



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**Departamento de Ciências Exatas e da Terra – DCET / Campus I**  
**Programa de Pós-Graduação em Estudos Territoriais – PROET**

**LUIZ ANTÔNIO DE ALMEIDA MELO**

**O USO DAS TECNOLOGIAS LIVRES NO MAPEAMENTO URBANO DE CIDADES DE PEQUENO PORTE, ESTUDO DE CASO EM PIRAIÁ DO NORTE (BA)**



SALVADOR – BAHIA 2025



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**Departamento de Ciências Exatas e da Terra – DCET / Campus I**  
**Programa de Pós-Graduação em Estudos Territoriais – PROET**

**LUIZ ANTÔNIO DE ALMEIDA MELO**

**O USO DAS TECNOLOGIAS LIVRES NO MAPEAMENTO URBANO DE CIDADES  
DE PEQUENO PORTE, ESTUDO DE CASO EM PIRÁÍ DO NORTE (BA)**

Dissertação apresentada à Linha de Pesquisa **Planejamento, Ordenamento e Gestão Territorial e Ambiental** do curso de Pós-graduação em Estudos Territoriais (PROET), do Departamento de Ciências Exatas e da Terra I, como requisito obrigatório para obtenção do título de mestre(a) em Estudos Territoriais pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB).  
Orientador: Prof. Dr. Gustavo Barreto Franco

**SALVADOR – BAHIA, 2025**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Biblioteca Professor Edivaldo Machado Boaventura – UNEB – Campus I  
Bibliotecária: Célia Maria da Costa - CRB-5/918

M528u Melo, Luiz Antônio de Almeida

O uso das tecnologias livres no mapeamento urbano de cidades de pequeno portes, estudo de caso em Piraí do Norte (BA) / Luiz Antônio de Almeida Melo . – Salvador, 2025.

101 f. : il.

Orientadora: Gustavo Barreto Franco.

Coorientadora: Jussara Fraga Portugal.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Campus I. Programa de Pós-Graduação em Estudos Territoriais – PROET, 2025.

Contém referências.

1. Cartografia – Piraí do Norte (BA) – Inovações tecnológicas. 2. Sistema de informação geográfica - Piraí do Norte (BA). 3. Mapeamento digital - Piraí do Norte (BA). 4. Planejamento Urbano – Inovações tecnológicas - Piraí do Norte (BA). Mapas – Banco de dados - Piraí do Norte (BA). I. Franco, Gustavo Barreto. II. Portugal, Jussara Fraga. III. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Campus I. IV. Título.

CDD: 910.285




**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**Departamento de Ciências Exatas e da Terra – DCET / Campus I**  
**Programa de Pós-Graduação em Estudos Territoriais – PROET**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**


**Luiz Antônio de Almeida Melo**

**O USO DAS TECNOLOGIAS LIVRES NO MAPEAMENTO URBANO DE**  
**CIDADES DE PEQUENO PORTE, ESTUDO DE CASO EM PIRAÍ DO NORTE**  
**(BA)**


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Estudos Territoriais, do Departamento de Ciências Exatas e da Terra I, da Universidade do Estado da Bahia, *Campus I*, Salvador/Bahia, em 16 de outubro de 2025, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Mestre (a) em Estudos Territoriais, composta pela Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 **GUSTAVO BARRETO FRANCO**  
Data: 04/03/2026 13:35:00-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Gustavo Barreto Franco – Orientador**  
Universidade do Estado da Bahia - UNEB  
Doutor em Engenharia Civil – Geotecnia Ambiental, pela Universidade Federal de Viçosa - UFV  
Pós-Doutorado em Engenharia Agrícola, pela Universidade Federal de Viçosa - UFV

Documento assinado digitalmente  
 **EDUARDO MANUEL DE FREITAS JORGE**  
Data: 10/03/2026 08:27:07-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Eduardo Manuel de Freitas Jorge – Membro interno**  
Universidade do Estado da Bahia - UNEB  
Doutor em Difusão do Conhecimento, pela Universidade Federal da Bahia - UFBA  
Pós-Doutorado em Ciência de Dados com Inteligência Artificial, pelo SENAI CIMATEC

Documento assinado digitalmente  
 **RONALDO LIMA GCMES**  
Data: 04/03/2026 15:54:15-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Ronaldo Lima Gomes – Membro externo**  
Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC  
Doutor em Geotecnia, pela Universidade de São Paulo – USP  
Pós-Doutorado em Geotecnia, pela Universidade Federal de Viçosa - UFV

## Dedicatória

Às  
Grandes inspirações e amores da minha vida, Anelise e Luiza, que jamais deixem de acreditar na força dos seus sonhos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, disposição, curiosidade e oportunidades, concedidas durante toda a minha experiência humana neste mundo.

À minha família, que é o alicerce da minha vida: minha esposa Anelise, pelo amor, incentivo, compreensão e companheirismo; minha filha Luiza, pela inspiração diária e razão maior dos meus esforços; e aos meus cunhados Angélica e Jorge, pelo apoio constante.

Ao meu pai (*in memoriam*), por toda a dedicação em minha educação e pela confiança nos meus potenciais e à minha mãe, pelo exemplo de perseverança e gosto pelo estudo, que sempre me inspiraram a seguir em frente.

Ao PROET – Programa de Pós-Graduação em Estudos Territoriais, pela inspiração de seus grandes professores, que me motivaram a retomar os estudos, aperfeiçoando e potencializando a minha trajetória acadêmica e profissional.

Aos colegas da CONDER, pelo apoio e incentivos constantes, em especial à Gleika Fonseca e Amós Terranova, pela confiança depositada em meu trabalho e pela compreensão diante das demandas de conciliação entre a pesquisa e as atividades profissionais.

Aos amigos e colegas de jornada, que de diferentes formas contribuíram com palavras, gestos e incentivos ao longo deste processo.

Ao meu orientador, professor Doutor Gustavo Franco, pela paciência, orientação, apoio e confiança, fundamentais para o amadurecimento desta dissertação.

A todos, minha sincera gratidão.

## RESUMO

Esta dissertação teve como objetivo construir um modelo de base cartográfica com dados urbanísticos, utilizando plataformas de Informações Geográficas Voluntárias (IGV) como pilares fundamentais para promoção de uma gestão territorial mais eficiente em cidades de pequeno porte, tendo a cidade de Piraí do Norte, no estado da Bahia, como estudo de caso. A pesquisa aborda o tema da Informação Geográfica Voluntária a partir de uma análise teórica e prática. No campo conceitual, foram analisados os avanços da internet e as contribuições de Howe (2009) sobre o compartilhamento de conhecimento em comunidades virtuais, bem como os conceitos de Goodchild (2007) que, com o avanço da tecnologia dos *smartphones*, vem transvertendo o cidadão comum em um “sensor”, capaz de coletar, compartilhar dados e informações espaciais, suplementando as fontes oficiais e auxiliando na captura do mundo real. Também são analisados os benefícios do uso de *softwares* livres, em conformidade com as diretrizes de Stallman (2002), que reforçam a liberdade no acesso e na produção de informações. No âmbito prático, a pesquisa averiguou aplicações implementadas pela Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul, a análise de uma compatibilização semântica em Curitiba, um mapeamento comunitário na favela de Kibera, em Nairobi, Quênia (Hagen, 2017), além de um mapeamento de comunidades precariamente mapeadas em Tefé, no Amazonas. Também foram analisadas diferentes plataformas de IGV, como *Waze*, *Mapillary*, *iNaturalist*, e principalmente, o *OpenStreetMap*. A metodologia incluiu visitas de campo em dois bairros do município de Piraí do Norte, visando à coleta de dados urbanísticos. As ferramentas empregadas para a coleta e tratamento das informações foram os *softwares* livres *QGIS* e *WebODM*, que possibilitaram a geração de ortomosaico, além de um drone de pequeno porte. Os produtos resultantes subsidiaram a construção de uma base cartográfica voltada com informações de IGV, permitindo maior detalhamento na representação espacial da cidade. A partir desse processo, elaborou-se uma base de dados georreferenciada contendo algumas informações urbanísticas, como o sistema viário, edificações e áreas de uso público, contribuindo para a compreensão das potencialidades da IGV no planejamento territorial e no fortalecimento de iniciativas colaborativas de mapeamento.

Palavras-chave: Informação Geográfica Voluntária; OpenStreetMap; Geoprocessamento; SIG.

## ABSTRACT

This dissertation aimed to develop a cartographic database model with urban planning data, using Volunteered Geographic Information (VGI) platforms as fundamental pillars to promote more efficient territorial management in small cities, taking the city of Piraí do Norte, in the state of Bahia, as a case study. The research addresses the theme of Volunteered Geographic Information through both theoretical and practical analysis. In the conceptual field, advances in the internet and the contributions of Howe (2009) on knowledge sharing in virtual communities were examined, as well as the concepts of Goodchild (2007), who argues that, with the advancement of smartphone technology, the ordinary citizen has been transformed into a “sensor,” capable of collecting and sharing spatial data and information, supplementing official sources and assisting in capturing the real world. The benefits of using free software were also analyzed, in accordance with the guidelines of Stallman (2002), which reinforce freedom in access to and production of information. In the practical scope, the research investigated applications implemented by the Municipal Government of Jaraguá do Sul, the analysis of semantic compatibility in Curitiba, community mapping in the Kibera slum in Nairobi, Kenya (Hagen, 2017), as well as mapping of poorly mapped communities in Tefé, Amazonas. Different VGI platforms were also analyzed, such as Waze, Mapillary, iNaturalist, and especially OpenStreetMap. The methodology included field visits to two neighborhoods in the municipality of Piraí do Norte, aiming to collect urban data. The tools used for data collection and processing were the free software QGIS and WebODM, which enabled the generation of an orthomosaic, in addition to a small drone. The resulting products supported the construction of a cartographic base focused on VGI information, allowing greater detail in the spatial representation of the city. From this process, a georeferenced database was developed containing some urban information, such as the road system, buildings, and public-use areas, contributing to the understanding of the potential of VGI in territorial planning and in strengthening collaborative mapping initiatives.

Keywords: Volunteered Geographic Information; OpenStreetMap; Geoprocessing; GIS.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolução dos aparelhos de telefonia móvel. ....	25
Figura 2. Interface da plataforma GeoJaraguá. ....	29
Figura 3: Trechos do mapa antes e após a compatibilização semântica. ....	30
Figura 4: Capacitação para o mapeamento e o mapa elaborado. ....	31
Figura 5: Agrovila Flor Agrícola no OSM, na foto <i>Maxar</i> e no SIG ....	32
Figura 6: Interface da página web do <i>OpenStreetMap</i> . ....	34
Figura 7: Interface da página <i>web</i> da wiki das etiquetas ( <i>TAG's</i> ). ....	35
Figura 8. Interface do <i>website</i> da HOT. ....	37
Figura 9. interface da plataforma <i>Tasking Manager</i> . ....	38
Figura 10. interface do <i>OpenAerialMap</i> . ....	40
Figura 11. Interface do <i>website</i> do <i>Waze</i> . ....	41
Figura 12. Interface do <i>iNaturalist</i> na versão <i>web</i> e <i>Android</i> . ....	42
Figura 13: Fluxograma do percurso metodológico. ....	49
Figura 14: Fluxograma da Etapa 01 e suas 02 fases. ....	50
Figura 15: Fluxograma da fase 01. ....	51
Figura 16: Fluxograma da fase 02. ....	52
Figura 17: Fluxograma da etapa 02. ....	52
Figura 18: Fluxograma da etapa 03. ....	54
Figura 19: Fluxograma da etapa 04. ....	54
Figura 20: Fluxograma da etapa 03. ....	55
Figura 21: Interface do <i>Mapillary</i> na versão <i>web</i> e <i>Android</i> . ....	57
Figura 22. Modelo do Drone DJI Mavic Mini 2. ....	58
Figura 23: Mapa de localização do município de Piraí do Norte. ....	61
Figura 24: Malha dos setores censitários de Piraí do Norte. ....	62
Figura 25: Pirâmide etária do município de Piraí do Norte. ....	63
Figura 26: Mapa mental do bairro Acelino Mamédio. ....	67
Figura 27: Interface do <i>Google Maps</i> destacado em azul as ruas levantadas. ....	68
Figura 28: Interface do <i>Mapillary</i> na versão <i>web</i> . ....	69
Figura 29: Suporte de sucção para fixação de <i>smartphone</i> em para-brisa. ....	69
Figura 30: Mapa de localização dos pontos de decolagem. ....	70

Figura 31: Layout ilustrando a sobreposição das fotos. ....	71
Figura 32: Interface do Litchi na versão <i>web</i> . ....	71
Figura 33: Interface do <i>Litchi</i> na versão <i>mobile</i> . ....	72
Figura 34: Janela de criação do novo projeto. ....	74
Figura 35: Nuvem de pontos do bairro Acelino Mamédio. ....	75
Figura 36: MDE e MDE do bairro Acelino Mamédio. ....	76
Figura 37: Ortomosaico do bairro Antônio Mamédio. ....	76
Figura 38: Ortomosaico do bairro Acelino Mamédio. ....	77
Figura 39: Interface do WebODM e a janela de exportação para o OAM. ....	77
Figura 40: Interface da Plataforma OpenStreetMap. ....	78
Figura 41: Interface do OSM, destaque para o bairro Acelino Mamédio. ....	79
Figura 42: Interface do OSM em modo de edição. ....	80
Figura 43: Interface do OSM com foto referência em modo edição. ....	80
Figura 44: Interface do OSM com foto referência em modo edição. ....	81
Figura 45: Interface OSM com menu de opções de imagens de fundo. ....	82
Figura 46: Interface OSM com as janelas de informações das TAG's. ....	82
Figura 47: Interface do <i>RapiD</i> com a detecção de edificações na sede. ....	84
Figura 48: Interface do <i>RapiD</i> na detecção de edificações na zona rural. ....	84
Figura 49: Antes e o depois do mapeamento. ....	85
Figura 50: Ícone da extensão <i>OSMDownloader</i> . ....	86
Figura 51: Banco de dados em formato de Tabela de atributos no QGIS. ....	87
Figura 52: Mapas dos acabamentos das fachadas. ....	88
Figura 53: Mapas dos tipos de pavimentação das vias. ....	89
Figura 54: Mapas dos tipos de material dos telhados. ....	89
Figura 55: Mapas do uso do solo. ....	90
Figura 56: Mapas do gabarito das edificações. ....	90

## LISTA DE SIGLAS

AI – *Artificial Intelligence* (Inteligência Artificial)

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações

ARPANET - *Advanced Research Projects Agency Network* (Rede da Agência de Projetos de Pesquisa Avançada)

CAER - Certificado de Aeronavegabilidade Especial de RPA

CAR – Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional

CNN - *Convolutional Neural Networks* (Redes Neurais Convolucionais)

CONDER - Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo

DJI - *Dà-Jiāng Innovations Science and Technology*

FAB – Força Aérea Brasileira

GB - *Gigabytes*

GIS - *Geographic Information System* (Sistema de Informações Geográficas)

GML - *Geography Markup Language* (Linguagem de Marcação Geográfica)

GPL - *General Public License* (Licença Pública Geral)

GPS – *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)

GSV - *Google Street View*

HD – *High Definition/ Hard Disk* (Alta Definição)

HOT - *Humanitarian OpenStreetMap Team* (Equipe Humanitária OpenStreetMap)

IA – Inteligência Artificial

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IGV - Informação Geográfica Voluntária

ISO - *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização)

HTML - *Hyper Text Markup Language* (Linguagem de Marcação de hipertexto)

HTTP - *Hypertext Transfer Protocol* (Protocolo de Transferência de Hipertexto)

MDT - Modelo Digital de Terreno

MDE - Modelo Digital de Elevação

MP - *Megapixel*

OACI - Organização da Aviação Civil Internacional

OAM – *OpenAerialMap*

OGC - *Open Geospatial Consortium*

OSM - *OpenStreetMap*

PIB – Produto Interno Bruto

PMJS – Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul

PMPN – Prefeitura Municipal de Piraí do Norte

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PRODUR - Programa de Administração Municipal e Desenvolvimento de Infraestrutura Urbana

RAM - *Random Access Memory* (Memória de Acesso Aleatório)

RPA – Aeronave Remotamente Pilotada

RBAC-E – Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial

SARP 1- Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas

SARP 2- *Standard and Recommended Procedures*

SD - *Secure Digital Card*

SINTER - Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais

SISANT - Sistema de Aeronaves não Tripuladas

SSD - *Solid State Drive* (Unidade de estado sólido)

TB - *Terabyte*

TI – Tecnologia da Informação

TIBS - Território de Identidade Baixo Sul

TL – Tecnologias Livres

VANT – Veículo Aéreo Não Tripulado

VGI - *Volunteered Geographical Information* (Informação Geográfica Voluntária)

UAV – *Unmanned Aerial Vehicle* (Veículo Aéreo Não Tripulado)

UNEB – Universidade do Estado da Bahia

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UFPR – Universidade Federal do Paraná

URL - *Uniform Resource Locator* (Localizador Uniforme de Recursos)

WWW - *World Wide Web* (Rede Mundial de Computadores)

WCS - *Web Coverage Service* (Serviço de Cobertura Web)

WMS - *Web Map Service* (Serviço de Mapa Web)

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	20
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.1 A <i>WEB 2.0</i> .....	21
2.2 O CROWDSOURCING .....	22
2.3 A INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA VOLUNTÁRIA (IGV).....	24
2.4 APLICAÇÕES PRÁTICAS E ESTUDOS .....	28
2.5 AS PLATAFORMAS DIGITAIS DO IGV .....	33
2.6 AS TECNOLOGIAS LIVRES .....	43
2.7 SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS - DRONE .....	46
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>48</b>
3.1 PERCURSO METODOLÓGICO .....	49
3.2 ETAPAS DA PESQUISA .....	50
3.3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	56
3.4 LOCAL DA PESQUISA .....	60
<b>4.0 EXPERIMENTO PRÁTICO .....</b>	<b>65</b>
4.1 ETAPA 01 – A COLETA DE DADOS EM CAMPO.....	65
4.2 ETAPA 02 – PROCESSAMENTO DAS IMAGENS .....	74
4.3 ETAPA 03 – INCLUSÃO DOS DADOS NO OPENSTREETMAP .....	78
4.4 ETAPA 04 – BASE DE DADOS .....	85
4.5 ETAPA 05 – PRODUTOS CARTOGRÁFICOS .....	88
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>91</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>93</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A cartografia é uma ferramenta essencial para o planejamento territorial, gestão de recursos e tomada de decisões em diversas áreas, como meio ambiente, infraestrutura e políticas públicas (Polidoro, 2010). Contudo, o Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey*), maior agência de mapeamento civil dos Estados Unidos, não atualiza seus mapas regularmente e muitos países em desenvolvimento não mantêm programas nacionais de mapeamento (Goodchild et al., 2007). Além disso, a limitação de equipes para realização de trabalhos de campo, a baixa periodicidade das coletas, a insuficiência de capacitação técnica, a morosidade dos procedimentos de levantamento e as diferenças quanto à homogeneidade e à completude dos dados, vem fazendo com fontes alternativas para a coleta e atualização de informações geográficas, possam ser relevantes alternativas a serem investigadas (Perdana, 2018).

O Brasil é um país com dimensões continentais, com mais de 8,5 milhões de km<sup>2</sup>, o que torna o seu mapeamento um complexo desafio logístico e financeiro. Quando consideramos que nível de detalhamento mínimo para a tomada de decisões pelos gestores públicos é a escala de 1:25.000, pouco mais de 1% do território está mapeado (Granemann, 2008 e Trino, 2005). Por falta de investimentos, o mapeamento de referência oficial, executado pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) e pela Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro, está desatualizado e/ou cobre o território de forma desigual (Camboim et al., 2015).

No mapeamento urbano, a situação é mais complexa, pois a competência pela produção dos mapas é compartilhada entre a União, os Estados e os Municípios (BRASIL, 2010a; BRASIL, 2010b). Apesar da autonomia dos municípios, os recursos financeiros destinados ao mapeamento são reduzidos, pois o orçamento municipal está diretamente ligado ao tamanho e da composição da base econômica, quantitativo populacional, de ser ou não capital do Estado e a capacidade de se habilitar para o recebimento de transferências do Estado e do Governo Federal (Garson, 2009).

Além da falta de produção, outro entrave no mapeamento do território brasileiro é a falta de padronização, pois somente em 2016 foram lançadas normas (DSG, 2017; DSG, 2016) que determinavam as especificações para a produção dos novos mapeamentos. Por outro lado, a falta de divulgação do que já foi mapeado, também gera a indisponibilidade de informação, em alguns casos existe a contratação de serviços de mapeamento em duplicidade, ocasionando o desperdício de recursos públicos, alterando a realidade do vazio cartográfico para o caos cartográfico (Oliveira e Ribeiro, 2008).

Apesar de existirem algumas iniciativas recentes para atualização e desenvolvimento das políticas cartográficas e geotecnológicas, a produção do mapeamento de referência urbano é onerosa (Goodchild, 2009). Além disso, a questão cartográfica brasileira não vem sendo considerada como política prioritária (Carissimi, 2011). Dentro deste contexto, o desenvolvimento do planejamento de políticas públicas, e do provimento de cartografia de base para serviços essenciais foram demasiadamente prejudicados (Trino, 2005). Além disso, a produção cartográfica é bastante desigual, enquanto alguns municípios possuem toda uma estrutura de apoio técnico e tecnológico, outros nem sequer possuem um profissional habilitado, departamento responsável pelo mapeamento municipal ou uma base cartográfica (Machado et al., 2016).

Por outro lado, a construção de sistemas integrados de informações geográficas confiáveis, poderiam colaborar com os processos de tomadas de decisões estratégicas em níveis nacional, regional, estadual e municipal, entretanto fatores, principalmente econômicos, impediram o seu desenvolvimento (Chagas, 2017). A relevância do mapeamento do território brasileiro é evidenciada na Constituição de 1988, quando o conceito de território não se limita às simples fronteiras geográficas, mas o considera como um espaço dinâmico e multifacetado a ser estruturado de maneira justa e democrática. Em seu artigo 182, é destacada a importância de se realizar o mapeamento do território urbano, visando garantir com que as cidades e seus espaços, possam ser organizados de forma a atender as necessidades da população, considerando a equidade e a justiça social. Diante deste contexto, um mapeamento envolve o entendimento das condições sociais, econômicas e ambientais dos territórios urbanos, permitindo a formulação de políticas

públicas que atendam às realidades locais de maneira integrada e inclusiva, não se restringindo à simples cartografia. Além disso, o artigo 184, prevê que para o êxito do processo de redistribuição de terras e acesso à moradia digna às populações vulneráveis socialmente, a promoção do mapeamento é fundamental para o planejamento e a execução das políticas de reforma agrária. (BRASIL, 1988).

A Lei 10.257/2001, mais conhecida como Estatuto da Cidade, regulamenta e detalha os princípios constitucionais relativos ao desenvolvimento urbano e ao planejamento das cidades. A lei foi promulgada em 2001 e é considerada um grande marco para o entendimento da necessidade do mapeamento do território no contexto da urbanização e do desenvolvimento sustentável. No artigo 2.º, a lei define que o ordenamento do território urbano deve ser executado de maneira a garantir a função social da propriedade, a justiça social e a sustentabilidade ambiental. Neste sentido, o mapeamento do território assume um papel de grande importância na garantia das ações urbanísticas e as políticas públicas de habitação, saneamento, mobilidade e acessibilidade, para que atendam de forma equânime os diferentes segmentos da sociedade (BRASIL, 2001).

Outro ponto importante da lei supracitada, é o estabelecimento do instrumento específico para o planejamento urbano, o Plano Diretor. Segundo a legislação, um Plano Diretor deve ser elaborado pelos municípios, com a participação da sociedade, garantindo assim, que o mapeamento do território seja um processo inclusivo e democrático, envolvendo a população local na definição das políticas públicas, para orientar o uso e a ocupação do solo. A partir de 2006 sua implementação era obrigatória para municípios situados em regiões metropolitanas e conurbações, áreas de especial interesse turístico ou municípios com áreas onde poderão ser implementados empreendimentos de potencial impacto ambiental, além de municípios com mais de 20.000 habitantes (Carissimi, 2011).

Para Pereira (2001), o processamento de informações geográficas assumiu um papel estratégico na administração, planejamento e pesquisa das cidades. Porém, para que os gestores municipais possam utilizar as ferramentas de planejamento urbano, como o Plano Diretor, é necessário amplo conhecimento do território da cidade e compreender os aspectos sociais, além do funcionamento das atividades econômicas locais. Diante deste contexto, o mapa é a forma gráfica mais eficiente de

organizar dados espaciais, e o instrumento mais apropriado para sua interação é o Sistema de Informações Geográficas (SIG) (Elwood, 2006). Para Souza (1995), o território é a base das análises pertinentes ao geoprocessamento, sua compreensão e conhecimento prévio, permitem que as análises e reflexões sejam mais bem embasadas. Atualmente a integração e organização das informações geográficas podem ser feitas a partir dos SIG, onde através destes sistemas, novas informações podem ser geradas, melhorando o planejamento e a aprimorando as análises para a gestão do espaço físico, de forma programada, sistemática e simplificada, auxiliando assim nas tomadas de decisões (Aronoff, 1989).

De acordo com a Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), de 2021, 53,14% dos municípios brasileiros possuíam Plano Diretor, enquanto 46,71% ainda não o implementaram. Através da Tabela 01 é possível constatar algumas disparidades no território brasileiro, enquanto na região Nordeste 59,98% dos municípios não possuem Plano Diretor, apenas 21,39% da região sul e 39,11% do Norte ainda não elaboraram seus respectivos planos. Quando a análise é feita com municípios com população abaixo de 20.000 habitantes, o cenário tem contrastes mais evidentes, nacionalmente apenas 35,84% destes municípios possuem plano diretor. Na região nordeste, 82% dos municípios não possuem Plano Diretor, contra 71,93% nos municípios da região sul. Apesar disso, mesmo com maior disponibilidade de recursos técnicos e administrativos, a região sudeste possui apenas 25,63% de municípios com planos diretores, evidenciando a existência de outros fatores além dos regionais (IBGE, 2021).

Tabela 01 – Percentual de município com e sem PDDU e município com menos de 20.000 com e sem PDDU em 2021.

Região	Municípios brasileiros		Municípios com menos de 20.000 habitantes.	
	Com PDDU	Sem PDDU	Com PDDU	Sem PDDU
Norte	60,22%	39,11%	41,18%	58,43%
Nordeste	39,91%	59,98%	17,07%	82,84%
Sudeste	49,04%	50,96%	25,63%	74,37%
Sul	77,92%	21,83%	71,93%	28,07%
Centro - Oeste	48,61%	51,39%	31,21%	68,79%
<b>Brasil</b>	<b>53,14%</b>	<b>46,71%</b>	<b>35,84%</b>	<b>64,11%</b>

Adaptado por Luiz Melo, 2025.

Fonte: MUNIC - Pesquisa de Informações Básicas Municipais. IBGE, 2021.

Na Bahia, entre os anos de 1997 e 2004, a Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (CAR), com apoio da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER), coordenaram o Projeto Bases Cartográficas Municipais, no contexto do Programa de Administração Municipal e Desenvolvimento de Infraestrutura Urbana (PRODUR). O Programa ofereceu apoio técnico e financeiro às Prefeituras, com o objetivo de fomentar ferramentas de gestão municipal e melhoria da infraestrutura, através do financiamento da produção de bases cartográficas digitais das áreas urbanas. Neste foram selecionados 31 municípios da Bahia, que além das bases, implantaram ações para a disseminação da cultura do geoprocessamento. Nesta oportunidade foram oferecidas capacitação de técnicos e doação de equipamentos (CONDER, 2002).

