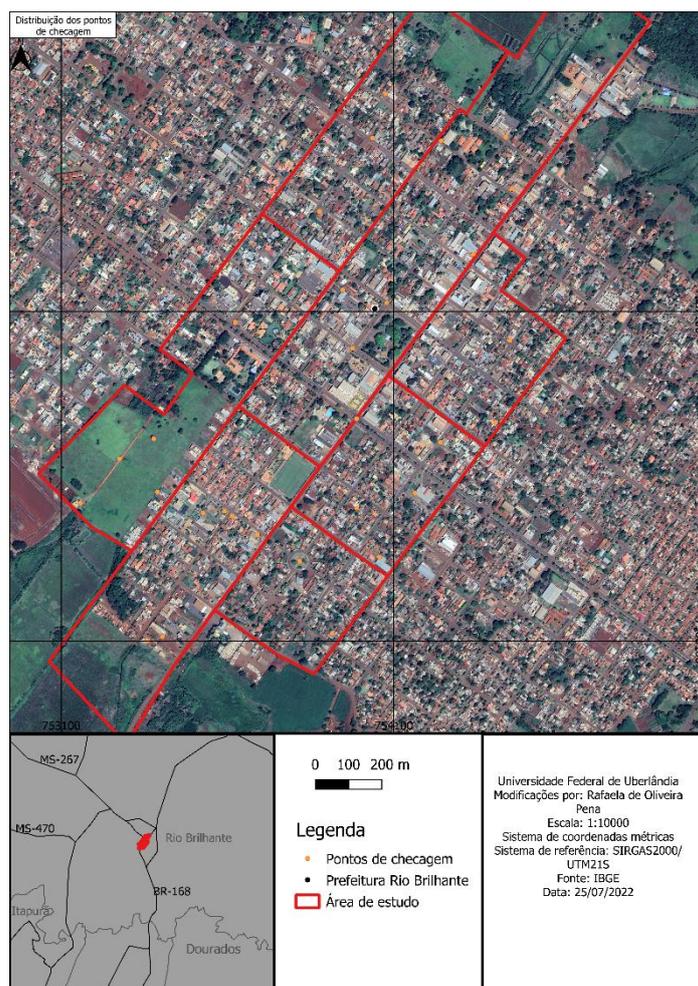
Fonte: A autora.

Figura 17: Mapa das coordenadas das árvores utilizadas no PEC.



Fonte: A autora.

Figura 18: Mapa das coordenadas utilizadas no PEC.



Fonte: A autora.

9 RESULTADOS E CONCLUSÕES

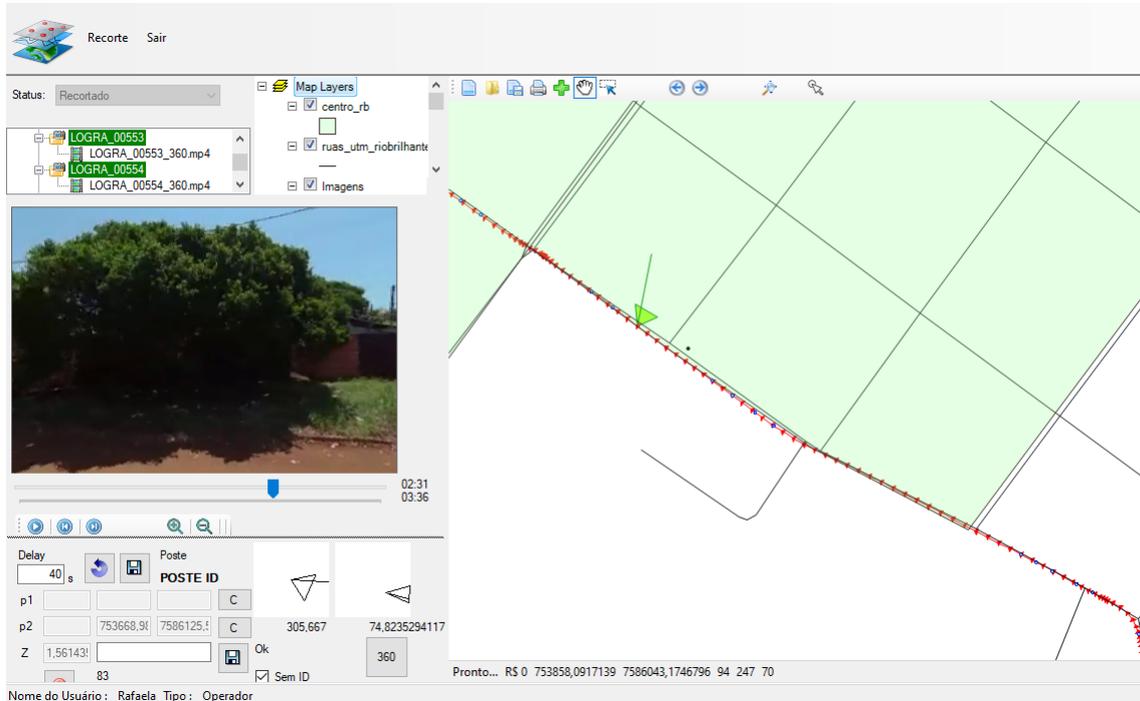
O presente trabalho tem o intuito de utilizar o SMM como uma ferramenta para coleta de imagens das árvores urbanas, realizar a integração destas imagens terrestres e elaborar mapas que possam permitir análises ambientais e políticas visando melhorar a arborização nos espaços de mais necessidade.

O trabalho também possibilitou o contato com uma tecnologia que vem sendo utilizada cada vez mais na coleta de dados geoespaciais georreferenciados em áreas urbanas e corredores de tráfego, que permitem o mapeamento de feições e cidades de maneira rápida e sistemática.

Uma das maiores dificuldades encontrada foi a coleta das coordenadas nos vídeos quando se gerava sombras, conseqüentemente existe um grande problema para se

pu­desse iden­ti­fi­car os tron­cos das árvo­res, fa­zen­do com que não seja pos­si­vel re­al­izar a co­le­ta da­que­le da­do, como mos­tra­do na Fi­gu­ra 19 a se­guir.

Fi­gu­ra 19: Exem­plo de não iden­ti­fi­ca­ção do tron­co da árvo­re.



Fonte: A autora.

Como mos­tra­do no tra­bal­ho a ques­ção da ilu­mi­na­ção por conta do ho­rá­rio de co­le­ta em cam­po oca­siona pro­ble­mas di­re­ta­men­te no pro­ces­sa­men­to, pois a falta de coor­de­na­das co­le­ta­das com pre­ci­são afeta di­re­ta­men­te no PEC.

REFERÊNCIA

BARBOSA, Ricardo Luís et al. Quantificação e georreferenciamento semiautomático de árvores urbanas. **REVSBAU**, Curitiba-PR, v13, n. 4, p. 41-53, 2018. Disponível em <<https://www.academia.edu/download/69628394/pdf.pdf>>. Acesso em: 05 dez 2021.

BRASIL. Decreto n. 89.817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Brasília, DF, jun, 1984. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d89817.htm>. Acesso em: 27 jul 2022.

DA SILVA, João Fernando Custódio. Mapeamento móvel no Brasil: Resultados obtidos com a utilização da unidade móvel de mapeamento digital. **SÉRIE EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS**. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, v. 2, p. 248-266, 2002. Disponível em <http://www2.fct.unesp.br/departamentos/cartografia/eventos/2002_I_SBG/htm/artigos/pdf/A_042.pdf> Acesso em: 01 mar de 2022.

ELLUM, Cameron; EL-SHEIMY, Naser. The development of a backpack mobile mapping system. **International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 33, n. B2; PART 2, p. 184-191, 2000. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.4.6463&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 10 mar 2022.

FERNANDES, Rafael Francisco et al. Avaliação e desenvolvimento de um sistema terrestre de mapeamento móvel de baixo custo, 2021. Disponível em: <<http://143.106.227.105/handle/REPOSIP/364660>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

FERNANDES, Rafael Francisco; DE OLIVEIRA, Henrique Cândido; GARCIA, Marcos Vinicius Yodono. Avaliação de sensores de baixo custo para uso em um sistema de mapeamento móvel. In: ANAIS DO XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2019, Santos. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos, INPE, 2019. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr->

2019/papers/avaliacao-de-sensores-de-baixo-custo-para-uso-em-um-sistema-de-mapeamento-movel_>. Acesso em: 27 jan. 2022.