O Projeto Bases Cartográficas Municipais obteve avanços pontuais, mas também evidenciou as limitações estruturais na incorporação das geotecnologias à gestão pública municipal, que na maioria dos casos, não foi capaz de sustentar o uso contínuo do geoprocessamento nas políticas públicas municipais. Até 2006 a guarda e atualização das bases cartográficas estavam sob a responsabilidade das secretarias de infraestrutura ou obras em 49% dos 31 municípios, evidenciando a desvinculação do planejamento estratégico e urbano. Em relação à questão tributária, apenas 23% das Secretarias de Fazenda municipais utilizavam os dados das bases. Outro problema observado foi a rotatividade de técnicos capacitados, nos anos iniciais do projeto (2001-2002) até 2006, apenas 61% dos municípios, manteve ao menos um técnico no quadro funcional, embora nem sempre exercendo atividades correlatas, comprometendo a perenidade do conhecimento técnico e a continuidade dos projetos (Castro, 2009). Atualmente os dados relativos a mapeamento municipal são elaborados pelo SEI (Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia), que produz e organiza informações territoriais, socioeconômicas e bases georreferenciadas voltadas ao planejamento público. Além disso, a CONDER que também atua na Região Metropolitana de Salvador, disponibiliza dados urbanos, projetos de infraestrutura e cartografia temática.

A compreensão limitada do potencial dos SIGs como instrumentos integradores de informações espaciais, ficou evidenciada no baixo percentual de uso prático das bases cartográficas por parte das prefeituras, onde suas aplicações se concentraram

em funções operacionais e pontuais, como a elaboração de planos diretores, projetos de engenharia e obras de infraestrutura. A elaboração de mapas temáticos foi a principal demanda para 36% dos municípios. Enquanto 30% destes se limitaram a usar ferramentas CAD. Somente 19% das prefeituras elaboraram e mantiveram os bancos de dados geográficos (Castro, 2009).

Quando se trata da disponibilização das informações em formato digital, em 2022 foi constatado que apenas 105 (1,88%) prefeituras municipais brasileiras possuíam mapas interativos digitais na internet. Entre os municípios com até 10.000 habitantes, 0,37% possuíam mapas interativos em SIG, na faixa de 10.000 a 100.000 habitantes, 1,07%, entre 100.000 a 1.000.000 de habitantes o percentual era de 16,83%. Nos municípios com mais de 1.000.000 habitantes, o índice é de 82,35%, comprovando que o índice populacional está diretamente relacionado ao uso de SIG e mapas interativos (Bufom, 2024).

Diante da contextualização apresentada, esta dissertação teve como objetivo construir uma base cartográfica com dados urbanísticos, cuja metodologia possa ser replicada, utilizando plataformas de Informações Geográficas Voluntárias (IGV) como pilares fundamentais para promoção de uma gestão territorial mais eficiente em cidades de pequeno porte, tendo a cidade de Piraí do Norte (Bahia) como estudo de caso, de modo a contribuir para a compreensão das potencialidades da IGV no planejamento territorial e no fortalecimento de iniciativas colaborativas de mapeamento.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Construir uma base cartográfica com dados urbanísticos utilizando plataformas de Informações Geográficas Voluntárias (IGV) como pilares fundamentais para promoção de uma gestão territorial mais eficiente em cidades de pequeno porte.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Investigar as tecnologias livres disponíveis e seus potenciais usos nos estudos territoriais, que utilizam os princípios das Informações Geográficas Voluntárias (IGV).
- II. Aplicar metodologias e técnicas específicas, para a coleta e organização de dados geográficos provenientes da IGV.
- III. Produzir um banco de dados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas, a partir de plataformas *web*, *softwares* livres e dados coletados “*in loco*”, tendo os bairros de Antônio Mamédio e Acelino Mamédio em Piraí do Norte (BA), como áreas de estudo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são apresentados os princípios e as tecnologias que fundamentam a criação e o compartilhamento de informações geográficas na atualidade. A Web 2.0 destaca-se por transformar a internet em uma plataforma interativa, incentivando a participação ativa dos usuários (Choudhury, 2014). O *Crowdsourcing* surge como um modelo fundamental para a mobilização coletiva, possibilitando que um grande número de pessoas contribua com informações e conhecimentos para projetos compartilhados (Howe, 2006). Nesse contexto, a Informação Geográfica Voluntária (IGV) assume papel relevante ao engajar os cidadãos na criação de dados espaciais, promovendo a democratização do acesso à informação e ampliando as bases de dados disponíveis. As plataformas digitais voltadas para IGV facilitam a organização e a disseminação dessas informações, ao passo que as tecnologias livres proporcionam maior liberdade, transparência no processo de desenvolvimento e difusão dessas ferramentas (Goodchild, 2009). Também são apresentadas quatro aplicações da IGV em contextos institucionais, acadêmicos e outras aplicações práticas. Por fim, a utilização de drones é apresentada como uma inovação tecnológica que amplia a coleta de dados geográficos, permitindo novas aplicações práticas (Magalhães, 2021).

### 2.1 A WEB 2.0

Desde os primeiros testes com a ARPANET (*Advanced Research Projects Agency Network* - Rede de Agências de Projetos de Pesquisa Avançada), nos anos 1960, o desenvolvimento tecnológico avançou significativamente até o surgimento da chamada internet que conhecemos hoje (Lins, 2013). Neste período a *web* passou por fases de desenvolvimento, a primeira fase foi denominada *Web 1.0* e tinha como principal característica *websites* de natureza estática, onde os usuários podiam acessar conteúdos, preencher formulários e clicar em *links*. Porém, essa realidade

mudou com o surgimento da *Web 2.0*, uma evolução da *Web 1.0*, na nova versão, as principais mudanças estão relacionadas na participação dos usuários, na colaboração, inteligência coletiva, padrões abertos e na personalização. Na *Web 2.0* a participação do usuário é ativa, possibilitando não apenas o consumo de conteúdo, mas também a criação, compartilhamento e alterações destes (Choudhury, 2014). Esse aperfeiçoamento levou a criação de diversas plataformas de mídia social, *blogs*, *wikis* e fóruns, todos estes serviços tiveram como objetivo fomentar a construção de conteúdo, como textos, fotos, vídeos e comentários (Goodchild, 2007).

A *Web 2.0* difundiu o uso de novos padrões abertos, como HTML5, CSS e *JavaScript*, que permitem maior interoperabilidade entre diferentes plataformas e dispositivos. O crescimento rápido do uso das redes sociais foi um dos aspectos mais visíveis da *Web 2.0*. Plataformas como *Youtube*, *Facebook*, *X* e *Instagram* permitiram que pessoas de todas as partes do mundo, se conectassem, compartilhassem informações pessoais e interesses com seus círculos de contatos, comunidades e grupos bem mais amplos (Primo, 2007).

## 2.2 O CROWDSOURCING

O aperfeiçoamento da internet e a difusão das plataformas digitais, transformaram a forma de trabalho e a conectividade global. O acesso quase ilimitado de informação impulsionou a criação de comunidades online, onde pessoas com, e sem formações específicas podem compartilhar conhecimentos e ideias (Howe, 2006). Dentro deste contexto, Howe (2006) analisa como grupos de pessoas geram ideias e soluções mais eficazes do que um indivíduo isoladamente, e cria o termo *Crowdsourcing*, que combina as palavras *crowd* (multidão) e *outsourcing* (terceirização). Nessa conjuntura, a inteligência coletiva é utilizada para a resolução de problemas, a realização de tarefas e a criação de produtos. Os colaboradores têm motivações distintas para participar de projetos de *Crowdsourcing*, alguns fazem por

prazer, altruísmo ou simplesmente possuem a habilidade necessária ao projeto. Outros buscam contribuir para uma causa, aprender algo novo, ter acesso a recompensas materiais ou simbólicas (Ferraz, 2017). Embora o *Crowdsourcing* envolva contribuição voluntária, a participação não é desinteressada, pois seus colaboradores buscam recompensas muitas vezes intangíveis, como reconhecimento em determinados grupos, o desejo de fazer diferença ou contribuir para o bem comum (Zhao, 2014). Dentro desta realidade, as plataformas *on-line* foram sendo desenvolvidas. A plataforma *on-line* e o *website* são dois conceitos relacionados, mas têm propósitos e funcionalidades distintas. Um *website* é um conjunto de páginas da web interligadas, acessíveis via internet, geralmente possuem um único propósito, podendo ser informativo, comercial, institucional, com conteúdo estático ou dinâmico (Choudhury, 2014). No mundo globalizado, um *website* muitas vezes pode ser considerado um “ponto de presença *on-line*” de uma empresa, organização ou indivíduo, oferecendo informações, produtos, serviços ou conteúdos (O’Reilly, 2007).

Além disso, a interação do usuário é geralmente limitada a ações, como navegar por páginas, clicar em *links* ou enviar formulários. Já a plataforma *on-line* tem uma arquitetura mais ampla, oferecendo um ambiente dinâmico, projetado para facilitar a interação e a conexão entre os usuários ou sistemas. Sua concepção vai além do fornecimento de conteúdo ou informações, uma plataforma é um ponto de encontro em que os usuários interagem e contribuem com conteúdo (Choudhury, 2014). Deste modo, as plataformas geralmente possuem funcionalidades que permitem a criação, o consumo, o compartilhamento ou a modificação do conteúdo, com foco na interatividade e no desenvolvimento contínuo (Friedman, 2005). Neste sentido, as plataformas visam facilitar a interação entre usuários ou entre usuários e sistemas, frequentemente com a intenção de criar um ecossistema colaborativo ou interativo. Seus conteúdos são gerados ou alterados pelos próprios usuários, como, por exemplo, as redes sociais (*Facebook, Instagram, X*), *marketplaces* (*Amazon, e-Bay e Shopee*) ou plataformas de colaboração (*GitHub, Wikipedia*). Além disso, as plataformas permitem a interação constante entre os usuários por meio de fóruns e chats (Anderson, 2009).

Um dos principais exemplos do *Crowdsourcing* é a “*wiki*”, uma plataforma colaborativa, em que qualquer pessoa pode criar e atualizar artigos em todas as áreas

do conhecimento, de forma coletiva e descentralizada. O termo "*wiki*" vem do idioma havaiano e significa rápido. O conceito foi difundido pelo site da Wikipédia, uma enciclopédia multilíngue de licença livre, escrita de maneira colaborativa. O site da Wikipédia foi lançado em 2001 por Jimmy Wales e Larry Sanger, dois estadunidenses que, posteriormente, transformaram a plataforma em uma fundação sem fins lucrativos, objetivando incentivar pessoas ao redor do mundo a desenvolver conteúdo educacional de domínio público. As *wikis* têm recursos de controle de versão, possibilitando o acompanhamento das alterações efetuadas em cada página ao longo do tempo, garantindo, assim, a precisão e a confiabilidade do conteúdo, caso necessário as edições podem ser revertidas, em fevereiro de 2025, havia edições em 354 idiomas. (Wikipédia, 2025).

Um outro exemplo dessa nova ordem está no mercado da fotografia. Tradicionalmente, para a aquisição de uma fotografia, era necessário contratar um fotógrafo profissional. Atualmente, plataformas digitais como o *iStockphoto* reúnem fotógrafos profissionais e amadores, oferecendo uma grande variedade de imagens a preços mais baixos. Esse modelo já é aplicado em diversos setores, como TV, música e produtos, demonstrado como as ferramentas tecnológicas e a internet ampliam a concorrência, aumentam a participação da sociedade na criação de conteúdo e ideias, reduzem custos e expandem o mercado para empresas e consumidores (Howe, 2006).

### 2.3 A INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA VOLUNTÁRIA (IGV)

A popularização dos dispositivos GPS (*Global Positioning System* - Sistema de Posicionamento Global) e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de código aberto, tornaram a entrada na ciência geográfica acessível a todos (Goodchild, 2007). O processo de geração de informações geolocalizadas por pessoas leigas, foi denominado pelo geógrafo britânico-americano Michael Frank Goodchild de Informação Geográfica Voluntária (IGV), do inglês *Volunteered Geographic*

*Information* (VGI). A IGV pode ser compreendida como uma vertente do *crowdsourcing*, diferenciando-se por permitir que seus participantes criem, editem e insiram dados geográficos acompanhados de descrições e atributos espaciais (Goodchild, 2012). Além da popularização do GPS e do SIG, a ampliação da rede de internet de banda larga, possibilitou a atuação em grande escala de pessoas sem formação específica, na produção de conteúdo georreferenciado (Goodchild, 2009).

O IGV ganhou ainda mais força a partir dos anos 2000, quando os *smartphones* e *tablets* começaram a ser equipados com sistema de GPS (Lima, 2020). A utilização desses aparelhos com conexão rápida, permite que os sistemas recebam dados em tempo real e respondam de forma imediata às necessidades dos usuários (Sousa, 2012). Os dados provenientes dos smartphones possuem potencial para serem utilizados como apoio ao planejamento urbano e mapeamento, pois são coletados por sensores embarcados, que podem capturar e disseminar informações espaciais (Toledo, 2016). Dentro deste contexto, os dispositivos móveis não são apenas uma inovação tecnológica, mas agentes de uma transformação cognitiva e social, onde o espaço geográfico passa a ser uma interface de informação, e os cidadãos, agentes ativos de produção e organização de conhecimento espacial (Morville, 2005). A figura 01 ilustra a evolução dos aparelhos de telefones celulares até o *smartphone* com GPS integrado.

Figura 1. Evolução dos aparelhos de telefonia móvel.



Elaboração: Autor (2024).

Diante deste cenário, os indivíduos, geralmente mediados por smartphones e plataformas online, atuam como “sensores humanos”, registrando observações do ambiente a partir de suas experiências cotidianas, percepções e deslocamentos. A

ideia central do conceito de “Cidadão Sensor”. Este termo foi apresentado por Goodchild em 2007, através do artigo “*Citizens as sensors: the world of volunteered geography*”, onde cada ser humano pode ser visto como um sensor inteligente e móvel, dotado de capacidade de observação e interpretação do ambiente. Diferentemente dos sensores tradicionais, como de estações meteorológicas, satélites ou equipamentos técnicos especializados, o “Cidadão Sensor” produz dados de forma descentralizada, contínua e contextualizada, incorporando aspectos qualitativos e locais que, muitas vezes não são captados por sistemas automatizados, como informações sobre condições de vias, uso do solo, eventos urbanos, riscos ambientais, mobilidade, serviços públicos ou emergências.

Um exemplo deste fenômeno ocorreu em 2002, quando um grupo entusiasta da cartografia e de atividades ao ar livre, interessado em aprimorar os mapas roteáveis para sistemas de navegação por GPS no Brasil, decidiu criar o projeto *Tracksource*. Naquela época, havia uma lacuna na disponibilidade de dados de mapeamento precisos e detalhados para os dispositivos de navegação GPS, principalmente em áreas rurais e remotas do país (Júnior, 2011). Os mapas disponíveis apresentavam informações equivocadas e desatualizadas, além disso, havia erros de precisão e cobertura limitada, principalmente fora dos grandes centros urbanos. Essas limitações dificultavam a utilização plena do GPS de navegação, tanto para fins recreativos quanto para fins profissionais (Lima, 2010). Os mapas produzidos pelo projeto *Tracksource* são armazenados e utilizados nos dispositivos de GPS da *Garmin* por meio de arquivos de diferentes formatos, sendo o formato IMG (*Garmin Map Image File*) o mais comum. Este formato de arquivo armazena os dados dos mapas digitalizados e compilados pelo *Tracksource*, incluindo informações sobre estradas, trilhas, pontos de interesse e outras características geográficas. A coleta dos dados é feita durante os percursos dos voluntários, e posteriormente validados por meio de verificações de campo e cruzamento com outras fontes, incluindo imagens de satélite, fotografias aéreas e outras bases de dados (Projeto *Tracksource*, 2024).

O projeto *Tracksource* ilustra como os mapas, que no passado eram elaborados por técnicos com determinada formação em cartografia, passam a ser elaborados por indivíduos sem formação específica, mas que tenham acesso a um GPS e um computador conectado à internet (Bravo, 2014).

Dentro deste contexto surgiu a Neogeografia que questiona o papel exclusivo das autoridades e agências de mapeamento tradicionais, uma vez que a coleta e a análise de dados geográficos, agora estão acessíveis a não-especialistas (Flanagin et al., 2008).

## Neogeografia

Para Goodchild (2009), a IGV não substituiu o papel da geografia acadêmica, mas alterou o ecossistema de produção de dados. Enquanto os neogeógrafos se concentram em observar e compartilhar as informações espaciais, os geógrafos profissionais focam na análise, modelagem e transformação dos dados em conhecimento. A Neogeografia explora o conceito de “espaços de familiaridade”, onde pessoas comuns são consideradas “especialistas” na geografia de seu espaço de atividade diária. Com isso a chamada “ciência-cidadã” é discutida como uma forma de engajamento de amadores no processo científico (Goodchild, 2009).

Com os avanços tecnológicos, os mapas que no passado eram elaborados por técnicos com formação em cartografia, passam a ser elaborados também por indivíduos sem formação específica, e que possuam acesso a um computador conectado à internet (Bravo, 2014). Ao contrário da cartografia e da geografia acadêmica tradicional, a Neogeografia é organizada com base na lógica da Web 2.0 e no conteúdo criado pelos usuários, com a Informação Geográfica Voluntária (VGI) representando uma de suas manifestações mais relevantes. (Ferreira, 2016).

Como consequência, o papel exclusivo das autoridades e agências de mapeamento tradicionais vem sendo gradualmente diminuindo, uma vez que a coleta e a análise de dados geográficos, agora estão acessíveis a não-especialistas, através de mecanismos colaborativos e na expertise local das pessoas (Flanagin et al., 2008). Projetos como o OpenStreetMap (OSM) ilustram esse novo paradigma, em que a validação ocorre de forma distribuída, apoiada na revisão mútua entre usuários (Goodchild, 2009).

## 2.4 APLICAÇÕES PRÁTICAS E ESTUDOS

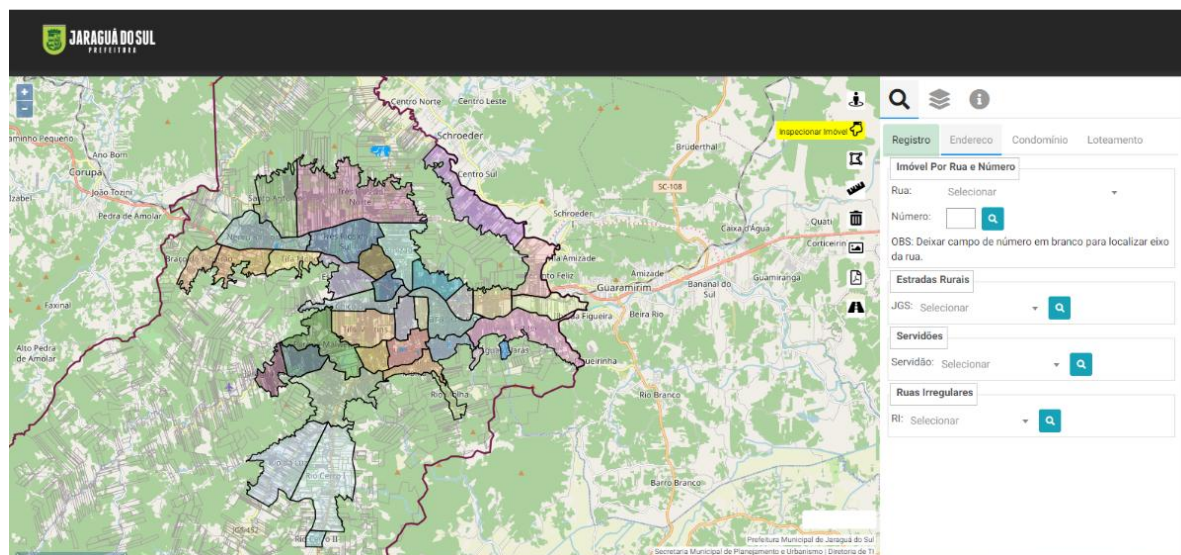
A disseminação da IGV em diferentes contextos tem sido amplamente analisada tanto na literatura acadêmica quanto em experiências práticas. Neste âmbito, o OSM tem se consolidado como um relevante instrumento de complementação e qualificação das bases cartográficas oficiais, contribuindo para o preenchimento de lacunas informacionais e para o acompanhamento de dinâmicas territoriais complexas (Molina, 2024). Nesta seção, serão apresentados o GeoJaraguá, iniciativa institucional de utilização dos dados do OSM para a criação de um portal de serviços institucionais, um estudo sobre a compatibilização semântica entre dados institucionais e dados do OSM em Curitiba, uma experiência de mapeamento colaborativo conduzida pelos moradores da favela de Kibera, no Quênia e o mapeamento de uma comunidade ribeirinha no município de Tefé, no Amazonas.

### 2.4.1 GeoJaraguá

O GeoJaraguá é um exemplo de como informações institucionais podem ser disponibilizadas para o OSM, e utilizadas institucionalmente em um portal de serviços. O município de Jaraguá do Sul/SC possui aproximadamente 182 mil habitantes (IBGE, 2022). Para viabilizar o uso das informações geográficas municipais no OSM, a Prefeitura de Jaraguá do Sul publicou o Decreto n.º 10.558/2015 em 2015, com isso foi autorizado o uso de dados geográficos e cartográficos oficiais para inserção e atualização no OpenStreetMap (PMJS, 2015). Em 2018, foi lançado um portal que integra diversos serviços municipais e disponibiliza informações georreferenciadas, utilizando o OSM como mapa base. A implementação do sistema ocorreu em etapas, envolveu diversas secretarias que integraram informações sobre sistema viário, pontos de interesses, equipamentos públicos dentre outros (Costa, 2019). No portal (figura 2) é possível visualizar camadas de informações relacionadas ao zoneamento urbano, divisão de bairros, topografia, hidrografia, mapas de enchentes, áreas de risco, tubulações e mapas do Plano Diretor, além disso, podem ser feitas pesquisa de

imóveis através do cadastro de IPTU, matrícula imobiliária, rua e número, loteamento ou simplesmente clicando no mapa (PMJS, 2015).

Figura 2. Interface da plataforma GeoJaraguá.



Fonte: PM de Jaraguá do Sul (2024).

#### 2.4.2 Compatibilização semântica em na cidade de Curitiba

Dentro deste contexto, Machado et al. (2019), apresenta um experimento onde a base cartográfica oficial do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC), foi integrada com dados oriundos do OSM. O processo foi realizado por meio de uma compatibilização semântica dos dados, tomando como base as normas nacionais. As simbologias adotadas obedeceram às especificações do manual Técnico T-34-700, de Convenções Cartográficas da Diretora do Serviço Geográfico (DSG) do Exército Brasileiro (DSG, 1998; DSG, 2000), além das recomendações do Grupo de Pesquisa em Cartografia e SIG da UFPR. Como resultado foi elaborado um mapa híbrido, onde foi possível constatar um acréscimo de aproximadamente 90% na quantidade de feições, em relação ao mapeamento oficial, sobretudo nos elementos de sistema viário, edificações e equipamentos urbanos (figura 3). Além disso, o experimento apontou diversos desafios, tais como as diferentes realidades do mapeamento no Brasil, onde enquanto alguns municípios já possuem seu território mapeado, outras cidades não atualizam as informações existentes, ou simplesmente

inexiste qualquer tipo de informação geográfica. No viés legal, a legislação cartográfica vigente não homologa dados gerados por produtores não oficiais. Outro desafio é o tecnológico, pois os dados voluntários formam um banco de dados geoespaciais dinâmico, sendo atualizado constantemente, como consequência são gerados grandes volumes de dados, que necessitam de *hardware*, *softwares* e *peopleware*, para suprir tais demandas (Machado, 2019).

Figura 3: Trechos do mapa antes e após a compatibilização semântica.



1 – Dados IPPUC

2 – Dados OSM

3 – Dados compatibilizados

Fonte: Machado *et al* (2019).

#### 2.4.3 Mapeamento de Kibera

Dentro de outro contexto, o IGV também vem sendo utilizado como um instrumento de empoderamento territorial, ao mesmo tempo em que produzem dados relevantes para políticas públicas e ações de desenvolvimento, envolvendo populações invisíveis no mapeamento oficial. Hagen (2017), discute o mapeamento da favela de Kibera, uma das maiores áreas urbanas informais de Nairobi, capital do Quênia, no continente Africano. O projeto *Map Kibera* surgiu em 2009 como uma iniciativa de mapeamento voluntário baseada em tecnologias abertas, com o objetivo de construir uma representação territorial construída a partir da visão dos moradores. O processo de mapeamento foi realizado de forma participativa, onde os moradores receberam capacitações para a coleta, edição e validação de dados espaciais no OSM. Como resultado foi possível mapear áreas tradicionalmente ausentes ou precariamente representadas nos mapas oficiais, além disso foram integrados diferentes tipos de informações, como a localização de equipamentos comunitários, tais como pontos de acesso à água, banheiros coletivos, escolas, farmácias, infraestrutura urbana e de mobilidade. Além da capacitação para o mapeamento, os

participantes aprenderam a manipular ferramentas digitais, como elaboração de blogs, produção de conteúdo audiovisual e uso de GPS. O processo de capacitação e inserção das informações foram realizados em laboratórios de informática locais. Com isso, além de construir uma base cartográfica detalhada e continuamente atualizada, os moradores atuaram não apenas como informantes, mas como produtores ativos de informação geográfica. A figura 4 ilustra a uma etapa de inserção de dados pelos moradores e a direita o mapa no OSM.

Figura 4: Capacitação para o mapeamento e o mapa elaborado.



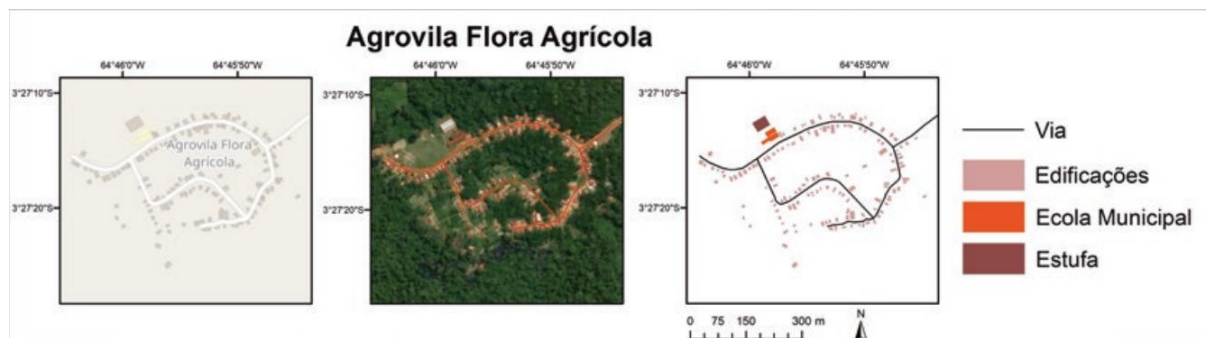
Fonte: Map Kibera (2017).

#### 2.4.4 Mapeamento de comunidades ribeirinhas de Tefé/AM

Para Teixeira (2023), a ausência de informações nas bases cartográficas oficiais em comunidades mais vulneráveis, compromete o registro de seus territórios, histórias e modos de vida, dificultando a formulação de políticas públicas e direitos territoriais. Seu estudo aborda um mapeamento conduzido pelo *Humanitarian OpenStreetMap Team* (HOT), em comunidades ribeirinhas localizadas nos canais fluviais no município de Tefé, estado do Amazonas. De acordo com o IBGE, o município de Tefé, possuía 89 comunidades com aproximadamente 15.663 habitantes. Neste cenário, o grupo Unificar Ações e Informações Geoespeciais e o capítulo *Youthmappers* da Universidade Federal de São João Del Rei, elaboraram um experimento de mapeamento colaborativo nas comunidades ribeirinhas em Tefé. Como referência foi utilizada uma base vetorial com a localização das comunidades, fornecida pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSMA), cuja fonte era a Prefeitura Municipal de Tefé, além disso, foram verificadas as informações do

IBGE, OSM e *Google Maps*. Inicialmente a base vetorial possuía apenas a localização das comunidades, durante o processo de mapeamento, os voluntários mapearam as edificações de cada comunidade. Os dados foram validados através de comparações com as informações do IDSM, IBGE e Secretaria de Educação. Através do OSM as edificações foram quantificadas considerando dois cenários em anos distintos, 2010 com base nas imagens do *Bing*, e 2017 nas imagens da *Maxar*, a figura 5 ilustra o mapeamento da agrovila Flora Agrícola. Em uma comparação temporal, foi verificado um crescimento no número de edificações nas comunidades próximas à sede, além de uma redução nas comunidades mais afastadas. Essa dinâmica refletiu a mobilidade espacial dos ribeirinhos, que em diversos momentos desmontam e transportam suas habitações de madeira, em função da erosão fluvial. Dentro deste contexto a utilização do OSM possibilitou o registro de diversas edificações e a correção de imprecisões de nas bases institucionais, se mostrando como uma ferramenta estratégica para a produção de dados espaciais abertos, além de contribuir para o reconhecimento territorial e apoio para políticas públicas (Teixeira, 2023).