GNSS EMLID REACH RS2. Disponível em <<https://globalgpsystems.com/emlid-reach-rs2-extension-pole-15cm/>> Acesso em: 05 mar de 2021.

MIRANDOLA, Patrícia Helena. A trajetória da tecnologia de sistemas de informação geográfica (SIG) na pesquisa geográfica. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros Seção Três Lagoas**, p. 21-37, 2004. Disponível em< <https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/1334/849> >. Acesso em: 13 dez 2021

OLIVEIRA, Elivagner Barros. Implementação do módulo de interseção fotogramétrica em um banco de imagens georreferenciadas: Presidente Prudente, 2003. Disponível em:< http://www2.fct.unesp.br/pos/cartografia/docs/teses/d_oliveira_eb.pdf>. Acesso em: 01 mar 2022.

RIO BRILHANTE. Projeto-lei nº40/2021 de 22 de setembro de 2021. Disponível em:<https://conteudo.camarariobrilhante.ms.gov.br/arquivos/projetolei/projetosDeleis_11102021111614_PL%2040-2021.pdf>.

SILVA, João Fernando Custódio et al. Aplicações e potencialidades do mapeamento móvel. 2012. Disponível em< http://docs.fct.unesp.br/departamentos/cartografia/eventos/2012_III_SBG/_artigos/A075.pdf >. Acesso em: 20 dez 2021

SILVA, João Fernando Custódio et al. Mapeamento de ruas com um sistema móvel de mapeamento digital. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 53, n. 1, 2001. Disponível em<http://www2.fct.unesp.br/docentes/cartogalo/web/projeto2007/pdf/2001_RBC_Silva_et_al.pdf >. Acesso em: 10 dez 2021

SIRVINSKAS, Luís Paulo. Arborização urbana e meio ambiente–Aspectos jurídicos. **Revista do Instituto de Pesquisas e Estudos**, v. 1, n. 1, p. 263-276, 2000. Disponível em: < <http://www.revistajustitia.com.br/artigos/7c2a76.pdf> >. Acesso em: 10 jan. 2022.

ANEXO A-RELATÓRIO DE CLASSIFICAÇÃO GEOPEC

1:2000

GeoPEC - Avaliação da Acurácia Posicional - [Acurácia Posicional - Decreto 89.817 / ET-CQDG]

Arquivo Entrada de dados Acurácia Posicional Amostragem Relatório Ajuda

Acurácia Posicional (Decreto 89.817 / ET-CQDG) - Planimetria

Escala de teste: 1/2000 Area de Estudo: 181 Unidades: ha

Nº Pts Total: 30
Nº Pts Excluídos do cálculo: 13

Distribuição Espacial | Teste de Normalidade | Tendência | Decreto 89.817 / ET-CQDG | Acurácia (Resumo Resultados)

Análise da Precisão
Decreto / ET-CQDG: **Sem Classificação**

Análise das tendências
T de Student: **Inconclusivo**
Média direcional: **Não Tendencioso**
variância circular: **Não há Tendência**

Padrão de Dist. Espacial
Vizinho mais próximo:
1º ordem: **Aleatório**
2º ordem: **Aleatório**
3º ordem: **Aleatório**

ACURÁCIA
Produto Não Acurado
[Metodologia Santos et al. (2016)]

Teste de Normalidade: **Amostra NÃO Normal**

Estatísticas	Este	Norte	Posicional
nº pontos	17	17	17
média	1,7989	-2,0949	7,2443
desvio	5,4951	5,7873	4,0038
variância	30,196	33,493	16,030
RMS	5,6264	5,9926	8,2199
máximo	12,8346	8,489	14,8071
mínimo	-6,4839	-12,581	1,1659
curtose	1,998	2,300	1,974
assimetria	0,156	0,142	0,364
soma	483,141	535,892	256,487
nº outliers	-	-	16