Figura 5: Agrovila Flora Agrícola no OSM, na foto *Maxar* e no SIG



Fonte: Teixeira *et al* (2023).

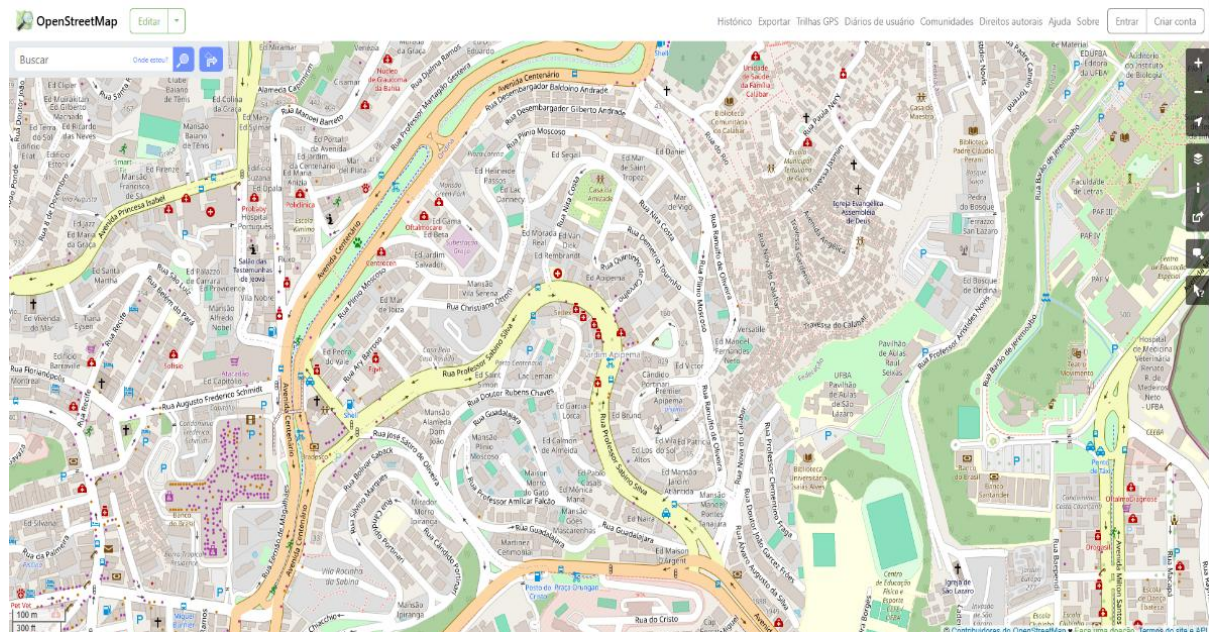
## 2.5 AS PLATAFORMAS DIGITAIS DO IGV

As plataformas digitais são sistemas que permitem a criação, edição e colaboração para o compartilhamento de informações geográficas por meio da contribuição voluntária. Estas plataformas possibilitam a colaboração de qualquer pessoa, independentemente de formação técnica (Goodchild, 2007). A colaboração é feita em grande escala e os usuários disponibilizam as informações por meio de computadores, smartphones, tablets, drones ou dispositivos de GPS e o acesso aos dados é livre (Lima, 2020).

### 2.5.1 *OpenStreetMap* (OSM)

O *OpenStreetMap* é uma plataforma colaborativa que tem por objetivo a criação de um mapa colaborativo, livre, editável, utilizável por qualquer pessoa e para qualquer fim. Criada em 2004 por Steve Coast, foi transformado em fundação no ano de 2006. Dentre as iniciativas de mapeamento utilizando a IGV, o OSM é a plataforma mais utilizada na atualidade (Machado et al. 2019). Um dos motivos para a sua criação foram as restrições do *Ordnance Survey* (Agência Cartográfica Nacional do Reino Unido) no uso dos seus produtos, a intenção de seu criador era compartilhar dados geoespaciais sem restrições proprietárias ou de direitos autorais (Perkins, 2011). Atualmente o projeto fornece dados para milhares de websites e aplicativos para smartphones. Os mapas são desenvolvidos e mantidos por uma comunidade de voluntários, os dados gerados são abertos e disponíveis através da licença ODbL (*Open Database Licence*), uma licença aberta que permite o uso, modificação e a redistribuição de base de dados, inclusive para fins comerciais. A figura 6 ilustra a interface da página web do OSM.

Figura 6: Interface da página web do *OpenStreetMap*.



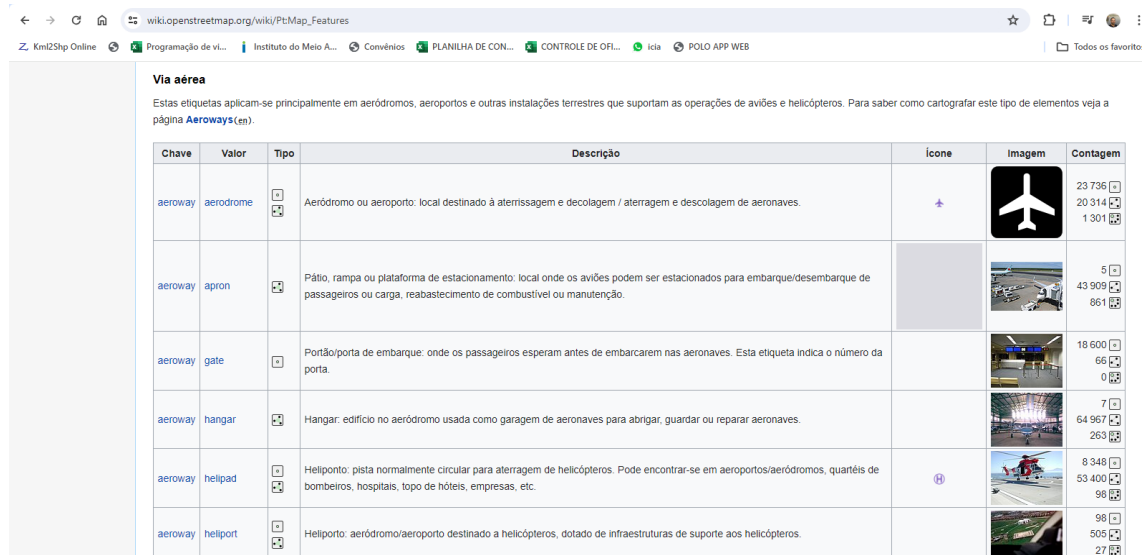
Fonte: OSM (2024).





































Em março de 2024, a comunidade do OSM era composta de 10.676.512 usuários registrados (*OpenStreetMap*, 2024 A). Para colaborar no mapeamento existem diversas ferramentas, as mais popularizadas são o *iD* e o *JOSM*, ambos possibilitam a vetorização de informações através de fotos de satélite, utilizadas como “pano de fundo”, além da inclusão de outros dados, como trilhas de GPS e mapas impressos, as ferramentas de desenho são básicas e possibilitam a inserção de pontos, linhas e polígonos (Ivides, 2024). No início os mapas eram construídos através de voluntários, que faziam percursos com GPS e caderno de anotações, que eram posteriormente transformados em uma base de dados digital, atualmente várias empresas como a *Microsoft* e *Yahoo* liberaram suas imagens aéreas para o projeto OSM (Elias, 2019). Com isso, os usuários podem utilizar as imagens como uma camada de base para rastrear as feições geográficas, tais como ruas, edifícios, áreas verdes ou recursos hídricos, para que posteriormente possam ser efetuadas as inclusões dos seus atributos.

Além dos elementos gráficos, existe a *TAG*, no OSM, uma *TAG* é uma espécie de etiqueta que descreve as características específicas de um determinado objeto geográfico. As etiquetas possibilitam a adição de informações detalhadas sobre o tipo de elemento mapeado, como edifícios, estradas, rios, entre outros. A *TAG* é

fundamental para a categorização e descrição dos elementos de forma padronizada, com isso os dados do OSM conseguem ser mantidos organizados (OSM, 2023). As TAG's são compostas por um par "chave-valor", onde a "chave" representa o tipo de informação e o "valor" fornece os detalhes específicos. Por exemplo, para um segmento de estrada, foi utilizada a TAG "*highway=residential*", onde "*highway*" é a chave indicando o tipo de via e "*residential*" é o valor indicando que é uma rua residencial (Ivides, 2024). A figura 7 ilustra o layout da tela do OSM, onde estão armazenadas as informações sobre os significados das TAG's.

Figura 7: Interface da página web da wiki das etiquetas (TAG's).



Chave	Valor	Tipo	Descrição	Ícone	Imagem	Contagem
aeroway	aerodrome		Aeródromo ou aeroporto: local destinado à aterrisagem e decolagem / aterragem e descolagem de aeronaves.			23 736  20 314  1 301 
aeroway	apron		Pátio, rampa ou plataforma de estacionamento: local onde os aviões podem ser estacionados para embarque/desembarque de passageiros ou carga, reabastecimento de combustível ou manutenção.			5  43 909  861 
aeroway	gate		Portão/porta de embarque: onde os passageiros esperam antes de embarcarem nas aeronaves. Esta etiqueta indica o número da porta.			18 600  66  0 
aeroway	hangar		Hangar: edifício no aeródromo usada como garagem de aeronaves para abrigar, guardar ou reparar aeronaves.			7  64 967  263 
aeroway	helipad		Heliponto: pista normalmente circular para aterragem de helicópteros. Pode encontrar-se em aeroportos/aeródromos, quartéis de bombeiros, hospitais, topo de hotéis, empresas, etc.			8 348  53 400  96 
aeroway	heliport		Heliponto: aeródromo/aeroporto destinado a helicópteros, dotado de infraestruturas de suporte aos helicópteros.			98  505  27 

Fonte: OSM (2024).

## 2.5.2 Imagens em nível da rua

As imagens em nível da rua, conhecidas como *Street View Images* (SVI) em inglês, são registros visuais dos arredores das vias urbanas, estas fotografias em 360° vem oferecendo uma perspectiva única sobre os ambientes urbanos, permitindo a avaliação de diversos aspectos do ambiente construído, sem a necessidade de se estar fisicamente no local (Cazumba, 2023). Em 2005 a empresa *Google* lançou o *Google Earth*, um globo terrestre digital que viabilizou a experiência de ser explorar virtualmente o globo terrestre, visualizando mapas tridimensionais e imagens de satélite. Em 2007, foi criado o *Google Street View* (GSV), essa ferramenta difundiu do

conceito de foto em nível da rua, permitindo a visualização panorâmica em nível da rua com fotografias em 360°, capturadas por veículos especialmente equipados, que percorrem ruas e estradas em todo o mundo (Google, 2024). Ao utilizar a função no GSV, o usuário tem uma experiência imersiva e realista dos locais visitados. A ferramenta pode ser utilizada tanto para uso recreativo, como por profissionais em diversas áreas, como urbanismo, planejamento urbano, turismo e educação (Santos, 2017). Apesar das grandes vantagens da ferramenta, o uso do GSV para mapeamento possui limitações. Uma delas está ligada à precisão das imagens, que podem estar desatualizadas ou conter distorções devido a questões técnicas, ou de privacidade (Ex.: indisponibilidade em áreas militares). Em locais onde as alterações do ambiente urbano ocorrem com menor frequência, esse problema pode ser minimizado, mas ainda assim persiste como uma limitação ao seu uso. Outra questão está relacionada aos direitos autorais das imagens capturadas pelo *Google Street View*, apesar do acesso público, as imagens, seu uso em projetos de mapeamento colaborativo pode levantar questões legais sobre propriedade intelectual e uso não autorizado (Google, 2025).

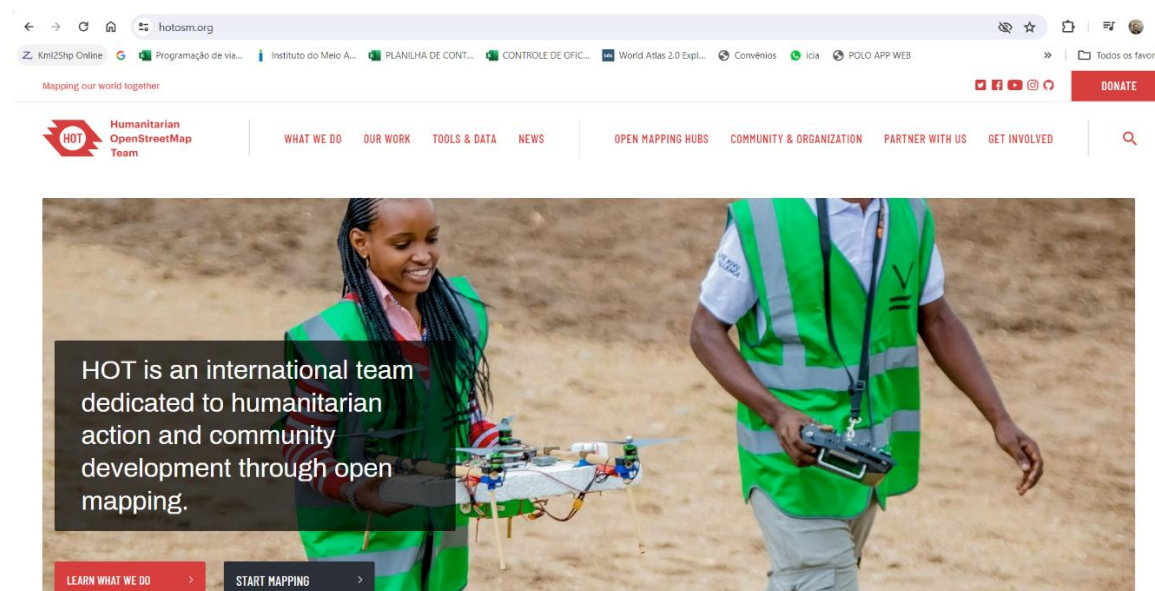
Atualmente algumas plataformas de mapeamento através de imagens em nível da rua, como *Mapillary*, *Kartaview* e *Mapilio*, adotam o conceito de compartilhamento de fotos baseado em *crowdsourcing*, permitindo que voluntários contribuam com imagens georreferenciadas de qualquer lugar do mundo. Estas ferramentas oferecem uma versão *web* que possibilita o cadastro de usuários, visualização de fotos, configurações e outras funcionalidades, incluindo a comparação de imagens por datas. Além disso, algumas plataformas contam com módulos de inteligência artificial para identificação de elementos urbanos. A versão *mobile* possui menos funcionalidades pois, têm como principal objetivo a captura e visualização das imagens sequenciais.

### 2.5.3 *Humanitarian OpenStreetMap Team* (HOT)

Com o objetivo de apoiar ações humanitárias e iniciativas de desenvolvimento regional, foi criada a plataforma *Humanitarian OpenStreetMap Team* (HOT), é configurada como uma comunidade internacional dedicada a atender demandas

humanitárias a partir de dados da IGV. A atuação do HOT baseia-se no engajamento de voluntários que utilizando o OSM, organizam e executam ações de mapeamento de forma rápida, colaborativa e coordenada, visando à produção e disponibilização de dados geoespaciais essenciais. Esses dados desempenham papel estratégico no suporte a operações de resposta a desastres, gestão de crises e planejamento de ações humanitárias em diferentes contextos territoriais ao redor do mundo (HOT, 2021). A figura 8 ilustra o *website* do HOT.

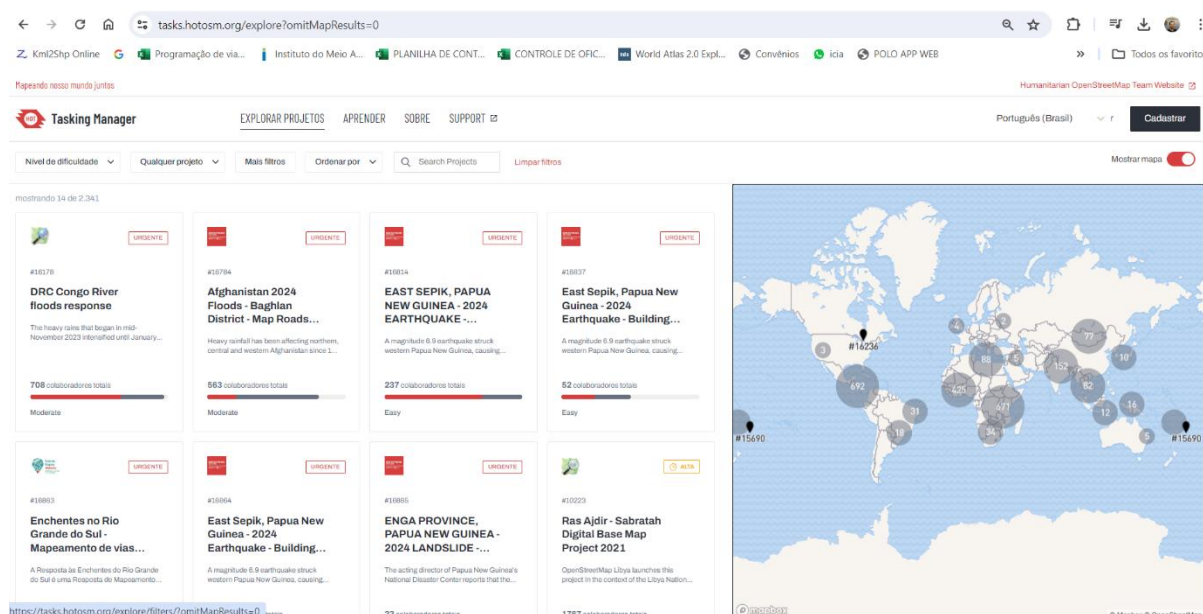
Figura 8. Interface do *website* da HOT.



Fonte: HOT (2024).

A organização utiliza a plataforma *Tasking Manager*, que centraliza todas as localidades com algum tipo de emergência, cria os projetos de auxílio, otimiza as divisões, coordenação e execução de diversos projetos de mapeamento de forma simultânea. A HOT trabalha em conjunto com agências governamentais, organizações humanitárias, ONGs e comunidades locais na identificação de áreas onde seja necessário um mapeamento. Os projetos podem surgir motivados por crises humanitárias, desastres naturais, projetos de desenvolvimento ou prevenção de riscos. Nestes, as áreas de mapeamento são priorizadas com base na urgência, impacto potencial e disponibilidade de imagens de satélite. Os projetos sempre têm objetivos claros, como o mapeamento das áreas afetadas por desastres, infraestrutura crítica ou guerras ao redor do mundo, conforme ilustrado na figura 9.

Figura 9. interface da plataforma *Tasking Manager*.



Fonte: Tasking Manager (2024).

Através de um coordenador, a plataforma do *Tasking Manager* divide grandes áreas de mapeamento em pequenos quadrantes, também denominadas de tarefas. Cada tarefa representa uma área geográfica gerenciável onde o voluntário poderá mapear individualmente. Quando o voluntário inicia a tarefa, esta é automaticamente bloqueada, evitando duplicação de esforços e garantindo que todas as áreas sejam devidamente mapeadas. A ferramenta permite aos coordenadores do projeto acompanhar e gerenciar as atividades em tempo real. Além disso, outras funcionalidades permitem que os voluntários comentem, discutam problemas específicos e recebam *feedbacks* das suas contribuições. Uma vez concluídas, as tarefas são revisadas e validadas por mapeadores mais experientes, fazendo com que os dados mapeados atendam aos padrões de qualidade exigidos, antes de serem integrados ao mapa global do OSM. Para garantir a integridade da informação gerada, a HOT oferece treinamento para os voluntários, que aprendem a usar as ferramentas de mapeamento e seguir os padrões de qualidade do OSM. A mobilização dos voluntários é feita através de plataformas de comunicação, como fóruns, redes sociais e *newsletters*. O processo de mapeamento pode ser realizado tanto remotamente, por voluntários que utilizam as imagens de satélite da plataforma, quanto localmente, através de equipes de campo que coletam os dados de forma direta.

No final do mês de abril de 2024, o Estado do Rio Grande do Sul foi atingido por um grande volume de chuvas por vários dias, neste evento atípico ocorreram inundações, rompimentos de barragens, desabamentos de pontes e bloqueios de acessos a cidades e zonas rurais, como consequência uma grande quantidade de pessoas ficaram isoladas. A comunidade brasileira do OSM Brasil e do *Youthmappers* coordenaram uma campanha de mapeamento colaborativo, que contou com 51 participantes e teve como objetivo o mapeamento das vias e acessos aos locais isolados, para auxílio dos seus moradores e autoridades locais (Tasking Manager, 2024).

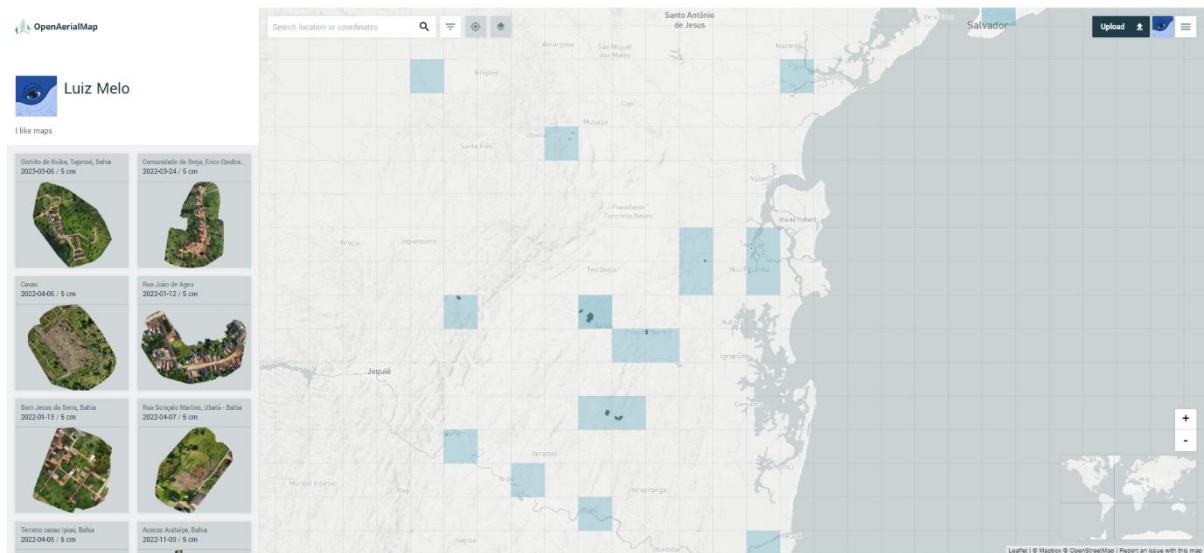
#### 2.5.4 *OpenAerialMap* (OAM)

Atualmente a popularização dos Drones reduziu as barreiras na obtenção de imagens aéreas personalizadas, resultando em uma grande quantidade de imagens aéreas de diversas partes do mundo (Johnson et al., 2017). Essa realidade levou a criação plataformas para a hospedagem de imagens que fornecem um repositório de imagens de aéreas, para serem compartilhadas na internet, dentre estas se destaca o *OpenAerialMap*, a plataforma de imagens aéreas com licença livre mais difundida mundialmente (Mandourah et al., 2024). O OAM foi criado inicialmente em 2007, e relançado em 2015 sob a operação da *Humanitarian OpenStreetMap Team* (HOT), a plataforma facilita o *upload* de imagens aéreas atuais com o objetivo de dar suporte ao mapeamento humanitário da HOT. Os usuários podem navegar no mapa do OAM e clicar em qualquer célula, obtendo visões gerais e detalhes de cada imagem.

A figura 10 ilustra a interface da página *web* da plataforma com o usuário logado. Após selecionada, a imagem é incorporada em uma camada de mapa que pode ser aberta em um editor OSM, como *iD* ou *JOSM*, e ser utilizada como uma imagem referência para a digitalização dos elementos no OSM. O OAM hospeda atualmente cerca de 15.000 imagens compartilhadas por mais de 1.300 usuários em todo o mundo. As imagens postadas na plataforma foram adquiridas por satélite, drones, aeronaves, balões ou até mesmo pipas. Nos últimos anos a plataforma do OAM tem se destacando como um grande colaborador, fomentando a democratizando

a observação da terra em alta resolução, além de promover o compartilhamento de imagens por meio de licenças de dados abertos (OAM, 2024).

Figura 10. interface do OpenAerialMap.



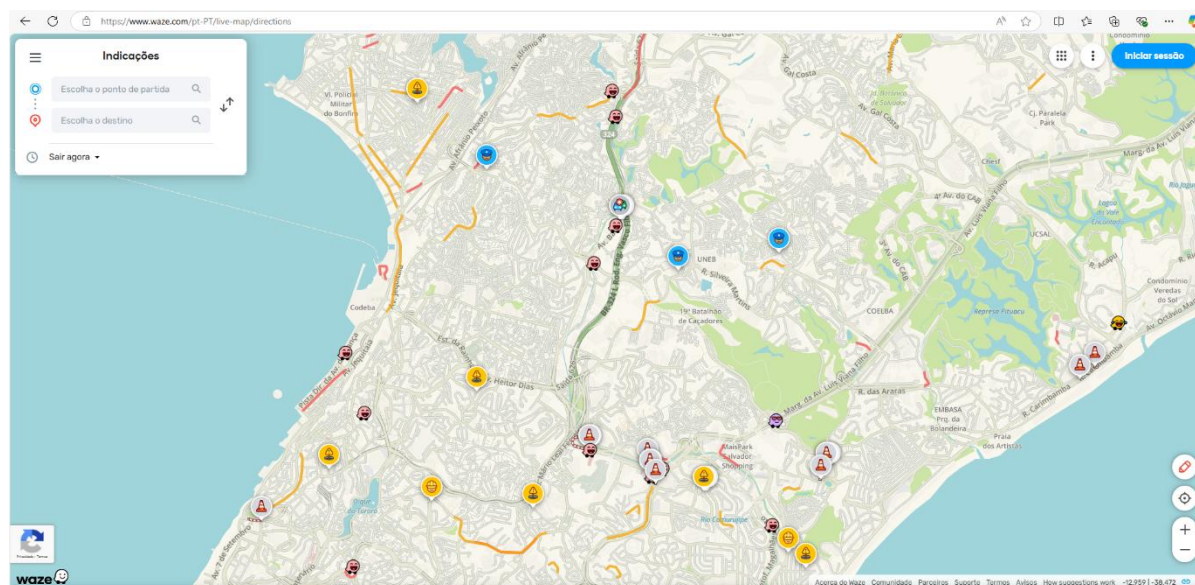
Fonte: OAM (2023).

### 2.5.5 WAZE

Uma plataforma de IGV bastante difundida na atualidade é o *Waze*, a ferramenta de navegação em GPS se baseia em dados de trânsito, enviados por usuários através da internet, estabelecendo nessa interação uma atividade de rede social. A plataforma foi fundada em 2008 e adquirida pelo *Google* em 2013 (*Waze*, 2023). A plataforma possui uma abordagem colaborativa, combinando dados de mapas e informações de tempo real do tráfego, coletadas dos usuários que relatam acidentes, obras, radares, condições da via, além de sugerir rotas mais rápidas em tempo real utilizando comandos de voz (*Waze*, 2024).

A plataforma *Waze* se destaca como um exemplo do funcionamento ágil e dinâmico em um mapa digital conectado, a figura 11 demonstra a página *web* da plataforma e seus ícones de avisos. A sua representação não é estática, o mapa no *Waze* está em movimento constante, o conteúdo visto agora não será alterado em minutos ou segundos, mas varia de acordo com o tipo de ocorrência (Lavignatti, 2026).

Figura 11. Interface do website do Waze.



Fonte: Waze (2023).

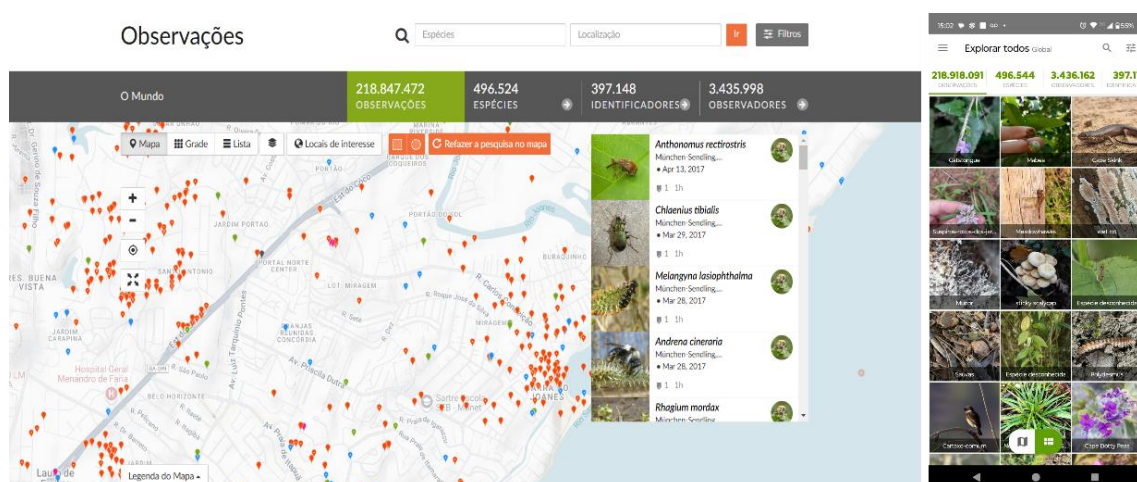
### 2.5.6 iNaturalist

A plataforma *iNaturalist*, aplica o conceito de IGV no campo da biodiversidade, foi concebida em 2008, como projeto final de três mestrandas, *Ken-ichi Ueda*, *Nate Agrin* e *Jessica Kline*, da Escola de Informação da Universidade da Califórnia, em *Berkeley*. Entre 2014 e 2017, o *iNaturalist* tornou-se uma iniciativa da *California Academy of Sciences* e *National Geographic Society*, consolidando-se como uma das principais plataformas de registro e compartilhamento de observações da biodiversidade. Em 2023, o *iNaturalist* se tornou uma entidade sem fins lucrativos. A plataforma conta com um aplicativo móvel e um site interativo, permitindo que os usuários registrem e organizem suas observações de flora e fauna em seus ambientes, além de viabilizar a interação com outros entusiastas da natureza (Ferreira, 2022).

Todas as informações coletadas ajudam na criação de um banco de dados colaborativo de espécies, contribuindo para o monitoramento ambiental, disseminando um grande volume de dados para a pesquisa científica e a conservação. Além disso, a plataforma tem uma atuação global por meio da *iNaturalist Network*, uma rede de parcerias com diversas organizações internacionais. Essa estrutura oferece uma experiência adaptada a diferentes contextos regionais,

ampliando seu alcance e impacto no monitoramento da biodiversidade e na conscientização ambiental. A plataforma utiliza técnicas de inteligência artificial que auxiliam na identificação de espécies por meio de fotos, a figura 12 ilustra a página web da plataforma no lado esquerdo e a versão mobile à direita. Até novembro de 2025, a plataforma contava com mais 3.900.00 usuários, que contribuíram com cerca de 289.000.000 de observações de 545.000 espécies (*iNaturalist*, 2025).

Figura 12. Interface do *iNaturalist* na versão web e *Android*.



Fonte: *iNaturalist* (2024).

### 2.5.7 Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE)

Além das plataformas colaborativas, é importante destacar as iniciativas institucionais que, embora não se enquadrem como exemplos de IGV, dialogam com os seus princípios de democratização do acesso à informação. Diante deste contexto, a criação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) foi um marco na disponibilização de dados geográficos. A INDE foi criada em 2010, através da Portaria Interministerial nº 1.184, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, e tem por objetivo implantar a infraestrutura nacional para o acesso e compartilhamento de dados geoespaciais. Seu principal objetivo é integrar e facilitar o uso de informações geográficas produzidas por diferentes órgãos públicos. A INDE funciona como uma plataforma colaborativa institucional que reúne, integra e disponibiliza dados espaciais oriundos de diversos órgãos governamentais federais, estaduais e municipais, além de reunir dados de parceiros da iniciativa privada e academia. Seus dados são

organizados, padronizados e estão em formatos interoperáveis, colaborando para a eliminação de redundâncias, melhorando a coordenação do uso estratégico das informações (INDE, 2024).

## 2.6 AS TECNOLOGIAS LIVRES

Além do advento da *web* 2.0 e da ampla difusão das tecnologias de posicionamento global (GPS), os *softwares* de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de código aberto desempenharam papel fundamental na consolidação e disseminação da Informação Geográfica Voluntária (IGV). Seu desenvolvimento eliminou barreiras que impediam o acesso às ferramentas de geotecnologias, fomentou uma abordagem de aprendizado colaborativo e possibilitou a customização de ferramentas conforme necessidades locais (Goodchild, 2009). O movimento do *software* livre tem como personagem central Richard Stallman, seus preceitos e ideais têm influenciado profundamente o desenvolvimento e a filosofia associada a esse movimento. Na década de 1980 fundou o Projeto GNU, com o objetivo de criar um sistema operacional completo e livre, neste os usuários tinham a liberdade para usar, estudar, modificar e redistribuir o *software* (Torres, 2013). Os preceitos de Stallman para *software* livre são baseados em quatro liberdades fundamentais, a liberdade de executar o programa da forma que quiser, a liberdade de estudar como o *software* funciona e executar as adaptações que julgar necessário, a liberdade de redistribuir cópias e a liberdade de melhorar o *software* e distribuir suas melhorias para o público. Além disso, o movimento é contrário ao controle restritivo das liberdades dos usuários imposto pelos *softwares* proprietários. Sendo incentivador da utilização de licenças de *software* livre, como a Licença Pública Geral (LPG), que garante as liberdades aos usuários, promove a colaboração e o compartilhamento na comunidade de desenvolvimento de *software* (Stallman, 2002).

Como fenômeno econômico e de produção descentralizada, o *software* livre chamou a atenção da comunidade científica, sendo objeto de vários estudos a respeito de sua dinâmica, como um movimento político e cultural (Torres, 2013). Em

contraste com outros movimentos, o *software* livre não se limita à demanda por mudanças políticas ou a busca por uma nova ordem social (Stallman, 2002). O movimento do *software* livre se traduz em produtos distribuídos no mercado de informática, ocupando espaços anteriormente dominados, ou potencialmente domináveis, por softwares proprietários. Portanto, a análise das correntes políticas e ideológicas do *software* livre é particularmente relevante, dado seu fortalecimento por meio de ligações produtivas com determinados projetos de *software* e sua capacidade de atrair o trabalho voluntário (Evangelista, 2014).

Para Coleman (2018), ao contrário das tecnologias proprietárias, as tecnologias livres promovem a transparência, participação, colaboração na produção e difusão do conhecimento. Já segundo Keltly (2008), as tecnologias livres estão baseadas em princípios de transparência, colaboração e compartilhamento, também promovem a liberdade de uso, estudo, adaptação e distribuição por parte dos usuários. Além disso, as tecnologias livres incentivam a participação da comunidade, estimulam a inovação e promovem a criação de soluções colaborativas e acessíveis a todos. Atualmente existe o movimento *Open Data*, que defende a abertura e o compartilhamento de dados governamentais. No Quadro 01 é possível identificar as diferentes categorias de *software*, incluindo exemplos de softwares livres e seus similares proprietários.

Quadro 01: Tabela de correlação entre softwares proprietários e livres.

Tipos de usos	Livres	Proprietários
Sistemas Operacionais	Linux (ex: Ubuntu, Fedora), FreeBSD	Windows (ex: Windows 10, Windows 11), macOS (ex: macOS Big Sur, macOS Monterey)
Computação Gráfica	Blender, GIMP, Inkscape, Krita	Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, CorelDRAW, Autodesk Sketchbook
Desenho Técnico	LibreCAD, QCAD, FreeCAD, DraftSight	AutoCAD, SolidWorks, Autodesk Inventor, Rhino
Modelagem 3D	Blender, FreeCAD, OpenSCAD	Autodesk Maya, Autodesk 3ds Max, Cinema 4D, ZBrush
Manipulação de Fotos	Darktable, RawTherapee, digiKam	Adobe Photoshop, Adobe Lightroom, Capture One Pro, Phase One Capture One
Planilhas	LibreOffice Calc, Apache OpenOffice Calc, Calligra Sheets	Microsoft Excel, Google Sheets, Apple Numbers, Zoho Sheet
Processamento de Textos	LibreOffice Writer, AbiWord, Apache OpenOffice Writer, Calligra Words	Microsoft Word, Google Docs, Apple Pages, WPS Office
Sistema de Informação Geográfica	QGIS, GRASS GIS, SAGA GIS, gvSIG	ArcGIS, ENVI, ERDAS IMAGINE, MapInfo

As tecnologias geoespaciais contemporâneas desempenharam um papel fundamental na coleta, processamento e análise de dados geográficos. Dentre as ferramentas, destacam-se os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que consiste em um sistema computacional que associa dados geográficos a dados alfanuméricos (Abrahão, 2020). O SIG ajuda a gerenciar o conhecimento geográfico, tornando mais simples as tarefas de organizar, armazenar, acessar, recuperar, sintetizar e aplicar o conhecimento na resolução de problemas (Longley, 2013). O SIG também pode ser definido como um conjunto de técnicas empregadas na integração e análise de dados provenientes de inúmeras fontes, como imagens fornecidas por satélites, mapas temáticos, cartas topográficas dentre outros, sendo auxiliado por computadores para adquirir, armazenar, analisar e exibir dados geográficos (Santos, 2007).

A partir da década de 1980, os SIG passam a extrapolar o âmbito restrito da academia, ampliando gradualmente seu campo de aplicação. Na década de 1990, essas tecnologias se consolidam e se difundem de forma mais ampla, tornando-se ferramentas relevantes de apoio à tomada de decisão em diferentes setores. Posteriormente, com o desenvolvimento e a disseminação de plataformas como *Google Maps* e *Google Earth*, os SIG adquirem caráter massivo, passando a integrar o cotidiano de usuários não especializados e tornando-se acessíveis a qualquer indivíduo com acesso à internet (Ferreira, 2008).

Os sistemas tradicionais de representação (desenhos e mapas), mesmo com o auxílio de computador (sistemas CAD) são limitados e estáticos, retratam situações existentes quando foram produzidos. Já com um SIG a situação muda, as representações vetoriais de elementos como linhas, pontos e polígonos, passam a conter informações mais complexas e abrangentes. Além de gráficos, o sistema possui atributos associados os elementos, como tipo e uso do solo, nome de ruas, população, entre outras bases de dados, tais informações quando organizadas para um objetivo específico, produzem informações em camadas que possibilitam a realização de análises espaciais complexas (Câmara *et al.*, 2001).

Os SIG apresentam diversas vantagens, tais como a integração de dados espaciais e alfanuméricos, a visualização gráfica dos dados, a análise espacial precisa e a capacidade de compartilhamento de informações. Além disso, a ampla disponibilização de imagens aéreas tem ampliado de forma significativa o potencial

analítico dos SIG, permitindo representações mais detalhadas, atualizadas e precisas do espaço geográfico. Esse avanço tecnológico tem aperfeiçoado estudos territoriais, ambientais e urbanos, especialmente no que se refere à identificação de feições, ao monitoramento de dinâmicas espaciais e à produção de informações georreferenciadas em diferentes escalas (Magalhães, 2021).

## 2.7 SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS - DRONE

Os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), na língua inglesa *Remotely Piloted Aircraft System* (RPAS), popularmente conhecidas por drones, são ferramentas com grande potencial para obtenção de imagens de alta resolução, entre empreendedores e pesquisadores na produção de mapas (Barcelos, 2017). Inicialmente os drones foram criados e desenvolvidos para utilização militar, posteriormente sua tecnologia foi aprimorada para fins civis e desenvolvida comercialmente (Eugênio, 2029). Para Ubiratan (2015), o conceito de veículos aéreos não tripulados pode ter sido utilizado no século XIX, quando balões austríacos sem tripulação, carregados explosivos, foram utilizados para atacar a cidade italiana de Veneza, antes da Primeira Guerra Mundial.

A regulamentação dos drones no Brasil e em outros países também foi um marco importante na sua evolução, permitindo seu uso de forma segura e eficaz. No Brasil os drones de uso recreativo, corporativo, comercial ou experimental, estão sujeitos às regras da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). Os pilotos devem cadastrar seus equipamentos no Sistema de Aeronaves não Tripuladas (SISANT) da ANAC (Nascimento *et al.*, 2020).

O mau uso poderá sujeitar o piloto a sanções administrativas estabelecidas pela ANAC e às penas estabelecidas pela lei, suas infrações podem inclusive configurar crime federal. Os registros efetuados são válidos por 24 meses. Além disso, é necessário cadastrar o equipamento no SARPAS (Sistema de Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas) do Departamento de Controle do Espaço

Aéreo (DECEA). O SARPAS é um sistema desenvolvido pelo DECEA, que tem por objetivo viabilizar a solicitação de acesso ao espaço aéreo brasileiro para o uso dos RPAS. A regulamentação dos drones é recente, se comparado com os demais países, mesmo assim vem proporcionando o aceleração da transformação tecnológica nos processos de produção (Nascimento *et al.*, 2020). Nesse contexto, o barateamento e da ampla difusão dos drones equipados com câmeras fotográficas, possibilitou que cidadãos, coletivos locais e organizações da sociedade civil passassem a adquirir imagens aéreas, atividade anteriormente restrita a instituições governamentais ou empresas especializadas (Magalhães, 2021).

Este capítulo permitiu compreender de que forma a convergência entre a participação colaborativa e as tecnologias digitais altera a produção de informações geográficas. A *web 2.0* e o modelo de *crowdsourcing* destacam a importância da participação coletiva na criação de conhecimento. A IGV destaca o papel central dos usuários comuns na criação de dados espaciais, facilitado por plataformas digitais que tornam esse procedimento mais acessível e eficaz. A utilização de tecnologias livres promove a transparência e a cooperação no desenvolvimento dessas soluções, ao passo que os drones expandem as oportunidades de coleta de dados, melhorando a qualidade e a variedade das informações geográficas acessíveis. Dessa forma, esses componentes constituem um conjunto unificado de fatores que promovem novas maneiras de interação com o espaço, expandindo a abrangência e a aplicabilidade dos dados geográficos em variados contextos.

### 3. METODOLOGIA

Para a elaboração desta dissertação, adotou-se uma abordagem mista, de caráter exploratório e descritivo, desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica, análise documental, investigação aplicada com experimento prático e elaboração de produtos cartográficos temáticos. O estudo compreendeu a análise de referenciais teóricos a respeito das Informações Geográficas Voluntárias (IGV) e a exploração de diferentes ferramentas contemporâneas de mapeamento, incluindo plataformas digitais, softwares livres e equipamentos tecnológicos.

As pesquisas qualitativa e quantitativa permitiram a reflexão dos caminhos percorridos na investigação científica, contribuindo para a compreensão, descrição, qualificação e quantificação dos fenômenos analisados, além de permitir a mensuração e interpretação de forma sistemática (Proetti, 2017).

A Pesquisa, de abordagem quantitativa, concentrou-se na mensuração dos aspectos da realidade mediante procedimentos sistemáticos e emprego de dados numéricos. Tal abordagem possibilitou a análise de fenômenos observáveis e susceptíveis as quantificações, gerando resultados que subsidiam o planejamento de ações com potencial de aplicação em diferentes escalas, desde que fundamentadas em amostras estatisticamente representáveis (Bignardi, 2003).

Por sua vez, o viés qualitativo da pesquisa é evidenciado através da análise e processamento das imagens, na qual foram utilizadas a plataforma de fotografias em nível da rua, bem como a interpretação dos dados geoespaciais coletados através de drone. Essa abordagem permite uma compreensão mais aprofundada das condições locais, da interação entre o autor e os desafios enfrentados durante o processo, proporcionando um panorama mais amplo do fenômeno estudado. O enfoque qualitativo tem o pesquisador como instrumento chave, o ambiente é a fonte direta dos dados, possui caráter descritivo, o resultado não é o foco da abordagem, mas sim o processo, e tem como principal objetivo a interpretação do fenômeno objeto de estudo (Godoy, 1995).

A investigação concentrou-se na aplicação prática das tecnologias em um contexto específico, com o objetivo de proporcionar uma análise aprofundada dos

processos envolvidos na utilização da IGV em um recorte espacial definido, no caso, a sede do município de Piraí do Norte, no estado da Bahia. Esta abordagem ofereceu a oportunidade de observar o funcionamento das ferramentas em condições reais, bem como examinar de que maneira contribuíram para a coleta e integração de dados geoespaciais.

### 3.1 PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa foi conduzida em quatro etapas sequenciais. Na primeira etapa, realizou-se o levantamento de campo na área de estudo, com a captura de imagens em duas escalas: fotografias em nível da rua e imagens aéreas obtidas por meio de um drone. Na segunda etapa, os dados coletados foram submetidos a um processo de análise e seleção, visando à avaliação de qualidade e da pertinência das imagens. As imagens aéreas selecionadas foram processadas e, posteriormente, carregadas na plataforma colaborativa *OpenAerialMap*. Na terceira etapa, utilizando-se o ortomosaico disponibilizado no OAM e as imagens do *Mapillary* como bases de referência, procedeu-se a digitalização das informações levantadas em campo por meio da plataforma *OpenStreetMap*. Por fim, na quarta etapa, os dados georreferenciados foram exportados para um *software* de SIG, no qual foi estruturada uma base de dados espacial contendo informações relativas aos aspectos físicos das vias e edificações. A figura 13 ilustra o fluxograma do percurso metodológico da pesquisa.

Figura 13: Fluxograma do percurso metodológico.

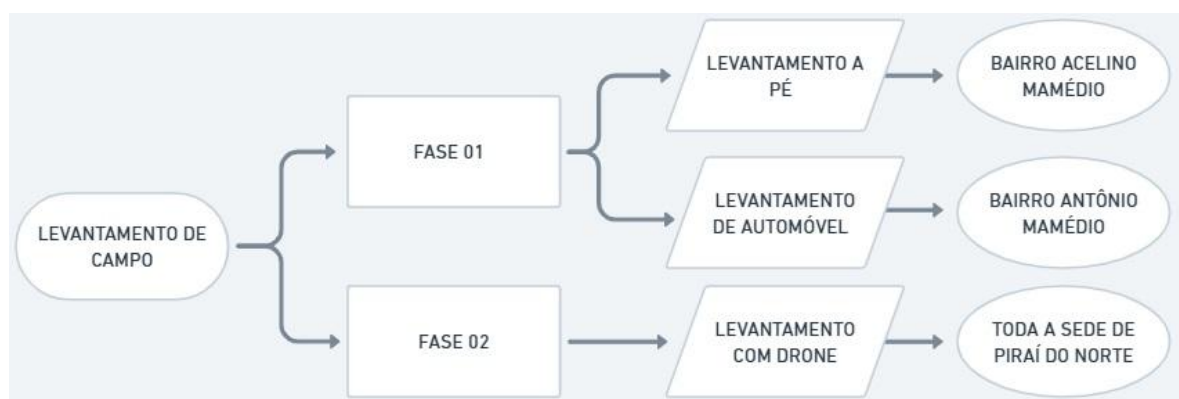


Elaboração: Autor (2024).

### 3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Na Etapa 01, o levantamento de campo foi realizado em duas fases distintas, abrangendo dois bairros selecionados para o estudo. Na Fase 01, foram coletados os dados fotográficos em nível da rua, tanto a pé quanto por meio de automóvel, nos bairros Acelino Mamédio e Antônio Mamédio respectivamente. Na Fase 02, foram executados voos com drone para a obtenção de imagens aéreas que cobriram toda a sede do município. A figura 14 apresenta o fluxograma correspondente à Etapa 01.

Figura 14: Fluxograma da Etapa 01 e suas 02 fases.



Elaboração: Autor (2024).

Na fase 01 foi necessário instalar o aplicativo no *smartphone*, disponibilizado para dispositivos com sistema operacional *Android* e *iOS*, foi feito o cadastro, efetuado o upload das imagens capturadas e o acompanhamento das etapas da disponibilização das contribuições. O aplicativo oferece um tutorial que auxilia no entendimento do funcionamento para a captura e carregamento das fotos. Para garantir a boa qualidade do levantamento foi feito um planejamento da rota das áreas desejadas, considerando a quantidade de imagens a serem capturadas e as condições das vias. Após a instalação e configuração, foi iniciado o levantamento através da captura das fotos em nível da rua. O levantamento foi realizado a pé e em automóvel. Durante o percurso o aplicativo foi ativado e a captura das imagens foi executada em intervalos regulares automaticamente. Após a conclusão do processo de levantamento, as imagens capturadas foram submetidas a uma etapa de revisão,

objetivando selecionar a fotografias com qualidade adequada. Por fim, realizou-se o processo de upload das imagens para a plataforma. Após um período que pode variar de algumas horas ou dias, as imagens se tornam parte do banco de dados da plataforma, podendo ser acessadas por outros usuários. Na figura 15 é possível visualizar o fluxograma que resume o processo.

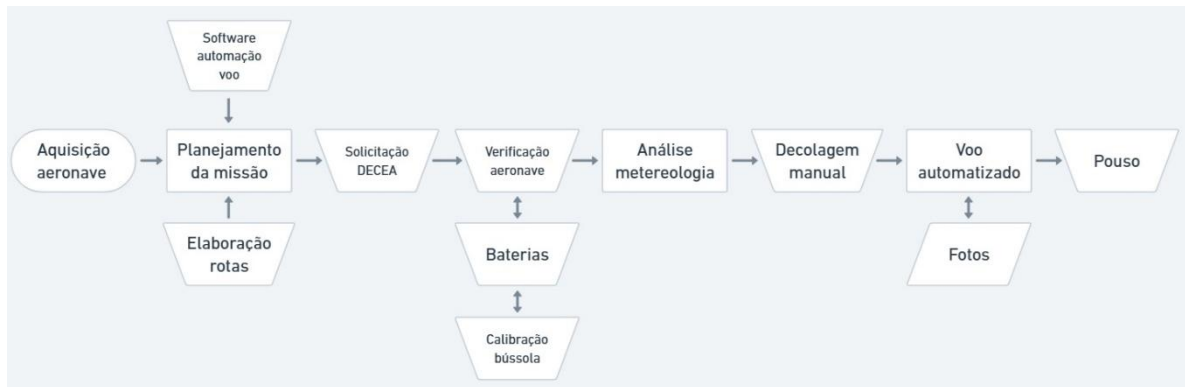
Figura 15: Fluxograma da fase 01



Elaboração: Autor (2024).

A fase 02 consiste no levantamento fotográfico com a utilização de drone, neste, além dos dois bairros objetos do estudo, foram feitos levantamentos em toda a sede do município. Preliminarmente, foi elaborado um planejamento da missão de voo, visando garantir que a aquisição de dados seja feita de forma eficaz e correta. Para este processo foi empregado um software de planejamento de missões automatizadas para drones, cujo objetivo foi traçar o percurso a ser executado pela aeronave, incluindo a determinação dos pontos de decolagem, intervalo de tempo entre uma foto e outra, as áreas de sobreposição das imagens e das altitudes de voo. Antes da decolagem foi realizada verificação completa da aeronave, incluindo a calibração da bússola interna, a verificação do nível de bateria e a análise das condições meteorológicas. Concluídas as verificações, o drone é lançado e o voo automatizado iniciado. Durante o voo, a câmera do drone captura as imagens em intervalos regulares, conforme as configurações que possibilitem a sobreposição entre as fotos de 70% a 80%. Durante este processo o piloto monitora o voo em tempo real, garantindo que a aeronave permaneça nos limites estabelecidos e que o plano de voo seja executado corretamente. A figura 16 ilustra o fluxograma que resume a fase 02.

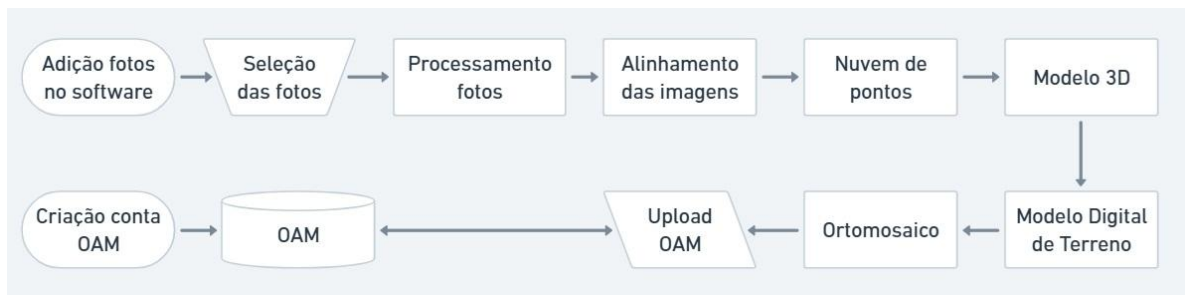
Figura 16: Fluxograma da fase 02.



Elaboração: Autor (2024).

A segunda etapa consiste na obtenção de imagens aéreas geradas a partir do voo de drone. Após a captura das imagens, foi efetuado o processamento das imagens e a elaboração do ortomosaico, neste processo as fotos foram transferidas para um computador tipo notebook, e processadas através do software *WebODM*. O software utiliza algoritmos de fotogrametria para analisar imagens e criar um modelo tridimensional da área, durante o processamento as imagens são alinhadas, tem suas distorções corrigidas e são combinadas em um único arquivo, gerando um ortomosaico. Após a conclusão do processo foi feito o *upload* do ortomosaico para a plataforma *OpenAerialMap*, preenchidas as informações adicionais, tais como descrição da área mapeada, data da captura e coordenadas geográficas. Após a conclusão desta operação o ortomosaico é publicado e disponibilizados para outros usuários. A figura 17 ilustra o fluxograma que resume a etapa 02.

Figura 17: Fluxograma da etapa 02.



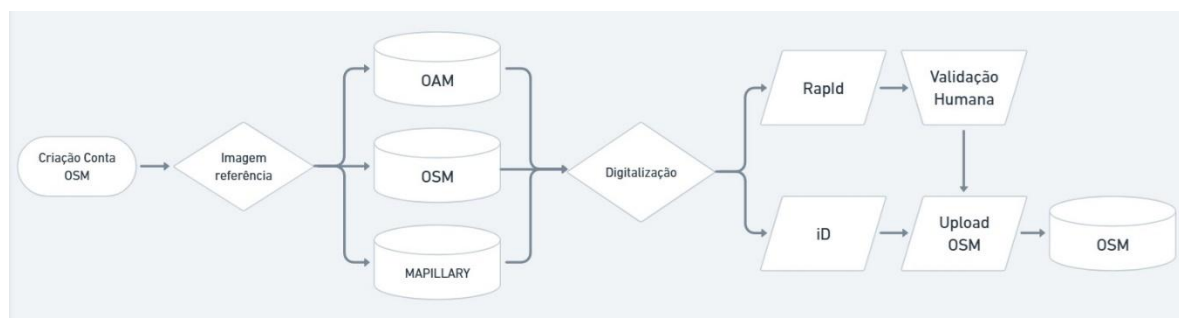
Elaboração: Autor, (2024).