Ponto	Descrição	Discrep. E(m)	Discrep. N(m)	Discrep. Resultante	Azimute	Excluído?	Outlier
1	CP-01	-1,1496	-3,085	3,2922	200,4375	Sim	Sim
10	CP-10	-6,3796	6,122	8,8418	313,8196	Sim	Sim
11	CP-11	-2,4509	-1,884	3,0913	232,4506	Sim	Sim
12	CP-12	0,857	-0,36	1,3019	138,8306	Sim	Não
13	CP-13	1,5609	6,406	6,5394	13,634	Sim	Sim
14	CP-14	1,5576	-13,822	13,9906	173,1900	Sim	Sim
15	CP-15	1,1172	1,284	1,702	41,0263	Sim	Não
16	CP-16	5,9741	4,649	7,5699	127,8898	Sim	Sim
17	CP-17	2,712	5,515	6,1457	26,1896	Sim	Sim
18	CP-18	0,9027	-5,821	5,8906	171,186	Sim	Sim
19	CP-19	3,493	1,651	3,8635	64,7018	Sim	Sim
2	CP-02	-2,2156	-1,258	2,5478	240,4124	Sim	Sim
20	CP-20	-3,8586	5,928	7,0732	326,9395	Sim	Sim

Acurácia Posicional (Decreto 89.817 / ET-CQDG) - Planimetria

Escala de teste: 1/2000 Area de Estudo: 181 Unidades: ha

Nº Pts Total: 30
Nº Pts Excluídos do cálculo: 13

Distribuição Espacial | Teste de Normalidade | Tendência | Decreto 89.817 / ET-CQDG | Acurácia (Resumo Resultados)

Análise da Precisão
Decreto / ET-CQDG: **Sem Classificação**

Análise das tendências
T de Student: **Inconclusivo**
Média direcional: **Não Tendencioso**
variância circular: **Não há Tendência**

Padrão de Dist. Espacial
Vizinho mais próximo:
1º ordem: **Aleatório**
2º ordem: **Aleatório**
3º ordem: **Aleatório**

ACURÁCIA
Produto Não Acurado
[Metodologia Santos et al. (2016)]

Teste de Normalidade: **Amostra NÃO Normal**

Estatísticas	Este	Norte	Posicional
nº pontos	17	17	17
média	1,7989	-2,0949	7,2443
desvio	5,4951	5,7873	4,0038
variância	30,196	33,493	16,030
RMS	5,6264	5,9926	8,2199
máximo	12,8346	8,489	14,8071
mínimo	-6,4839	-12,581	1,1659
curtose	1,998	2,300	1,974
assimetria	0,156	0,142	0,364
soma	483,141	535,892	256,487
nº outliers	-	-	16

1:5.000

Acurácia Posicional (Decreto 89.817 / ET-CQDG) - Planimetria

Escala de teste: 1/5000 Área de Estudo: 181 Unidades: ha

Nº Pts Total: 30
Nº Pts Excluídos do cálculo: 13

Distribuição Espacial Teste de Normalidade Tendência Decreto 89.817 / ET-CQDG Acurácia (Resumo Resultados)

Análise da Precisão Decreto / ET-CQDG: Sem Classificação Sem Classificação	Análise das tendências T de Student: Inconclusivo Média direcional: Não Tendencioso variância circular Não há Tendência	Padrão de Dist. Espacial Vizinho mais próximo: 1º ordem: Aleatório 2º ordem: Aleatório 3º ordem: Aleatório	ACURÁCIA Produto Não Acurado [Metodologia Santos et al. (2016)]
---	---	--	---

Teste de Normalidade: **Amostra NÃO Normal**

Estatísticas	Este	Norte	Posicional
nº pontos	17	17	17
média	1,7989	-2,0949	7,2443
desvio	5,4951	5,7873	4,0038
variância	30,196	33,493	16,030
RMS	5,6264	5,9926	8,2199
máximo	12,8346	8,489	14,8071
mínimo	-6,4839	-12,581	1,1659
curtose	1,998	2,300	1,974
assimetria	0,156	0,142	0,364
soma	483,141	535,892	256,487
nº outliers	-	-	14