A terceira etapa é a realização do mapeamento utilizando a plataforma OSM. Primeiramente foi realizado o cadastro do usuário, permitindo que as contribuições fossem reconhecidas e rastreáveis, este protocolo visa estabelecer a transparência das edições, a confiabilidade e a qualidade dos dados. Ao se cadastrar o usuário se torna parte da comunidade do OSM e fica apto a criar e editar elementos geográficos, contribuir para projetos específicos de mapeamento, acompanhar suas edições e interagir com outros colaboradores.

Após a conclusão do cadastro o usuário está apto a utilizar as ferramentas de edição. Para auxiliar o processo de digitalização, o OSM permite a utilização de imagens de satélite ou aéreas como referência visual, durante o uso do editor *iD*, o usuário pode selecionar camadas de imagens que ajudam a verificar a exatidão dos elementos mapeados, tais imagens podem ser provenientes do próprio OSM ou de plataformas como o *OpenAerialMap*. O uso de imagens de fundo é fundamental em áreas onde os dados geográficos não estão atualizados ou são escassos. A plataforma permite ajustar a transparência das imagens para melhor alinhamento dos dados digitais. Uma vez selecionada a imagem referência, é iniciado o processo de digitalização das informações, utilizando o editor *iD*, uma ferramenta nativa da plataforma do OSM, que permite a criação e edição de pontos, linhas e polígonos que representam os elementos geográficos (Ivides, 2024).

Durante o processo de mapeamento foi testada a ferramenta de digitalização de elementos geográficos denominada *RapiD*, que utiliza Inteligência Artificial (IA). A ferramenta analisa imagens de satélite e sugere automaticamente traçados preliminares de ruas e edificações, através da detecção de padrões geográficos, como linhas e formas que representam estradas e edifícios. No processo o software apresenta as sugestões ao usuário, que faz a validação ou não dos traçados sugeridos (RapiD, 2024). Nesta etapa, a validação humana é fundamental, uma vez que assegura que os dados sugeridos pela IA sejam precisos e correspondam à realidade local. Em seguida as digitalizações são revisadas as sugestões e definidos quais dados serão incorporados ao mapa, conforme figura 18. Após a conclusão do processo de digitalização e validação, o último passo consiste no *upload* dos dados para a base do OSM (Smock, 2022).

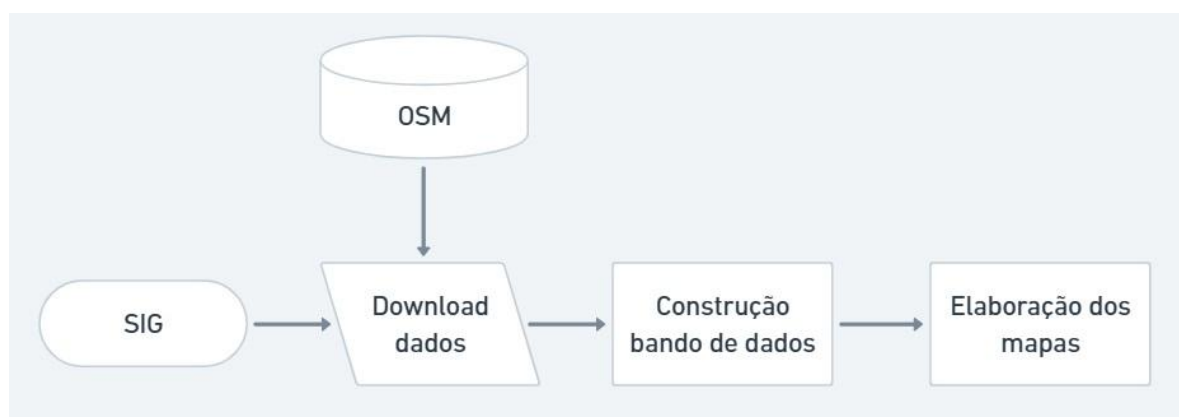
Figura 18: Fluxograma da etapa 03.



Elaboração: Autor, 2024.

Na quarta e última etapa os dados atualizados do OSM são exportados para um *software* SIG. Como os dados do OSM são armazenados em um formato estruturado, podem ser transformados em diferentes formatos de arquivo, como o *XML*, *PBF* e o *shapefile*, viabilizando a sua importação para *softwares* de SIG, como o *QGIS*, *GVSig* e *Esri*. Dentro do SIG, os dados podem ser visualizados, editados e analisados. Para a realização desta tarefa foi utilizado um *software* tipo *plugin*, que realizam a operação de importação de dados do OSM. Após a importação foi realizada uma "limpeza" nos dados e ajustados para uso efetivo em análises, conforme ilustrado na figura 19.

Figura 19: Fluxograma da etapa 04.

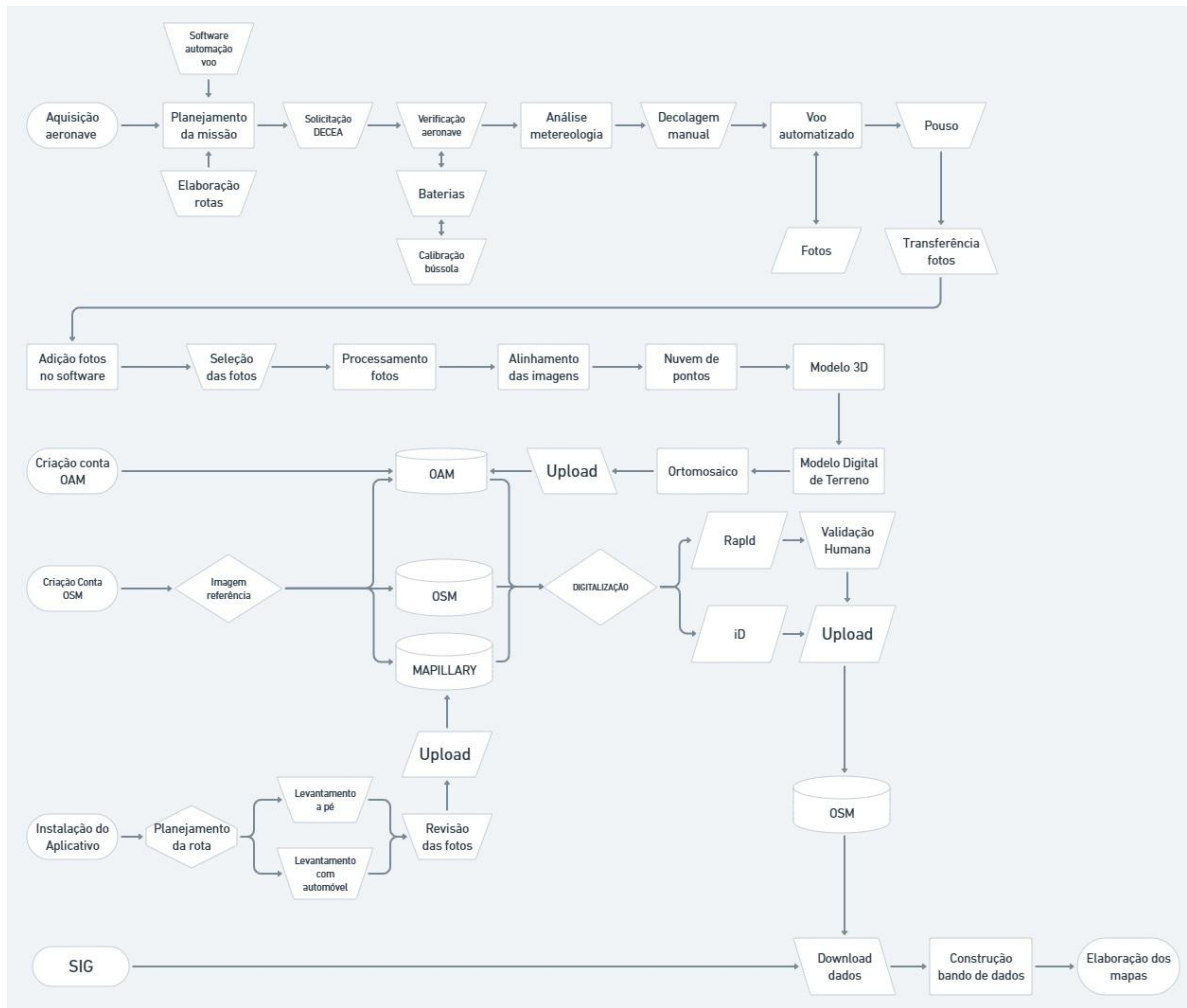


Elaboração: Autor, 2024.

Objetivando sintetizar e integrar todo o percurso metodológico, os fluxogramas individuais foram consolidados em um fluxograma geral. A figura 20 representa, de forma sistêmica, o encadeamento das etapas, os fluxos de dados e as interações entre

as diferentes ferramentas e plataformas utilizadas na pesquisa. Esse fluxograma integrado evidencia a lógica operacional do estudo, reforçando a articulação entre coleta, processamento, mapeamento colaborativo e análise espacial, além de contribuir para a reprodutibilidade e a compreensão do método adotado.

Figura 20: Fluxograma da etapa 03.



Elaboração: Autor, 2024.

### 3.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção são apresentados os principais recursos tecnológicos utilizados no desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente, para a coleta dos dados em campo foi utilizado o *Mapillary*, uma plataforma web que emprega o smartphone para a captura de fotográficas em nível da rua. Para a obtenção das imagens aéreas foi utilizado o drone *DJI Mini 2*. O planejamento e a automação dos voos foram realizados com o auxílio do software *Litchi*, que possibilitou o controle das missões e a definição dos parâmetros de voo específicos para a área de interesse. Após os registros fotográficos, procedeu-se o processamento fotogramétrico das imagens aéreas, utilizando-se o software *OpenDroneMap*, uma plataforma de código aberto amplamente aplicada na geração de ortomosaicos, modelos digitais e demais produtos geoespaciais. Por fim, foi empregado o software QGIS como ferramenta central de Sistema de Informação Geográfica, sendo utilizado na organização, visualização e análise dos dados espaciais e dos produtos gerados.

#### 3.3.1 *Mapillary*

O *Mapillary* foi fundado em 2013 por desenvolvedores com expertise em aplicações de visão computacional, tendo anteriormente fundado a *Polar Rose*, uma empresa de reconhecimento facial adquirida pela *Apple*. Ao contrário das grandes empresas de mapeamento que utilizavam veículos especializados, o *Mapillary* tinha por objetivo democratizar o processo de colaboração de fotografias em nível da rua, permitindo que qualquer pessoa com um *smartphone* pudesse contribuir (*Mapillary*, 2023). A figura 21 ilustra a interface do *Mapillary*, na sua versão web à esquerda e na versão mobile à direita.

Figura 21: Interface do *Mapillary* na versão *web* e *Android*.



Fonte: Mapillary (2024).

Desde sua criação, a empresa utilizou a tecnologia de visão computacional para processar e analisar as imagens enviadas pelos usuários. Essa tecnologia permitiu a detecção de características específicas, como placas de trânsito, sinalizações de ruas e outras infraestruturas urbanas. Em 2020, o *Mapillary* foi adquirido pela empresa americana *Meta*, que tinha como objetivo o aperfeiçoamento dos serviços de mapeamento e localização, integrando a base de dados de imagens de *Mapillary* em seu sistema. Uma das principais contribuições do *Mapillary* é a melhoria dos mapas colaborativos, uma vez que as imagens fornecidas pelos usuários ajudam a verificar e atualizar os dados do OSM (*Mapillary*, 2023).

### 3.3.2 *Litchi*

Para a programação do voo foi utilizado o *software Litchi*, da empresa *VC Technology Ltd*. O *Litchi* é um aplicativo para controle de drones e foi projetado para aprimorar e automatizar a pilotagem de aeronaves da empresa *DJI*. A aplicação é compatível com uma ampla gama de drones, incluindo modelos mais difundidos, como *Phantom*, *Mavic*, *Spark*, *Inspire* e *Mini 2, 3, 4 e 5*. O acesso à aplicação é feito pelo *website* e por um aplicativo para *smartphone*. O planejamento de missão foi feito na versão *web* do *Litchi*. Na plataforma, foram delimitadas as faixas territoriais a serem

sobrevoadas, configurados os parâmetros de altitude, velocidade e tempo de disparo para cada foto, visando uma sobreposição de aproximadamente 40%. Para percorrer toda a área de estudo, o drone foi configurado para manter uma velocidade constante de 20 km/h (5,55 m/s). No total foram estabelecidas sete rotas para a cobertura de toda área de interesse. Conforme a rota é traçada, é informado em tempo real a distância e a duração do voo, tais informações são fundamentais para o cálculo do momento de retorno ao ponto inicial, antes do término da bateria. Os arquivos foram nomeados e salvos para serem posteriormente acessados no momento do voo.

### 3.3.3 DJI Mini 2

Para a coleta dos dados foi utilizado o drone *DJI Mini 2*. Este equipamento é fabricado pela empresa chinesa *Shenzhen DJI Sciences and Technologies Ltd.* e foi lançado em novembro de 2020. A aeronave pesa aproximadamente 249 gramas, pode voar a uma velocidade de até 57 Km/h (16 m/s) e possui um tempo máximo de voo de 31 minutos. Segundo o manual do fabricante, o equipamento pode chegar a uma distância de até 10 km, além de uma câmera com resolução de 12 MP, permitindo a captação da imagem entre as extensões 4000×3000 (4:3), 4000×2250 (16:9) e vídeos em 4K/30fps (DJI, 2023). O equipamento permitiu captar imagens ortogonais (verticais) e oblíquas. A figura 22 ilustra a aeronave, controle remoto, baterias e hélices sobressalentes, além da referência de dimensão em relação a uma mão.

Figura 22. Modelo do Drone DJI Mavic Mini 2.



Fonte: DJI (2023).

### 3.3.4 *OpenDroneMap*

Para o processamento das imagens, foi utilizado o *software OpenDroneMap*, desenvolvido em 2014, o qual disponibiliza um conjunto de ferramentas de código aberto voltadas ao processamento de imagens aéreas, sendo empregado em aplicações de fotogrametria e geração de produtos geoespaciais. Entre os principais produtos gerados pelo software destacam-se o ortomosaico georreferenciado, a nuvem de pontos tridimensional, o Modelo Digital de Superfície (MDS), o Modelo Digital de Terreno (MDT), bem como modelos tridimensionais texturizados, que subsidiam análises espaciais e aplicações em diferentes áreas do conhecimento. O *software* está disponível para sistemas operacionais *Windows, Linux e macOS*, além disso, possui projetos integrados que aumentam as funcionalidades, dentre elas o *WebODM*, uma versão com interface web, que permite a sua utilização por usuários sem conhecimentos de programação (OpenDroneMap, 2020a).

### 3.3.5 *QGIS*

Para a manipulação, organização, visualização, análise dos dados espaciais e geração dos produtos, foi utilizado o QGIS. O QGIS é um *software* livre para Sistema de Informação Geográfica, incubado pela *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) e impulsionado por desenvolvedores voluntários que são responsáveis pelas atualizações e correções no aplicativo (OSGeo, 2013). O *software* é difundido em ambientes acadêmicos e profissionais, ofertando recursos nativos e “*plugins*” que podem ser desenvolvidos por qualquer usuário que domine as linguagens C++ ou Python (Bruno, 2017). Seu sistema suporta uma ampla gama de formatos geoespaciais, tais como vetores, rasters e bases de dados (QGIS *Development Team*, 2023). O QGIS é considerado uma das mais promissoras plataformas livres para SIG, tendo em vista a interface eficaz e intuitiva (Steiniger, 2009). O QGIS e suas extensões estão disponíveis gratuitamente, sem a necessidade de pagamento de taxas para ativação e utilização (Yu *et al.*, 2016). Para a execução de todos os processos da presente dissertação, foi utilizado um computador tipo notebook, da marca *Samsung*,

modelo Book NP550XDA-KS3BR, com processador *intel core i7*, 11<sup>a</sup> geração, 16 *Gigabytes* de memória *RAM*, 1 *Terabyte* de *Hard drive* (HD) e um *Solid State Drive* (SSD) de 500 *Gigabytes*. A integração entre os *softwares* e os *hardwares* utilizados no experimento, permitiu a execução sistemática das etapas metodológicas da pesquisa, desde a aquisição das imagens até o processamento fotogramétrico e a análise espacial dos dados.

### 3.4 LOCAL DA PESQUISA

Para a pesquisa foi escolhido o município de Piraí do Norte, situado no estado da Bahia, nordeste brasileiro. A sede municipal está distante 320 km da capital Salvador. Possui um território de 193.427 km<sup>2</sup>, correspondendo a aproximadamente 1,4% do território baiano, e sua população é de 10.974 habitantes, sendo a 311<sup>a</sup> cidade com maior número de habitantes no estado, a densidade demográfica é de 56,73 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022).

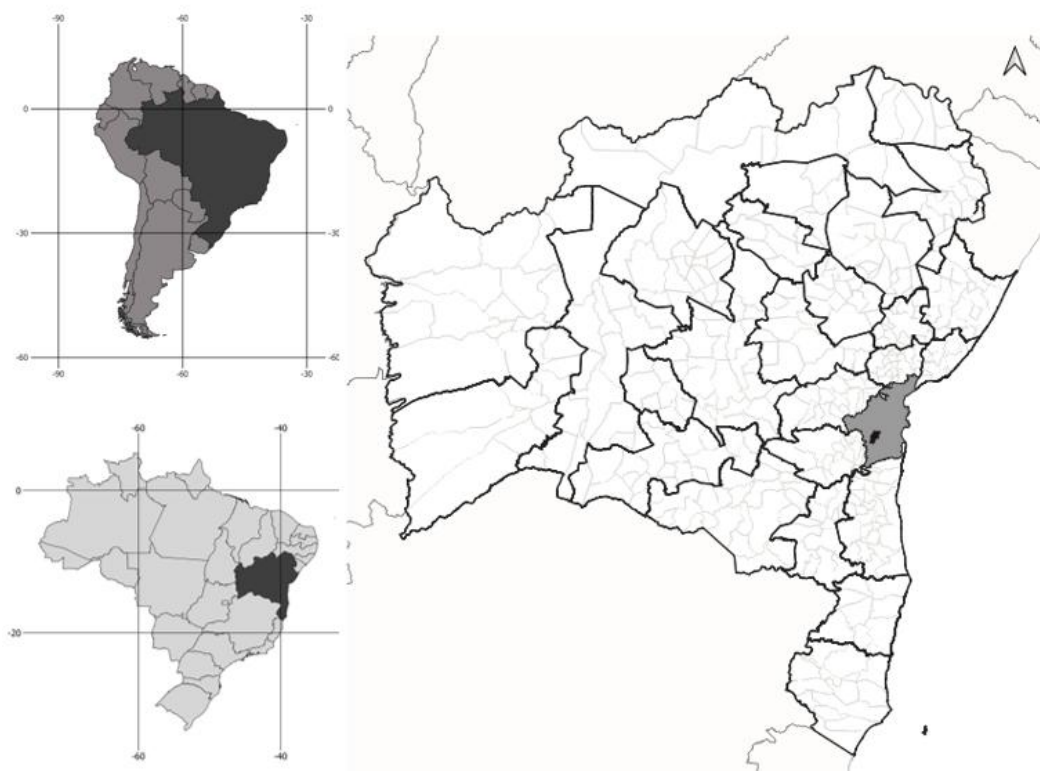
O município surgiu a partir de um ponto de parada para os tropeiros, sua localização estratégica, rica em água e pastagens, favoreceu o desenvolvimento de uma rancharia, que ficava a meio-dia de viagem vindo de Gandu. Com o passar do tempo a rancharia consolidou-se como um entreposto para circulação de diversos tipos de mercadorias. A construção de uma capela destinada à catequese dos índios da região e a grande quantidade de tropeiros que passaram a frequentar o local, contribuíram para a formação o povoado de Capela do Rio Peixe (Wikipédia, 2024). Até 1989, Piraí do Norte fazia parte do município de Ituberá (BA), através da Lei Estadual nº 4.840/89 o município foi emancipado e sua data comemorativa de criação é 24 de fevereiro, os nascidos em Piraí do Norte são denominados Piraienses (IBGE, 2023).

O município possui o clima úmido predominante, com pequena ocorrência do clima subúmido a úmido, registra até 2.500 mm de precipitação anual, possui

incidência solar durante todo o ano e a temperatura média anual está em torno dos 24,5°C (SEI, 2016).

Na divisão territorial do Estado da Bahia, Piraí do Norte está localizado no Território de Identidade Baixo Sul (TIBS), conforme mapa a seguir, destacado em cinza, conforme a figura 23. Os municípios que fazem parte o TIBS são Aratuípe, Cairu, Camamu, Gandu, Ibirapitanga, Igrapiúna, Ituberá, Jaguaripe, Nilo Peçanha, Piraí do Norte, Presidente Tancredo Neves, Taperoá, Teolândia, Valença e Wenceslau Guimarães (BAHIA, 2012).

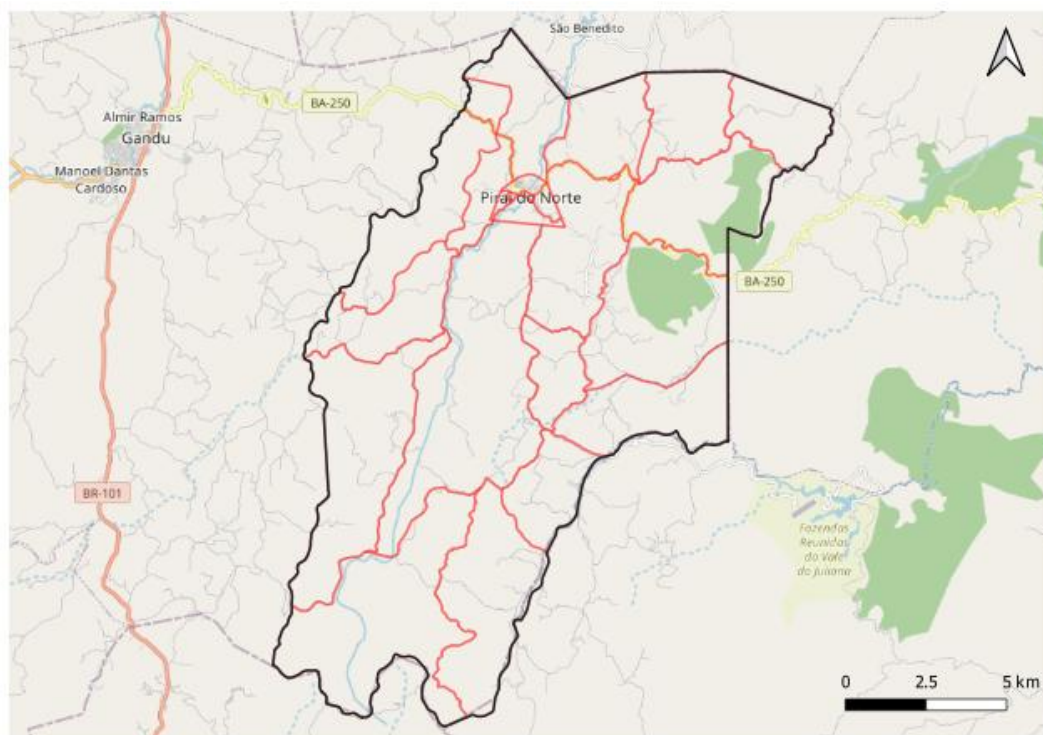
Figura 23: Mapa de localização do município de Piraí do Norte.



Fonte: IBGE (2022).

Através do Censo de 2022, as informações geográficas do município de Piraí do Norte foram divididas em 25 setores censitários, conforme ilustrada na figura 24. Destas, seis são classificadas como sendo zonas urbanas, um é considerado povoado e dezoito foram classificadas como áreas rurais. Segundo o levantamento de 2022, o município possui 4.239 domicílios, sendo 1.754 na zona urbana e 2.485 na zona rural (IBGE, 2022).

Figura 24: Malha dos setores censitários de Pirai do Norte.



Fonte: OSM (2024) e IBGE (2022).

Em relação à dinâmica populacional, o município de Pirai do Norte superou a média estadual de crescimento, que foi de 0,6% e a média nacional de 6,5%, registrando um crescimento de 10,71% entre 2010 e 2022, passando de 9.799 habitantes para 10.974. Com este aumento, a população do município passou a corresponder a 0,0776% da população baiana, colocando o município na 311ª posição estadual e 2.810ª no Brasil. Apesar desse crescimento recente, a trajetória populacional de Pirai do Norte revela um declínio significativo ao longo das últimas décadas (IBGE, 2022). Em 1991, o município possuía 13.759 habitantes, mas sofreu uma redução de 24,24% em 2000, caindo para 10.425. Entre 2000 e 2010, registrou-se uma perda adicional de 6% na população. No período compreendido entre 1991 e 2022, a população total apresentou uma diminuição acumulada de 20,24%, o que evidencia uma tendência de declínio demográfico de longo prazo, apesar do crescimento observado no Censo de 2022, conforme apresentado na Tabela 02.

No total, a população diminuiu 20,24% entre 1991 e 2022, evidenciando uma tendência de declínio a longo prazo, apesar do aumento registrado no último Censo, conforme a tabela 02.

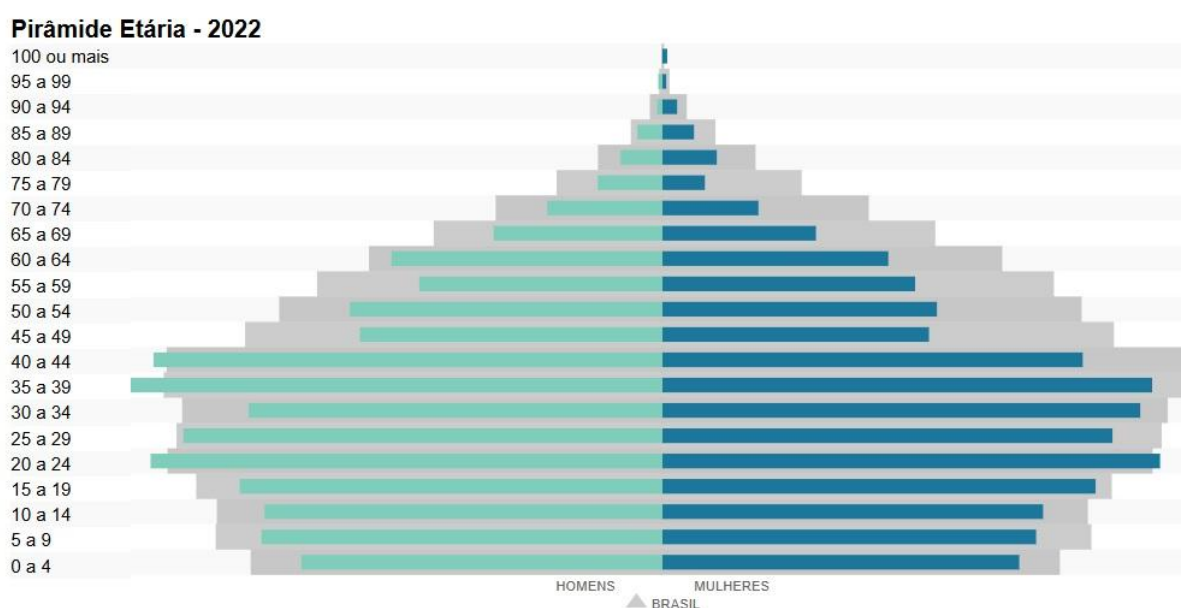
Tabela 02: Evolução da população de Piraí do Norte entre 1991 e 2022.

Ano	População	Variação (%) em relação ao ano anterior	Variação (%) em relação a 1991
1991	13.759	-	-
2000	10.425	-24,24%	-24,24%
2010	9.799	-6%	-28,56%
2022	10.974	10,71%	-20,24%

Fonte: IBGE (1991,200,201 e 2022), elaborado pelo autor.

A população masculina corresponde a 51,26% e a feminina, 48,74% dos habitantes recenseados em 2022 pelo IBGE. A maior parcela da população, 49,84% é formada por adultos entre 25 e 59 anos. As crianças e adolescentes entre 0 e 14 anos somam 20,87%, a população idosa, com mais de 60 anos corresponde a 12,16%, conforme ilustrada na pirâmide etária da figura 25.

Figura 25: Pirâmide etária do município de Piraí do Norte.



Fonte: IBGE (2022).

Neste capítulo, foram apresentados os fundamentos metodológicos que orientaram o desenvolvimento da pesquisa, detalhando o percurso adotado, as etapas operacionais, os materiais e métodos utilizados, além de caracterizar o espaço geográfico escolhido para o estudo. A abordagem metodológica foi estruturada de forma sequencial e integrada, combinando levantamento de campo, processamento de dados, mapeamento com plataforma OSM e análise em Sistemas de Informação Geográfica.

## 4.0 EXPERIMENTO PRÁTICO

### 4.1 ETAPA 01 – A COLETA DE DADOS EM CAMPO

Para o presente estudo foram realizadas duas visitas de campo, que objetivaram analisar as características físicas, urbanas e a infraestrutura da sede municipal, também foram coletados dados e registros fotográficos do local. A primeira visita ocorreu em 13/01/2023 e a segunda em 07/03/2023. Nestas foram utilizadas duas técnicas, a visita “descontaminada” e “contaminada”. A visita descontaminada ocorreu embarcado em um automóvel, como uma experiência individual e objetivou explorar o local sem a influência de informações externas ou opiniões prévias. Foram explorados os espaços urbanos sem conhecimento prévio sobre sua história e contexto social, as características físicas eram conhecidas apenas por fotos de satélite do site *Google Maps*. Nesta etapa, o objetivo era formar as minhas próprias impressões e interpretar os aspectos urbanos com base em uma percepção pessoal, livre de interferências externas. Foi possível realizar um reconhecimento geral do traçado urbano da sede municipal, a disposição das ruas, identificar a setorização dos espaços públicos, avaliar preliminarmente a infraestrutura existente. Neste momento também foram iniciadas as coletas das fotos no nível da rua.

Para a visita denominada contaminada, foi realizada uma reunião na sede da Prefeitura Municipal de Piraí do Norte, da qual participaram o então prefeito municipal, Ulisses Araújo e a engenheira do município, Verena Mamédio. Após a reunião também foi constatada a inexistência da informação localizando a sede da prefeitura no *Google Maps*, como parte de um experimento de IGV, o ponto também foi inserido no *Google Maps* com a TAG Prefeitura de Piraí do Norte e adicionada uma foto da fachada da edificação. A segunda parte da visita ocorreu às 14:00 horas e foi denominada de Visita Contaminada, e envolveu a presença de outras pessoas que acompanham o pesquisador (eu), fornecendo informações, opiniões e perspectivas sobre o local. Tais influências externas também incluíram moradores locais, curiosos e outros que possuíam conhecimentos sobre a cidade. Durante a visita, o pesquisador

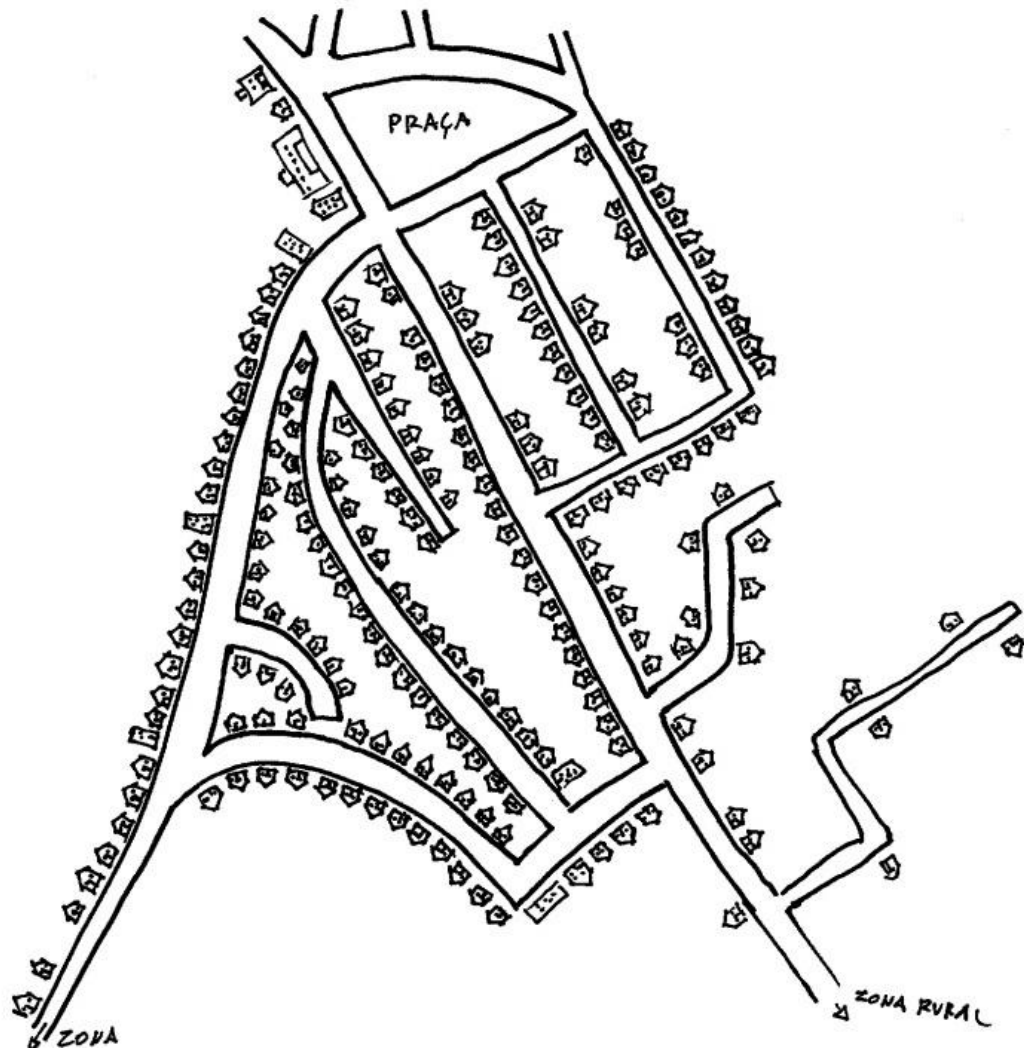
foi exposto a narrativas, histórias e pontos de vista que influenciaram a percepção do espaço urbano, adicionando uma diversidade de interpretações e significados à experiência. Foram percorridos dois bairros, que receberão obras de pavimentação em paralelepípedos e drenagem, além disso, foram apresentadas demandas de infraestrutura, elaborado um levantamento fotográfico, medições de algumas ruas, além de ouvidas as demandas de alguns moradores. Neste momento foram selecionados alguns pontos para a decolagem do drone. A presença das autoridades municipais e técnicos proporcionou uma perspectiva mais abrangente e detalhada do ambiente urbano e serviram para o aperfeiçoamento do presente estudo.

A segunda visita ocorreu em 07/03/23, e estavam presentes o Secretário de Obras e a engenheira civil municipal. Antes da visita foram analisadas as informações da primeira vistoria e pesquisados os dados de população do Censo de 2010 e 2022. Nesta visita foram novamente percorridas as ruas da sede do município, porém com enfoque voltado aos lotes e suas conformações urbanas. Também foram feitos novos levantamentos aéreos com drones com o objetivo de mapear novamente os bairros objetos do estudo.

As visitas em campo tiveram abordagens distintas no processo de reconhecimento urbano. A primeira, realizada em duas etapas, forneceu uma visão geral e imparcial do território. No turno oposto, com a participação de autoridades municipais, adicionou uma dimensão técnica, permitindo uma análise mais detalhada e a identificação de demandas específicas. As informações preliminares coletadas nesta foram fundamentais para o planejamento da segunda vistoria, cujo objetivo era a coleta de informações aéreas em maior escala.

Em virtude do local escolhido para o estudo ser desconhecido pelo pesquisador, a análise comparativa entre essas duas abordagens permitiu explorar como diferentes fontes e escalas de informações influenciam a percepção e compreensão do espaço urbano. As questões relacionadas à subjetividade, autenticidade da experiência e formação de opinião, contribuíram para uma compreensão mais profunda da interação entre uma pessoa estranha ao local e o ambiente construído. Como resultado foi elaborado um mapa mental das ruas percorridas, conforme a figura 26.

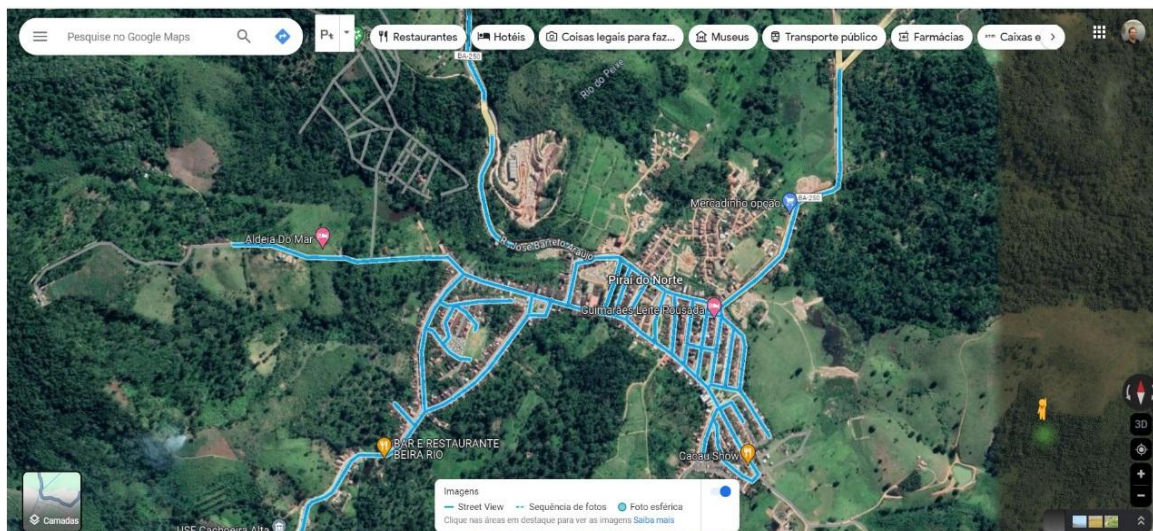
Figura 26: Mapa mental do bairro Acelino Mamédio.



Elaboração: Autor (2023).

As fotos em nível da rua são uma maneira bastante eficiente de se familiarizar com um local nunca visitado pessoalmente, tais ferramentas possibilitam uma experiência virtual imersiva, permitindo que os usuários explorem as ruas de uma localidade ou áreas específicas, como se estivessem no local. Atualmente, uma ferramenta amplamente difundida é o *Google Street View* (GSV), cuja tecnologia de captura em 360 graus possibilita visualização detalhada das vias, edifícios e pontos de interesse de uma determinada localidade. No caso do município de Piraí do Norte, o veículo do *Google* percorreu uma grande quantidade das ruas da sede do município em julho de 2019. Na figura 27 é possível visualizar todo o trajeto feito pelo carro do *Google* no processo de captura de imagens.

Figura 27: Interface do *Google Maps* destacado em azul as ruas levantadas.

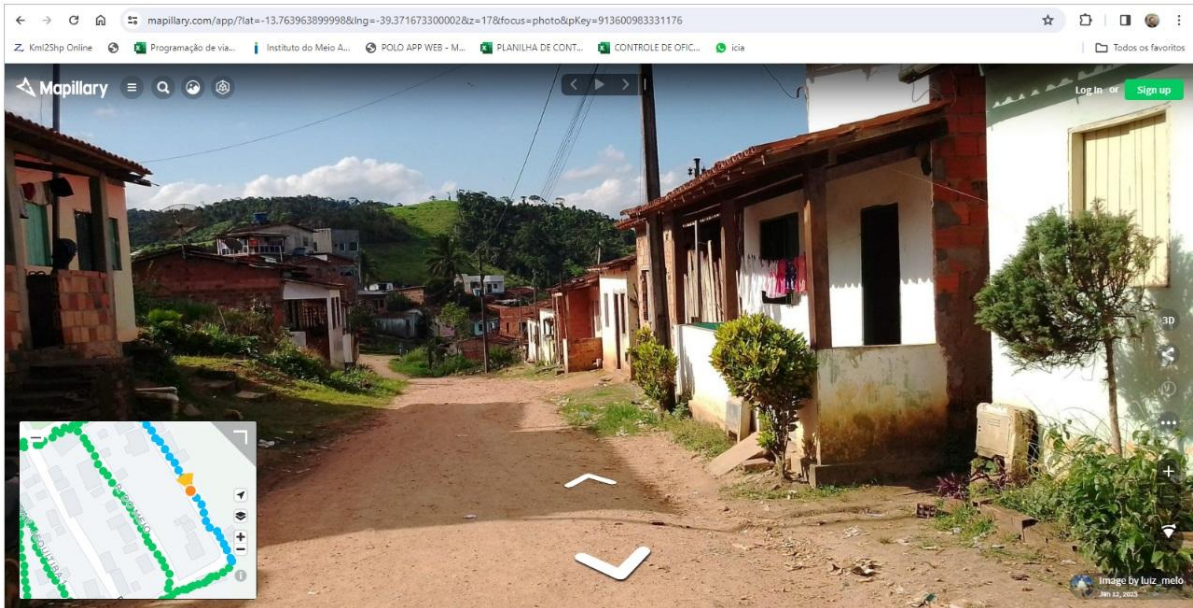


Fonte: Google Maps (2024).

É importante destacar a questão da proteção dos direitos autorais das imagens capturadas pelo *Google Street View*. Apesar da plataforma disponibilizar o acesso público às suas imagens, o uso em projetos de mapeamento colaborativo levanta questões legais sobre propriedade intelectual e uso não autorizado. Dentre estes estão o uso pessoal e não comercial, a proibição de uso em produtos competitivos, o respeito aos direitos autorais, restrições de uso em conteúdo ofensivo e as restrições de estudos de engenharia reversa. Para a presente pesquisa foi utilizada a plataforma *Mapillary*, na qual os usuários podem contribuir com seus registros fotográficos (Mapillary, 2022). Enquanto o GSV é amplamente empregado como instrumento de visualização por usuários em geral, turistas e empresas, o *Mapillary* orienta-se predominantemente à de Informação Geográfica Voluntária, abrangendo entusiastas do mapeamento, ativistas urbanos, estudantes e profissionais de SIG (Arnesdotter, 2018).

Para a utilização da plataforma é necessário possuir uma conta, além do download do aplicativo *Mapillary*, disponível para Android e iOS. A figura 28 ilustra a interface da versão web do *Mapillary*, nesta é possível ver a foto da rua e abaixo à esquerda um mapa de localização da rua.

Figura 28: Interface do Mapillary na versão web.



Fonte: Mapillary (2023).

Durante o levantamento, a captura das imagens foi iniciada nas vias do bairro Acelino Mamédio, percorridas a pé, mantendo-se velocidade constante de deslocamento, com o *smartphone* sustentado manualmente. No bairro Antônio Mamédio, os levantamentos ocorreram embarcados em automóvel, com a câmera acoplada a um suporte de sucção preso ao para-brisa frontal de um automóvel, conforme ilustrado na figura 29. No final do levantamento foi feito o upload das fotografias através do aplicativo. As imagens foram automaticamente organizadas espacialmente e disponíveis na plataforma do *Mapillary*.

Figura 29: Suporte de sucção para fixação de *smartphone* em para-brisa.



Fonte: Mercado Livre (2024).

O segundo levantamento foi executado com o auxílio de um drone, neste o objetivo foi a coleta de fotografias aéreas para a construção de um ortomosaico que foi utilizado como uma referência visual, na lógica de um “pano de fundo” atualizado para a construção de um mapa atualizado da sede do município de Pirai do Norte.

O planejamento objetivou a definição das áreas a serem mapeadas, os tipos de informações a serem coletadas, a altitude e a velocidade de voo. Nesta etapa não foi utilizado o aplicativo original do fabricante do equipamento, pois o DJI Fly não habilitou opção de automação de voo. Para a cobertura das áreas de estudo foram realizados 7 voos, que partiram de 3 pontos distintos da cidade, na figura 30 é possível observar os locais de onde partiram os voos.

Figura 30: Mapa de localização dos pontos de decolagem.

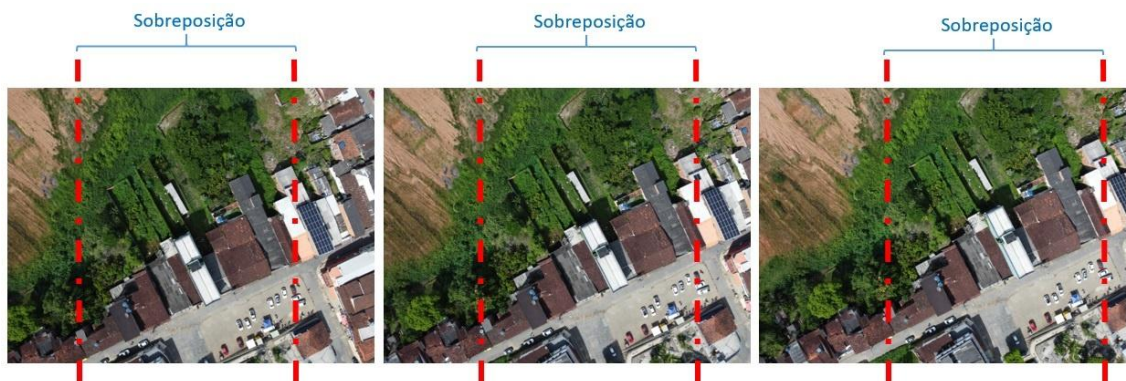


Fonte: OSM, adaptado pelo autor (2023).

A sobreposição de fotos de drone desempenha um papel crucial na confecção dos ortomosaicos, seu cálculo é fundamental para o processo de processamento das imagens e na geração do ortomosaico. Através deste processo foi possível capturar múltiplas perspectivas do terreno, viabilizando as correções das distorções causadas pelo relevo, inclinação e variações na elevação do terreno. Para o planejamento da

missão, foram considerados parâmetros de sobreposição entre imagens, estabelecendo-se o percentual de 70%, o que implica que as fotografias consecutivas registram o mesmo ponto em comum, conforme ilustrado na figura 31. Essa sobreposição foi obtida a partir da relação entre a velocidade de deslocamento do drone e a taxa de captura de imagens por segundo.

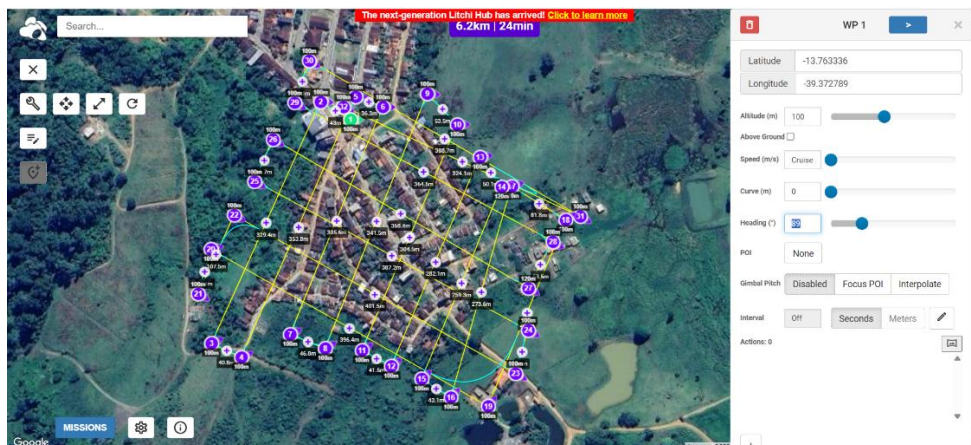
Figura 31: Layout ilustrando a sobreposição das fotos.



Elaboração: Autor (2023).

O planejamento de missão foi realizado na versão *web* do *software Litchi*, na qual foram definidas as delimitações das faixas territoriais a serem sobrevoadas, bem como configurados os parâmetros de altitude, velocidade e tempo de disparo para cada foto, visando uma sobreposição adequada. A figura 32 apresenta a interface do *Litchi* em sua versão *web*.

Figura 32: Interface do Litchi na versão *web*.



Fonte: Autor (2023).

Para a cobertura integral da área de estudo, o drone foi configurado para manter uma velocidade constante de 20 km/h (5,55 m/s). No total, foram estabelecidas sete rotas, garantindo o recobrimento completo da área de interesse. A figura 33 apresenta a interface do *Litchi*.

Figura 33: Interface do *Litchi* na versão mobile.



Fonte: Autor (2023).

Conforme a rota é traçada, é informado em tempo real a distância e a duração do voo, tais informações são fundamentais para o cálculo do momento de retorno ao ponto inicial, antes do término da bateria. Os arquivos foram nomeados e salvos para serem posteriormente acessados no momento do voo.

A missão de voo ocorreu em 13/01/2023, às 14 horas, com tempo estável, céu parcialmente coberto e ventos de 5 km/h. Na operação o drone foi configurado para a altura de 30 metros. Na execução das missões de voo foram utilizadas 7 baterias recarregáveis de 7,7 volts cada. A verificação pré-voo foi realizada de forma visual no drone, visando garantir a inexistência de danos visíveis na aeronave. Foram verificadas as hélices, as baterias e controle remoto. Antes da realização do voo, procedeu-se a calibração da bússola da aeronave, procedimento essencial para assegurar a precisão da navegação. Adicionalmente, foi necessário aguardar a captação do sinal do GPS, tendo sido localizados 19 satélites no momento da verificação pré-voo. As condições favoráveis colaboraram na estabilidade do voo e garantiram o retorno automático para o ponto de partida em duas ocasiões.

Foram gerados dois tipos de dados no campo: imagens ortogonais (verticais em ângulo de 90°) e imagens oblíquas da sede. No total, foram realizados sete voos que contabilizaram cerca de 2:00 horas e 31.500 m de distância percorrida. O trabalho de campo resultou em mais de 1750 fotos registradas (verticais e oblíquas) que após o descarte de imagens desfocadas ou estouradas, gerou 1202 fotografias aproveitadas, totalizando 6,58 Gb de dados. Ao finalizar o voo o drone retornou ao ponto de decolagem automaticamente, no momento do pouso em solo os controles manuais foram habilitados por motivos de segurança. Na captura de imagens oblíquas, o controle de voo foi feito de forma manual, sendo utilizados os dois joysticks no controle remoto da aeronave.

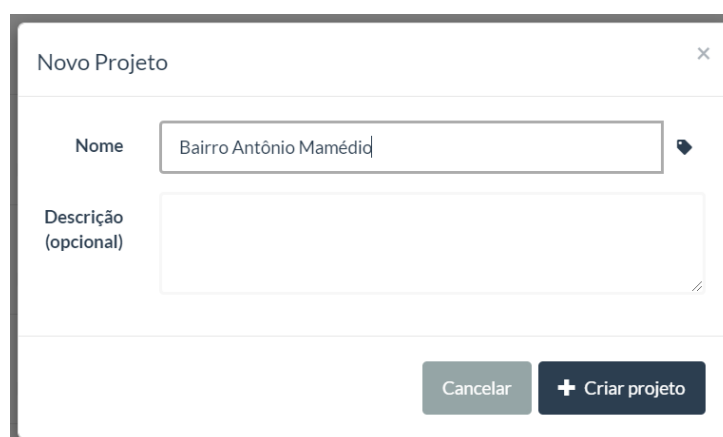
As imagens oblíquas foram capturadas para os seguintes propósitos: a) identificar o território e objetos geográficos, prevenindo colisões; b) analisar usos do solo e as tipologias das edificações; c) possibilitar a criação de uma modelagem 3D dos bairros. As imagens ortogonais têm por objetivo a captação de frações das áreas para posterior justaposição de imagens e a elaboração de um ortomosaico, após um processamento digital. Como o levantamento objetiva o processamento das imagens, as fotos foram tiradas com um ângulo de 90° e uma altitude de 100 metros, que obedece ao limite da legislação brasileira, que limita os voos a 120 metros. Em três momentos as missões tiveram de ser canceladas por conta das condições meteorológicas. As imagens capturadas subsidiaram a análise do uso e ocupação do solo, a identificação das tipologias das edificações e a obtenção de outras informações que se mostraram relevantes ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Cabe salientar que mesmo com o voo automatizado, o treinamento da pilotagem manual é de extrema importância, pois diversas intempéries e imprevistos podem ocorrer. Para Anhaia (2022), mesmo que estejam sendo utilizados equipamentos com rotas automatizadas de mapeamento, existe a possibilidade de um conjunto de elementos escaparem do planejamento e do percurso do voo estabelecidos previamente.

## 4.2 ETAPA 02 – PROCESSAMENTO DAS IMAGENS

As imagens capturadas apresentam um conjunto de metadados e informações espaciais que transcendem a dimensão visual, incluindo coordenadas geográficas de seus locais de captura. Por este motivo, sua identificação espacial possibilita a justaposição com outras imagens, viabilizando assim, o seu georeferenciamento. Após os levantamentos, as imagens foram processadas através do *WebODM*. O *WebODM* é um *software* livre para processamento de imagens aéreas de drones, que possibilita transformar imagens 2D, em nuvens de pontos classificadas, modelos texturizados 3D, imagens ortorretificadas e Modelos Digitais de Terrenos (MDT) e Modelos Digitais de Elevação (MDE).

No experimento, as fotografias obtidas pelo drone foram empregadas na geração de um ortomosaico. Para tanto, o *software* estabeleceu correspondências entre pontos-chave identificados nas imagens, elaborou um modelo tridimensional da área mapeada, produziu as ortofotos (imagens corrigidas geometricamente), o MDT e o MDT. Inicialmente foram criados os projetos para os bairros Acelino Mamédio e Antônio Mamédio, a figura 34 ilustra a janela do comando de criação do projeto.

Figura 34: Janela de criação do novo projeto.



A imagem mostra a interface de usuário para a criação de um novo projeto no WebODM. A janela é intitulada "Novo Projeto" e possui um ícone de fechamento (X) no canto superior direito. O formulário contém dois campos de entrada: "Nome", onde o texto "Bairro Antônio Mamédio" está inserido, e "Descrição (opcional)", que está atualmente vazio. Na parte inferior da janela, há dois botões de ação: "Cancelar" e "+ Criar projeto".

Fonte: WebODM (2023).

Posteriormente foi feito o *upload* do conjunto de imagens por bairro, nesta etapa foram descartadas as imagens borradas, com inclinação inadequada ou exposição

extrema, evitando erros de fusão nas imagens e distorções. Durante a execução do processamento das imagens o *software* detecta as feições das imagens, efetua o pareamento entre fotos, estima as poses das câmeras e cria a nuvem de pontos, conforme a figura 35.

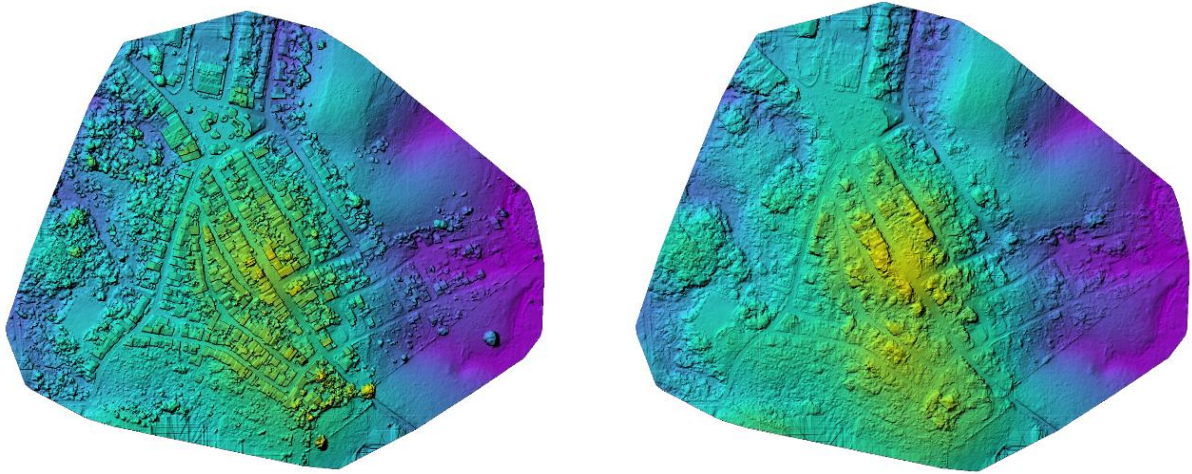
Figura 35: Nuvem de pontos do bairro Acelino Mamédio.



Elaboração: Autor (2023).

A nuvem de pontos consiste em um conjunto massivo de pontos tridimensionais, associados as coordenadas geográficas ( $x$ ,  $y$  e  $z$ ) e a valores radiométricos (componentes RGB). Os pontos são obtidos através de processamento fotogramétrico, na qual algoritmos identificam feições homólogas entre múltiplas imagens sobrepostas e calculam sua posição espacial por triangulação. A partir desta estrutura é aplicada a interpolação espacial que transforma o conjunto irregular em superfícies contínuas, gerando os Modelos Digitais de Elevação e Modelos Digitais do Terreno (Lima *et al.*, 2011). O resultado deste processo pode ser observado na figura 36.

Figura 36: MDE e MDE do bairro Acelino Mamédio.



Elaboração: Autor (2023).

Os Modelos Digitais de Elevação e Modelos Digitais do Terreno, subsidiam análises topográficas, a extração de perfis altimétricos e cálculo de volumes, além de integrarem o processo de ortorretificação das imagens. Por fim as imagens ortorretificadas são “costuradas” em um único arquivo raster contínuo. Os resultados deste processo podem ser observados nas figuras 37 e 38.

Figura 37: Ortomosaico do bairro Antônio Mamédio.



Elaboração: Autor (2023)

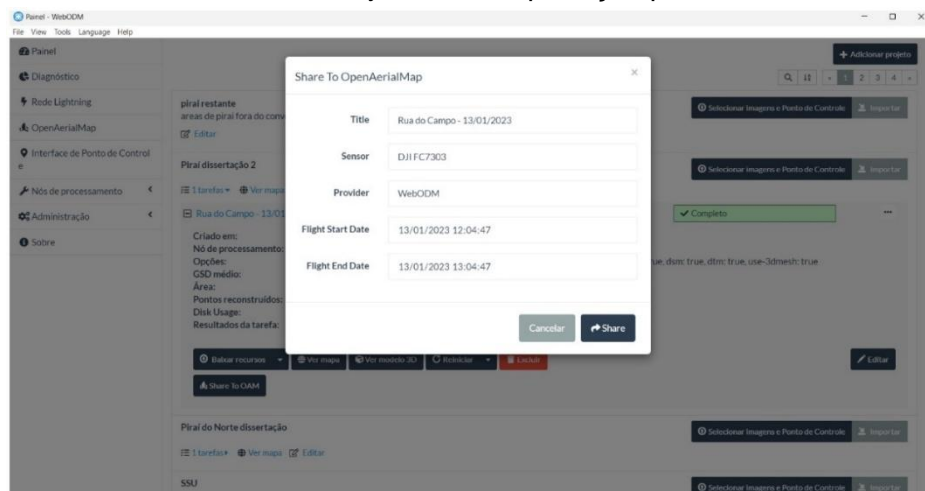
Figura 38: Ortomosaico do bairro Acelino Mamédio.



Elaboração: Autor, (2023).

Após a geração do ortomosaico, o *WebODM* disponibiliza um recurso integrado que possibilita a publicação direta na plataforma *OpenAerialMap*. Essa funcionalidade prepara automaticamente o arquivo ortorretificado e seus dados associados, em um formato compatível com os padrões exigidos pelo OAM. Esse procedimento simplifica e elimina etapas manuais de conversão e *upload*, reduzindo inconsistências e assegurando a integridade dos dados publicados. A figura 39 ilustra a interface da plataforma *WebODM* e a janela de exportação.

Figura 39: Interface do WebODM e a janela de exportação para o OAM.

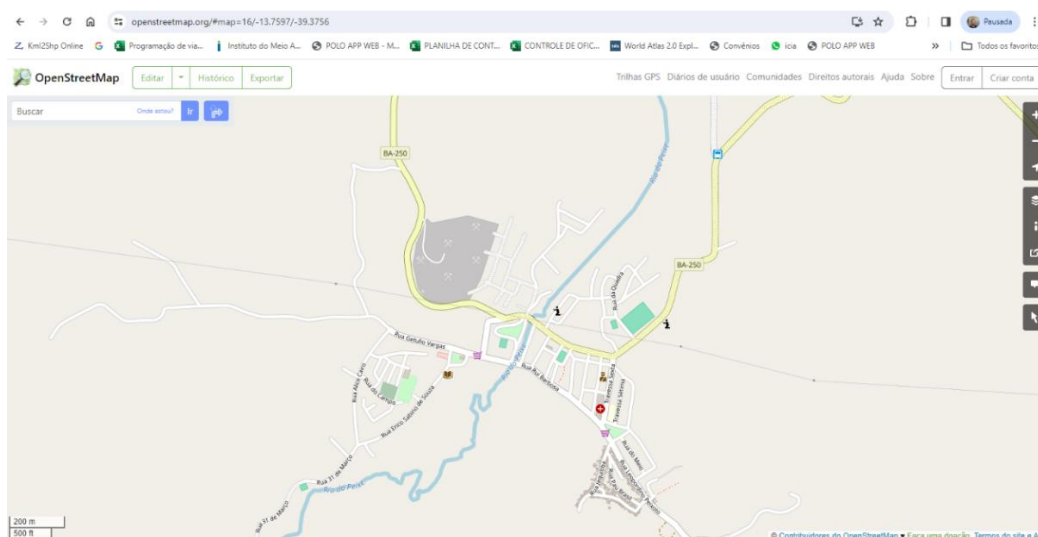


Fonte: OAM (2024).

### 4.3 ETAPA 03 – INCLUSÃO DOS DADOS NO OPENSTREETMAP

A Etapa 03 concentra-se na Informação Geográfica Voluntária, cujo produto resultante da digitalização dos dados é disponibilizado on-line, por meio do OpenStreetMap. A plataforma do OSM pode ser acessada por qualquer pessoa, porém para inserção e edição de dados é necessário um cadastro. Um usuário não cadastrado pode acessar as informações, utilizar os controles de zoom e pan para chegar à área desejada. Além disso, é possível configurar alguns tipos de estilos de visualização gráfica e temática. No início da navegação a plataforma disponibiliza o mapa base padrão do OSM, neste são exibidas informações essenciais, como estradas, trilhas, rios e pontos de interesse que já foram inseridos pelos colaboradores. Ao se aproximar o zoom é possível aumentar o grau de detalhes das informações, tais como contorno das edificações, nomes de ruas e lugares dentre outras. As edificações e estruturas urbanas são representadas através de seus contornos, quanto melhor o mapeamento mais precisa é a informação da área de interesse. A figura 40 mostra a tela principal da plataforma antes de logada.

Figura 40: Interface da Plataforma OpenStreetMap.



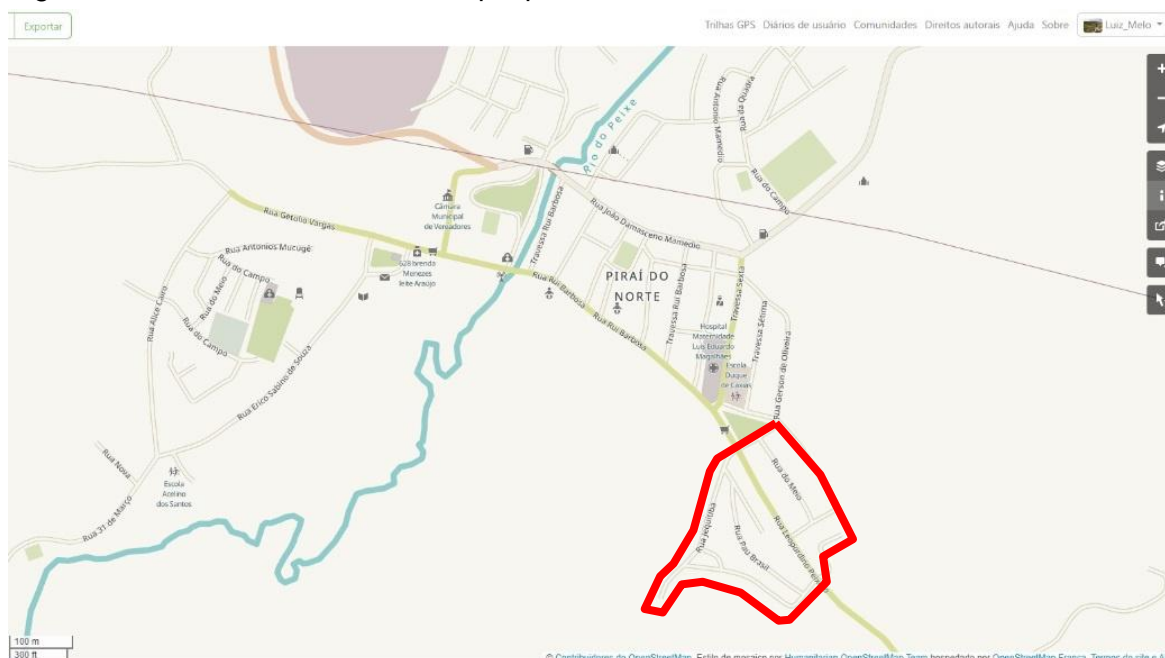
Fonte: OSM (2024).

A funcionalidade de consulta de endereços também se encontra disponível, permitindo aos usuários localizar e visualizar endereços específicos. A plataforma do OpenStreetMap apresenta interface responsiva, adaptando-se automaticamente a

diferentes dispositivos, como computadores desktops, notebooks, *smartphones* e tablets (Ivides, 2024).

Uma vez logado, foi feita a busca da cidade de Pirai do Norte, através de barra de pesquisa no canto esquerdo da janela, também existe a possibilidade de navegar no mapa para encontrar a área em que deseja adicionar feições. No estudo após localizar a cidade de Pirai do Norte, foram utilizados os controles de *zoom* e *pan* para chegar às áreas que foram executados os mapeamentos (Figura 41).

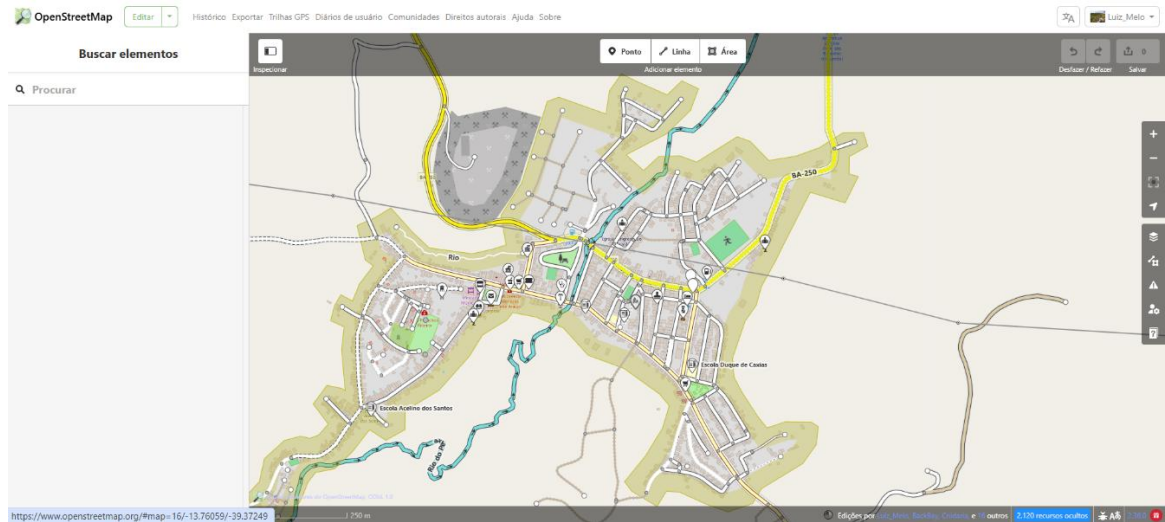
Figura 41: Interface do OSM, destaque para o bairro Acelino Mamédio.



Fonte: OSM (2024).

Em seguida, ao posicionar o cursor no canto superior esquerdo da interface, foi acionada a opção “Editar”, permitindo o acesso ao modo de edição da plataforma. Na pesquisa foi utilizada a ferramenta *iD*. Uma vez habilitada a ferramenta, a interface do OSM é alterada para o seu modo de edição (Figura 42).

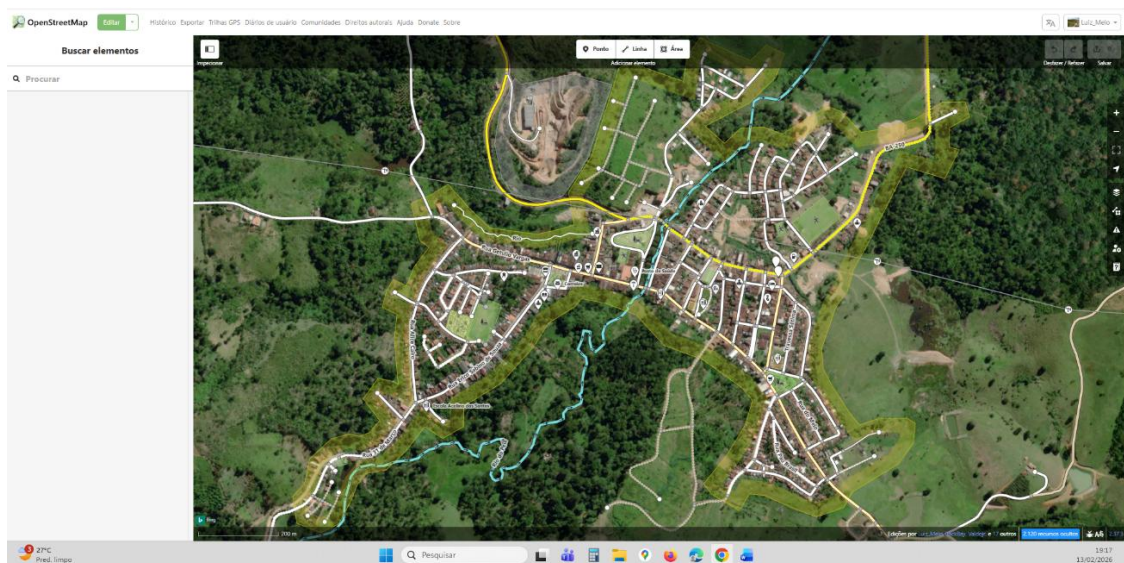
Figura 42: Interface do OSM em modo de edição.



Fonte: OSM (2024).

Neste momento já foi possível iniciar o mapeamento. Antes foram analisadas as informações já inseridas por outros usuários. Durante a análise foi constatada a inclusão de TAG's, localizando algumas edificações de serviços públicos, como polícia militar, biblioteca, cartório, templos religiosos, serviços e comércios privados. Além disso, todo sistema viário da sede também já estava mapeado (Figura 43).

Figura 43: Interface do OSM com foto referência em modo edição.



Fonte: OSM (2024).

No estudo foram conferidos e ajustados o sistema viário, mapeados de edifícios e pontos de interesse. Para a execução desta tarefa foram utilizadas as ferramentas de desenho: ponto, linha e área. Os pontos foram utilizados para a marcação de árvores e outros elementos cujo formato seja possível ser representado de forma pontual e específica. A ferramenta linha foi utilizada para o desenho de caminhos, cursos d'água, trilhas, etc. A ferramenta de área foi utilizada no desenho das edificações. Como forma de auxílio na identificação das geometrias que compõem o mapa, a plataforma disponibiliza algumas opções de fotos de satélite. As imagens são integradas ao OSM como um pano de fundo (Figura 44), apesar das limitações de resolução, foram de fundamental importância para a execução desta tarefa.

Figura 44: Interface do OSM com foto referência em modo edição.

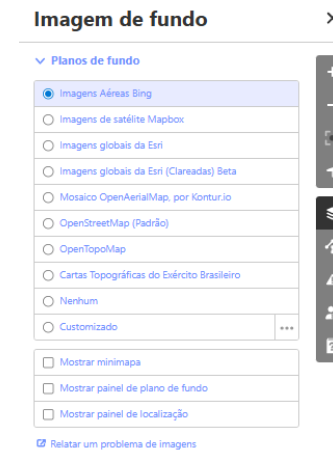


Fonte: OSM (2024).

As fotografias de satélite utilizadas como referência para o mapeamento no OSM, são provenientes dos provedores externos que disponibilizam mediante acordos específicos de uso. Entre os provedores destacam-se empresas produtoras de dados, como a *Maxar Technologies* e a *Airbus*, bem como plataformas tecnológicas que distribuem camadas de imagens, como a *Microsoft*, *Google* e *Mapbox*. No OSM, a disponibilização destas imagens para o mapeamento colaborativo possui

permissões de licenciamento que restringem o seu uso, especificamente, à digitalização de feições. O acesso a estas foi feito através do menu na lateral direita, conforme ilustrado na figura 45.

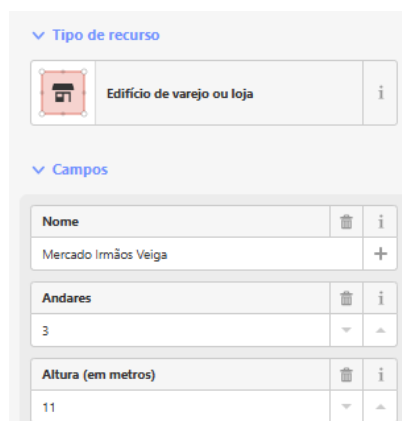
Figura 45: Interface OSM com menu de opções de imagens de fundo.



Fonte: OSM (2024).

Após a inserção de cada elemento gráfico por meio do traçado vetorial das feições, foram preenchidos os atributos descritivos correspondentes, tais como denominação, categoria e demais informações complementares (figura 46). Além disso, durante o processo de edição cartográfica, pontos, linhas e polígonos puderam ter seus nós reposicionados, permitindo o refinamento geométrico e o ajuste das formas digitalizadas. Antes da etapa de salvamento, realizou-se uma revisão sistemática do conjunto de dados, objetivando assegurar a consistência e a correção das informações digitalizadas.

Figura 46: Interface OSM com as janelas de informações das TAG's.



Fonte: OSM (2024).

No campo de origem dos dados, registrou-se que as informações foram provenientes de um mapeamento realizado com a finalidade de pesquisa e elaboração da presente dissertação, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Territoriais (PROET) da UNEB. Tal anotação tem por finalidade explicitar a motivação da digitalização e assegurar sua adequada documentação nos metadados associados aos OSM.

Nesta etapa do estudo foi testada uma ferramenta de inteligência artificial para auxiliar no mapeamento, a ferramenta utilizada foi o *Rapid*, disponível no site <https://rapideditor.org/>. A ferramenta de código aberto foi desenvolvida pela empresa estadunidense *Meta*, inicialmente concebido para o mapeamento de vias, foi sendo aperfeiçoado para a adição de outros elementos. Para seu funcionamento, a aplicação utiliza as fotografias de satélite como base de referência espacial. A partir destas imagens, algoritmos de inteligência artificial (IA), realizam a detecção automatizada de áreas com potencial ocorrência de edificações, as quais são posteriormente submetidas a um processo de extração de atributos. Nesta etapa, são identificados padrões visuais associados às edificações, tais como geometrias predominantemente retangulares, arranjos regulares de pixels e variações de intensidade e na tonalidade cromática, conforme ilustrado na figura 47.

As características identificadas são empregadas como dados de entrada para algoritmos de aprendizado de máquina, tais como redes neurais convolucionais *Convolutional Neural Networks* (CNN) e métodos de classificação baseados em atributos. Estes algoritmos possibilitam a discriminação entre edificações e outros objetos presentes nas imagens, como vias e áreas de vegetação (Fila, 2022).

O resultado da classificação só é validado após a aprovação do usuário, este processo visa a eliminação de resultados falsos positivos e a correção de erros de classificação. Com isso, o procedimento faz com que as edificações sejam identificadas com maior precisão. Após a verificação humana, as áreas identificadas como edificações são convertidas em vetores, que representados como polígonos ou contornos, delimitam suas formas no terreno. Ao mesmo tempo, é possível armazenar informações sobre as edificações de forma estruturada.

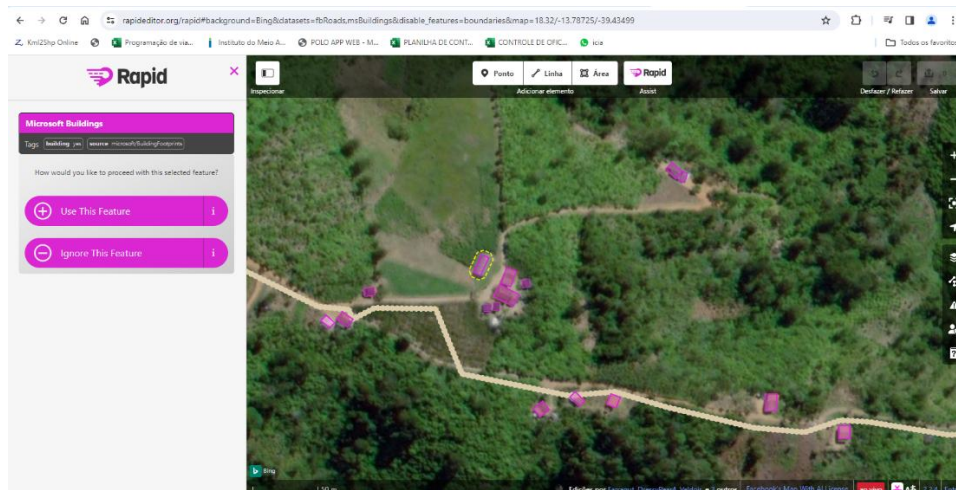
Figura 47: Interface do *RapiD* com a detecção de edificações na sede.



Fonte: RapiD (2024).

Os testes foram realizados na sede do município e na zona rural, na área urbana, em virtude da similaridade e proximidade das edificações, existiu a tendência de se uniformizar todas as edificações em um único bloco retangular. Por este motivo, os testes de rastreamento automático foram suspensos, pois, houve imprecisão de seus resultados, apesar do ganho em velocidade, a necessidade de correção em muitos polígonos, gerou volume de retrabalho que inviabilizou o processo. Em tentativas na zona rural do município, onde os imóveis estão mais dispersos, os resultados dos rastreamentos automatizados foram mais eficazes, conforme ilustrado na figura 48.

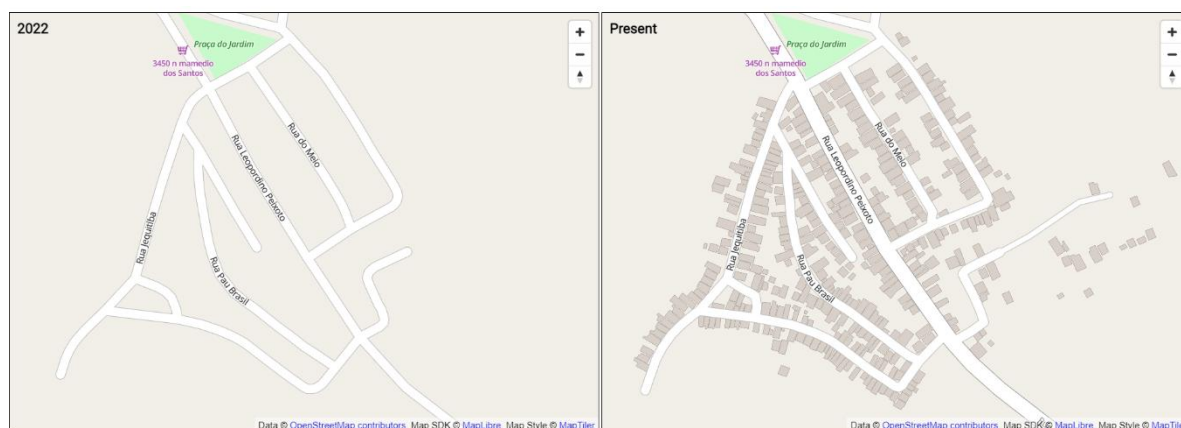
Figura 48: Interface do *RapiD* na detecção de edificações na zona rural.



Fonte: RapiD (2024).

Na execução da digitalização das edificações no bairro Acelino Mamédio, foram gastas uma hora e trinta e cinco minutos, foram inseridos 245 imóveis na base do OSM. A figura 49 ilustra a situação do bairro Acelino Mamédio antes da pesquisa e após a realização dos levantamentos e digitalização das feições.

Figura 49: Antes e o depois do mapeamento.



Fonte: Beforeafter (2023).

## 4.4 ETAPA 04 – BASE DE DADOS

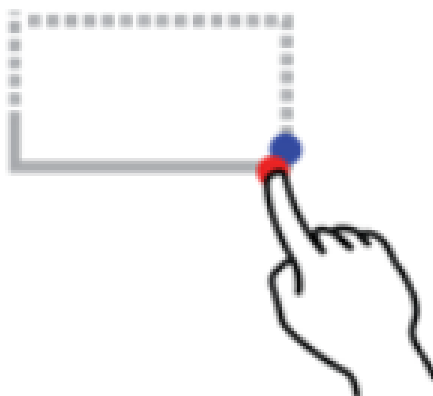
### 4.4.1 Construção da base de dados

Na Etapa 04 procedeu-se à estruturação da base de dados por meio da compilação e sistematização das informações, reunindo, organizando e integrando os dados cartográficos do OSM e do levantamento realizado in loco. Neste processo, os dados do OSM foram exportados e importados para o ambiente do *software* QGIS, versão 3.28.11 – *Firenze*, possibilitando sua manipulação, análise espacial e consolidação em uma base cartográfica unificada.

O software utilizado para a realização do processo o *plug-in OMSDownloader*, classificado como uma extensão, que aperfeiçoa a funcionalidade do *software* QGIS, adicionando novos recursos, sem alterar o código-fonte original. O complemento *OMSDownloader* tem como finalidade realizar o *download* de dados do OSM,

diretamente do ambiente SIG, possibilitando a obtenção das informações, através da definição de uma área de interesse, delimitada através de uma seleção retangular. A figura 50 ilustra o ícone do complemento já instalado no QGIS.

Figura 50: Ícone da extensão *OSMDownloader*.



Fonte: OSMDownloader (2024).

Após o *download*, os dados foram submetidos a procedimentos de tratamento e depuração, onde foram removidas as camadas vetoriais desnecessárias, bem como os campos redundantes ou sem relevância para a pesquisa. Preservaram-se apenas os atributos considerados essenciais, dentre os quais o identificador das feições (ID), que atua como elemento de identificação única no banco de dados vinculado à plataforma OSM.

Em seguida, foram estruturados novos campos conforme as variáveis analíticas do estudo, incluindo a quantidade de pavimentos das edificações, tipo de pavimentação da via, acabamento na fachada, material do telhado e o uso da edificação. Os campos foram estruturados em formatos apropriados (texto ou número), permitindo o registro sistemático das informações. A padronização das informações teve por finalidade assegurar a integração homogênea e a compatibilidade dos dados, favorecendo a consistência analítica e subsidiando a elaboração de produtos cartográficos temáticos. A figura 51 apresenta a tabela de atributos resultante deste processo.

Figura 51: Banco de dados em formato de Tabela de atributos no QGIS.

	osm_way_id	place	rua	pav	uso	num_pav	parede	telhado	uso_tipo	layer	path
1	1292919828	B	Rua 5	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
2	1292919829	A	Rua 5	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
3	1292919830	A	Rua 5	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
4	1292919831	A	Rua 5	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
5	1292919833	A	Rua 5	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
6	1292919836	A	Rua 5	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
7	1292919837	A	Rua 5	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
8	1292919839	A	Rua 5	Sem pavimentação...	R	2	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
9	1292919840	A	Rua 11	Sem pavimentação...	R	2	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
10	1292919841	A	Rua 11	Sem pavimentação...	R	2	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
11	1292919843	A	Rua 11	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
12	1292919844	A	NULL	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
13	1292919845	A	Rua 6	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
14	1292919846	A	Rua 6	Sem pavimentação...	R	2	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
15	1292919847	A	Rua 6	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
16	1292919849	A	Rua 6	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
17	1292919850	A	Rua 6	Sem pavimentação...	R	1	Alvenaria Pintada	C	R	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...
18	1292919851	A	Rua 6	Sem pavimentação...	Comer...	1	Alvenaria Pintada	C	Loja	antonio_mame...	C:/Users/almei/OneDrive ...

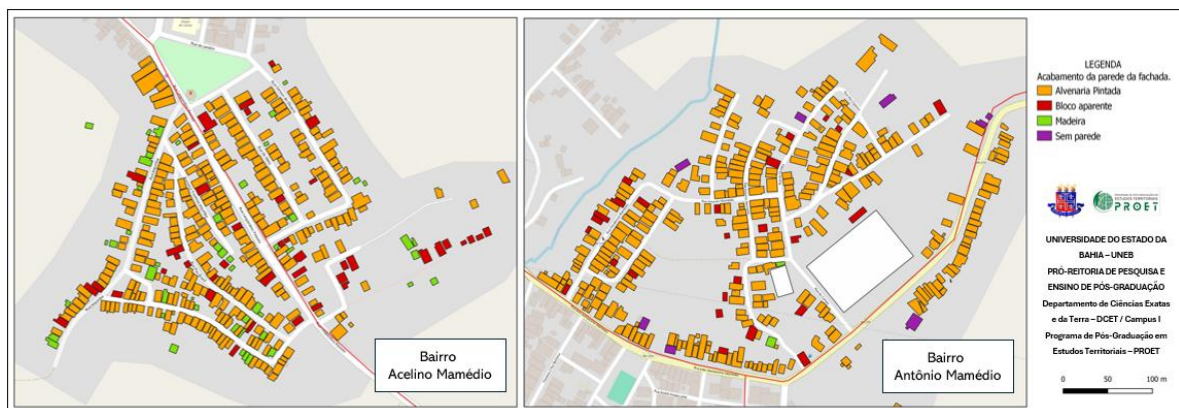
Fonte: OSMDDownloader (2024).

#### 4.5 ETAPA 05 – PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

A cartografia temática constitui um instrumento fundamental para a análise e a interpretação do território, ao possibilitar a representação seletiva e estruturada de fenômenos espaciais específicos. Diferentemente dos mapas gerais, os mapas temáticos organizam informações segundo variáveis previamente definidas (Martinelli, 2003). Como produto da pesquisa foram elaborados mapas temáticos qualitativos do tipo corocromático, com a finalidade de representar a distribuição espacial das categorias levantadas in loco.

No mapeamento dos acabamentos das fachadas (Figura 52), as edificações foram classificadas de acordo com o tipo de acabamento aparente, contemplando as categorias: madeira, alvenaria revestida, alvenaria em bloco aparente e edificações sem fechamento vertical. A obtenção dos dados baseou-se na análise de imagens disponibilizadas pela plataforma *Mapillary*, complementada por inspeção visual, permitindo a identificação e a caracterização dos diferentes padrões construtivos observados.

Figura 52: Mapas dos acabamentos das fachadas.

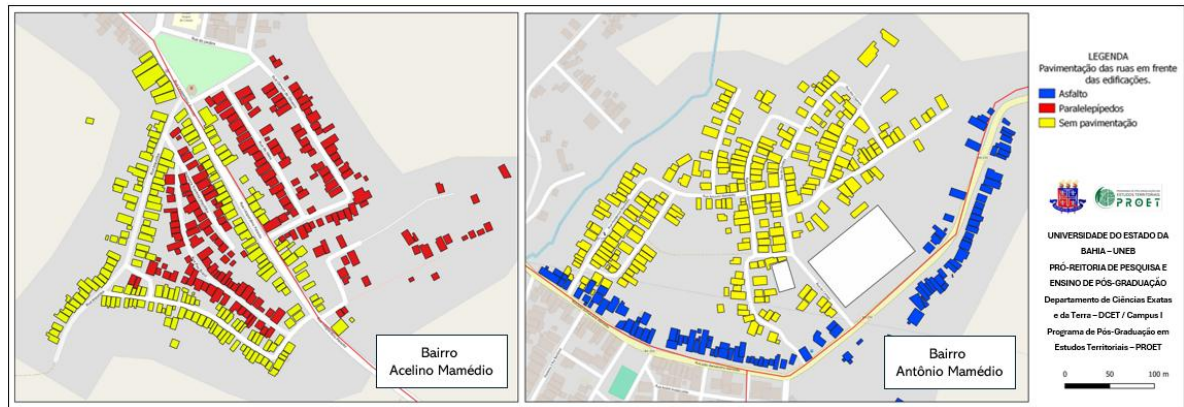


Elaboração: Autor (2024).

O mapeamento das edificações associado à identificação de vias pavimentadas e não pavimentadas (Figura 53) teve como objetivo representar a condição da malha viária urbana do município, permitindo a diferenciação visual entre as ruas que dispõem de pavimentação e aquelas que ainda não a possuem. A classificação das vias foi realizada com base em observações diretas em campo, na análise do

ortomosaico e na interpretação das imagens disponibilizadas pela plataforma *Mapillary*.

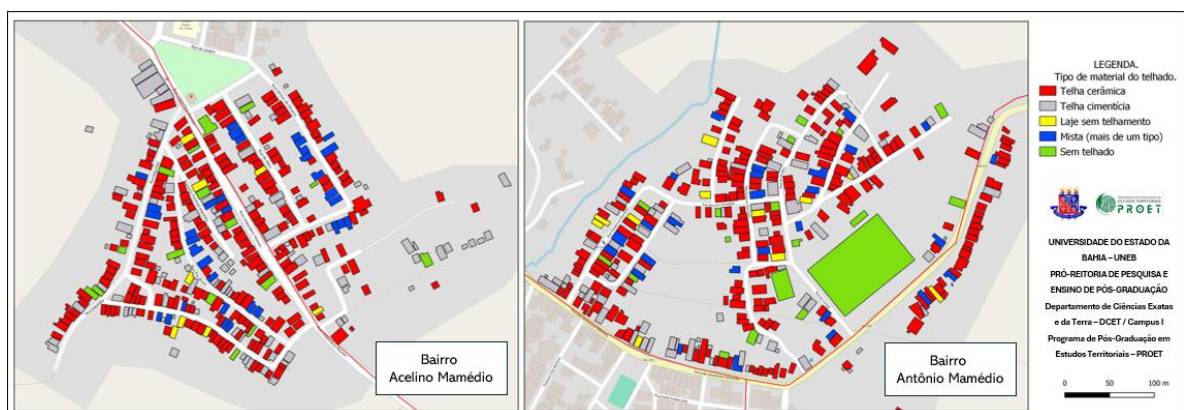
Figura 53: Mapas dos tipos de pavimentação das vias.



Elaboração: Autor (2024).

O mapeamento dos tipos de cobertura das edificações (Figura 54) teve como finalidade caracterizar as coberturas existentes, classificando-as em cinco categorias: fibrocimento, cerâmica, laje, mista e sem cobertura. Essa tipologia foi identificada predominantemente por meio da interpretação das imagens aéreas obtidas por drone e, em casos específicos, complementada por fotografias em nível da rua.

Figura 54: Mapas dos tipos de material dos telhados

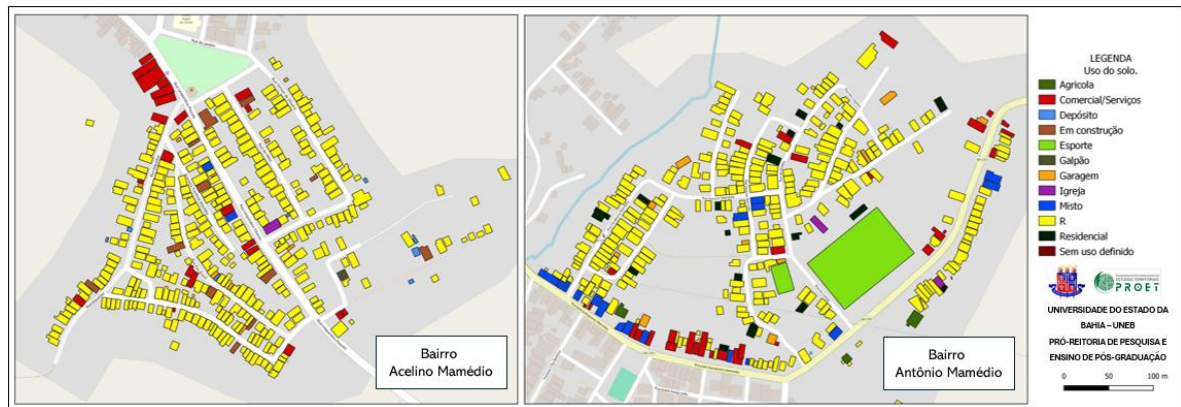


Elaboração: Autor (2024).

O mapeamento dos tipos de usos das edificações (Figura 55) classificou as construções conforme a sua função predominante, residencial, comercial, uso misto,

garagem e edificações em construção. Essa tipologia foi obtida com base na análise visual, tanto de imagens de rua quanto em trabalho de campo.

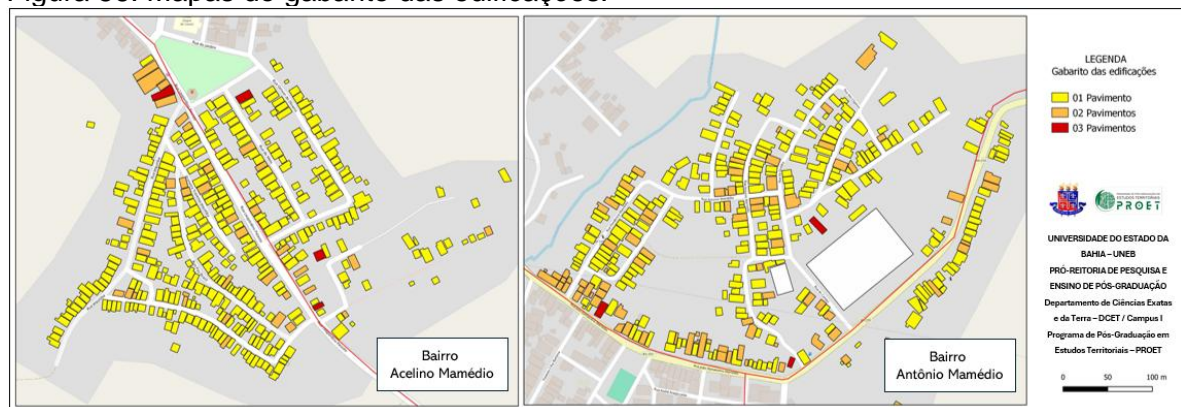
Figura 55: Mapas do uso do solo



Elaboração: Autor (2024).

O mapa de gabarito das edificações (Figuras 56) apresenta a altura das edificações, classificadas em três categorias, um, dois ou três pavimentos. A identificação destas classes foi realizada por meio de observações in loco, complementadas pela análise sistemática de imagens em nível da rua, possibilitando maior precisão na caracterização volumétrica do conjunto edificado.

Figura 56: Mapas do gabarito das edificações.



Elaboração: Autor (2024).

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicaram que a pesquisa logrou êxito nos objetivos estabelecidos, tanto no âmbito geral quanto nos específicos. O objetivo principal, que visava a construção de uma base cartográfica com dados urbanísticos baseada em plataformas de Informações Geográficas Voluntárias (IGV), foi alcançado. Em relação aos objetivos específicos, a pesquisa possibilitou a identificação de ferramentas voltadas aos princípios das IGV e a avaliação de seus potenciais nos estudos territoriais, comprovando sua viabilidade técnica e operacional. O uso das metodologias para a coleta e organização de dados geográficos mostrou-se eficiente, permitindo a combinação de informações das plataformas digitais e pesquisas de campo. A realização dos experimentos práticos utilizando plataformas colaborativas, além de *softwares* livres de SIG e processamento de imagens, integradas ao uso de drone, permitiu a vetorização e classificação das edificações dos bairros objetos do estudo. Como resultado foi elaborada uma base de dados georreferenciada, com atributos relevantes sobre o tecido urbano. A identificação de características das construções, como pavimentação de vias, acabamento de fachadas, gabarito, uso e tipo de telhado, é uma ferramenta estratégica para o diagnóstico urbano e o planejamento territorial.

Porém, a difusão das plataformas colaborativas de geoinformação exige uma análise crítica em relação à governança e ao uso dos dados. Apesar da IGV se fundamentar em princípios de participação e compartilhamento, é necessário estar ciente do risco de apropriação indevida por grandes corporações, que se beneficiam da produção coletiva, sem retorno à comunidade. A captura massiva de dados por empresas como *Google* e *Meta*, muitas vezes sem o consentimento explícito dos usuários, evidencia um conflito entre os interesses empresariais e os valores sociais que fundamentam a cultura da colaboração. Dessa forma, embora os benefícios das tecnologias livres e colaborativas sejam inegáveis, é imprescindível que o avanço da IGV acompanhe as políticas de transparência, segurança e regulação. Só assim será possível garantir que a produção de dados geográficos continue a servir ao bem comum, respeitando a autonomia dos usuários e a integridade dos territórios

mapeados. Ainda dentro deste contexto, a presente pesquisa reforça a importância da implementação das políticas públicas voltadas à capacitação técnica de gestores e técnicos municipais, o fortalecimento das infraestruturas digitais locais, e à criação de marcos regulatórios que assegurem a soberania e a continuidade das bases de dados territoriais. A IGV não se limita a uma solução técnica, seu potencial está na oportunidade de democratizar o acesso à informação espacial e promover uma gestão urbana mais justa, eficiente e transparente. Para isso, é fundamental um esforço conjunto entre poder público, comunidade técnica e sociedade civil organizada, visando garantir que a informação geográfica esteja a serviço do bem comum e da cidadania.

Estudos futuros podem expandir o uso da metodologia para outras cidades, possibilitando análises comparativas e confirmação do modelo em variados cenários. Também podem ser realizados estudos sobre a integração entre bases oficiais e dados colaborativos, a aplicação de inteligência artificial para a extração automática de informações urbanas e análises temporais para acompanhar mudanças territoriais. Além disso, novas pesquisas poderão expandir a temática sobre a participação cidadã na criação de dados espaciais, a utilização da base cartográfica em áreas específicas, como mobilidade, vulnerabilidade socioambiental e planejamento público.

## 6. REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, N. **Aplicações GIS para Empresas de Saneamento Básico**. 1ª. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES), 2020. 441p.

ALVES, J. **Possibilidades e desafios no uso de drone para mapeamento de comunidades tradicionais na Amazônia**, Revista Brasileira de Geografia Física v. 16, n.05 (2023) 2594-2608.

ANCONA, A. (2010). **Guia para o Mapeamento e Caracterização de Assentamentos Precários**. Brasília: MCidades/SNH.

ANDERSON, C. **The Long Tail: Why the Future of Business Is Selling Less of More**. New York, NY. Hyperion, 2006.

ANHAIA, A. A. 2022. **Gerador de rotas customizadas para inspeção de barragens e estruturas com drone**. Trabalho de Conclusão de curso. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina.

ARNESDOTTER M. **What We Learnt about GIS at the Mapillary Meetup**. Blog Mapillary, 2018. Disponível em: <https://blog.mapillary.com/update/2018/02/13/learnings-from-mapillary-gis-meetup.html>. Acesso em: 20 jan 2024.

ARONOFF, S. **GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS: A Management Perspective**. Ottawa, Cadada: WDL Plublications, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6022**: informação e documentação: artigo em publicação periódica técnica e/ou científica: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BARCELOS, A. C. **O uso de veículo aéreo não tripulado (vant) em monitoramentos de campo**: Aplicabilidades e Viabilidades. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia Instituto de Geografia, Minas Gerais, 2017.

BIGNARDI, F. A.C. **Reflexões sobre a pesquisa qualitativa & quantitativa**: maneiras complementares de apreender a realidade. Comitê Paulista para a Década da Cultura de Paz um programa da UNESCO, 2003.

BRASIL. ANAC. (org.). **SISANT**. 2019. Disponível em: <https://sistemas.anac.gov.br/SISANT/Operador/Cadastrar>. Acesso em: 12 out 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, de 05 de outubro de 1988. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/legislacao/constituicao-federal#> . Acesso em: 07 mai 2024

BRASIL. DECEA. (org.). **SARPAS**. Disponível em: <https://servicos.decea.gov.br/sarpas/?i=cadastro>. Acesso em: 12 out 2022.

BRASIL. DECEA. (org.). **Base do Conhecimento**. Disponível em:

<https://ajuda.decea.mil.br/base-de-conhecimento/o-que-e-sarpas-2/>. Acesso em: 12 out 2023.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 243**, de 28 de fevereiro de 1967. Estabelece as diretrizes e bases da cartografia nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 fev. 1967.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 1.177**, de 21 de junho de 1971. Dispõe sobre o aerolevanteamento no território nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 jun. 1971.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 2.267**, de 21 de junho de 1971. Regulamenta o Decreto-Lei nº 1.177, de 21 de junho de 1971. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 jun. 1971.

BRASIL. **Decreto nº 89.817**, de 20 de junho de 1984. Estabelece normas técnicas da cartografia nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 jun. 1984.

BRASIL. **Decreto nº 5.334**, de 6 de janeiro de 2005. Altera o Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 jan. 2005.

BRASIL. **Decreto nº 6.666**, de 27 de novembro de 2008. Institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 nov. 2008.

BRASIL. **Decreto nº 9.759**, de 11 de abril de 2019. Extingue a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 abr. 2019.

BRASIL. **Estatuto da Cidade**. Lei federal de n.º 10.257 de 2001.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR). Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE, 2010a. Disponível em [https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/777/56/1/PlanoDeAcaoINDE\\_Port.pdf](https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/777/56/1/PlanoDeAcaoINDE_Port.pdf), Acesso em 28 de julho de 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros. CUNHA, E. M. P. & ERBA, D. A. (Org.). Brasília, 2010b. 170p. ISBN: 978-85-7958-018-5

BRASIL. **Lei N. 10.257 de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 jul. 2001, n. 133, Seção 1, p. 1. 2001. Disponível em: <http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=11/07/2001>. Acesso em 07 out. 2024.

BRAVO, J. V. M. **A confiabilidade semântica das Informações Geográficas Voluntárias como função da organização mental do conhecimento espacial**. Curitiba. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas). Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - Universidade Federal do Paraná.

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, vol. 4, n. 8, p. 321-326. ISSN 2359-1412. DOI: 10.21438/rbgas.040807

BUFFON, E. A. M.; BUGS, G. T.; ULTRAMARI, C. Sistemas de informações geográficas e a gestão municipal brasileira contemporânea. Confins. Revue franco-brésilienne de

géographie/Revista franco-brasileira de geografia, n. 64, 2024. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/58831> Acesso em: 05 jan 2025.

CAMBOIM, S. P.; BRAVO, J. V. M.; SLUTER, C. R. (2015). **An investigation into the completeness of, and updates to, the Open Street Map data in a heterogeneous area in Brazil.** ISPRS International Journal of Geo-Information, 4(3), 1366-1388. <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi4031366>.

CAMARA, G.; DAVIS JR, C.; MONTEIRO, A. M. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** INPE, 2001.

CARISSIMI, E.; ETGES, V. E.; COLLISCHONN, E. **Diagnóstico da Cartografia no Brasil e no Rio Grande do Sul frente ao Paradigma Geotecnológico e o Desenvolvimento Regional.** V Seminário Internacional sobre Desenvolvimento regional, 2011. Disponível em: <https://www.unisc.br/site/sidr/2011/textos/51.pdf> Acesso em: 03 mar 2024.

CASTRO, J. F. M. **História da cartografia e cartografia sistemática.** Editora PUC Minas, 2012.

CASTRO, C. M. S. **Análise da utilização do geoprocessamento na administração municipal:** alcances e limitações dos programas governamentais de disseminação das geotecnologias. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Bahia p. 245. 2009.

CAZUMBA, D. M. **Proposta de metodologia para o mapeamento virtual da caminhabilidade urbana associada à acessibilidade por imagens de nível de rua.** Salvador, 2024. 121f. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2023.

CHAGAS, A. L., & Silva, A. L. **Restrições orçamentárias e o financiamento da infraestrutura urbana em cidades pequenas:** o caso do Brasil. Planejamento e Políticas Públicas, (49), 103-133, 2017.

CHOUDHURY, N. International Journal of Computer Science and Information. **World Wide Web and Its Journey from Web 1.0 to Web 4.0 Technologies.** Vol. 5 (6), 2014.

COLEMAN, E. G. **Coding Freedom: The Ethics and Aesthetics of Hacking.** Princeton University Press, 2013.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA - CONDER. **Cartilha Bases cartográficas Municipais do Estado da Bahia.** Salvador, 2002.

COSTA R. M., FERNANDES V. **Dados Cartográficos Colaborativos nas Cidades: Implementação de Estratégias de Gestão nos Municípios de Pequeno Porte.** II Seminário de Pesquisa em Informações Espaciais, Salvador, 2019.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO – DSG. Exército Brasileiro (2016). ET ADGV 3.0 Defesa Força Terrestre – **Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais da Defesa da Força Terrestre.** Brasília: Diretoria de Serviço Geográfico. Disponível em: [https://geoportal.eb.mil.br/portal/images/Documentos/2024/ET-ADGV\\_3.0\\_211218.pdf](https://geoportal.eb.mil.br/portal/images/Documentos/2024/ET-ADGV_3.0_211218.pdf) Aceso em: 25 jul 2024.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO – DSG. Exército Brasileiro (2017). **Especificação Técnica para a Estruturação dos Dados Geoespaciais Vetoriais.** Brasília: Diretoria de Serviço Geográfico. Disponível em: [https://inde.gov.br/pdf/ET-EDGV\\_versao\\_3.0\\_2018\\_05\\_20.pdf](https://inde.gov.br/pdf/ET-EDGV_versao_3.0_2018_05_20.pdf) Acesso em: 25 jul 2024.

DJI. 2023. **Especificações**. Disponível em: <https://www.dji.com/br/support/product/mini-2>. Acesso em: 07/05/2023

EMBRAPA. **Produção de ortomapas com VANTs e OpenDroneMap**. CampinasSP: EMBAPA, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1102033/producao-de-ortomapas-com-vants-e-opendronemap>. Acesso em: 13 out 2023.

ELIAS, E. **Qualidade de dados geospaciais em plataforma de mapeamento colaborativo. Salvador. 2019**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia.

ESTES, J. E., MOONEYHAN, W. **Of maps and myths. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 60, 517–524, 1994.

EUGENIO, F. C., ZAGO H. B., **O livro dos drones: Um guia completo para entender todas as partes e funcionamento**, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/341322573> >. Acesso:13/08/2023.

EVANGELISTA, R. **O movimento software livre do Brasil: política, trabalho e hacking**. Horizontes antropológicos, v. 20, p. 173-200, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ha/a/HtMLzNdrPGvb9nwRLvvJCKP/> . Acesso em: 24 mai 2024.

FERRAZ, I. R., GOUVÊA, M. A., BARRETO, I. F. Fatores determinantes da participação em iniciativas de Crowdsourcing. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 17, n. 1, p. 107-129, 2017.

FERREIRA, R. **Atlas, Cibercartografia e Neogeografia: Uma perspectiva tecnológica sobre a evolução moderna da ciência geográfica**. Revista Iberografias, v. 12, p. 31-44, 2016.

FILA, M. ŠTAMPACH, R., **The Use of Artificial Intelligence for Humanitarian Mapping**. In State of the Map 2022. 2022

FLANAGIN, A. J.; METZGER, M. J., **The credibility of volunteered geographic information**. GeoJournal. 72: 137–148. 2008.

FRIEDMAN, T. L. **The world is flat: A brief history of the twenty-first century**. Macmillan, New York, NY. Ed. Farrar, Straus and Giroux. 2005.

GARSON, S. B. P. (2009). Regiões metropolitanas: diversidade e dificuldade fiscal da cooperação. Cadernos Metrópole, 11(22), 435-451

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. RAE – Revista de Administração de Empresas. São Paulo. V. 35. n. 3. p. 21. 1995.

GRANEMANN, E. Z. Caos cartográfico brasileiro. 2008. Blog Mundogeo. Disponível em: <https://mundogeo.com/2008/03/31/caos-cartografico-brasileiro/> . Acesso em: 20 abr. 2024.

GOODCHILD, M. F. **Citizens as sensors: The world of volunteered geography**. GeoJournal, 69(4), 211-221, 2007.

GOODCHILD, M. F., FU P.; RICH, P. (2007). **Sharing geographic information: An assessment of the geospatial one-stop**. Annals of the Association of American Geographers, 97(2), 249–265.

GOODCHILD, M. F. **NeoGeography and the Nature of geographic expertise.**, Journal of Location Based Services, Vol 3, nº 2, 2009. p. 82-96.

GOODCHILD, M. F.; LI L. **Assegurar a qualidade da informação geográfica voluntária. Estatísticas espaciais, v. 1, p. 110-120, 2012.**

GOOGLE. **Termos de uso do Google Maps e do Google Earth.** Disponível em: [https://www.google.com/intl/pt-BR/help/terms\\_maps.html](https://www.google.com/intl/pt-BR/help/terms_maps.html). Acesso em: 18 jan. 2025.

HAGEN, E., **Open mapping from the ground up: learning from Map Kibera.** 2017, Disponível em: [https://opendocs.ids.ac.uk/articles/report/Open\\_mapping\\_from\\_the\\_ground\\_up\\_learning\\_from\\_Map\\_Kibera/26473321?file=48247630](https://opendocs.ids.ac.uk/articles/report/Open_mapping_from_the_ground_up_learning_from_Map_Kibera/26473321?file=48247630). Acesso em: 18 nov 2024.

HARLEY, B. **Mapas, saber e poder.** Confins [online], 2009, Disponível em: <http://confins.revues.org/index5724.html>. Acesso em: 13 jan 2024.

HOT – Humanitarian OpenStreetMap Team, **MAPEAMENTO DAS VIAS NA ÁREA AFETADA PELA ENCHENTE DO RIO PARDO EM CANDELÁRIA-RS,** 2024. Disponível em: <https://tasks.hotosm.org/projects/16696> - Acesso em: 02 mai 2024.

HOWE, J. **The Rise of Crowdsourcing.** 2006. Wired. Estados Unidos. Disponível em: <https://www.wired.com/2006/06/crowds/>. Acesso em: 12 dez 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto interno Bruto dos municípios.** Brasília, DF. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=pib-por-municipio>. Acesso em: 25 jun 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Censo Demográfico, 2022:** Pirai do Norte. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/pirai-do-norte/panorama>>. Acesso em: 08 jan 2024.

IBGE. **Manual Técnico de Cartografia.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INATURALIST. iNaturalist. 2023. San Francisco, CA. Disponível em: <<https://www.inaturalist.org>>. Acesso em 20 de out. de 2024.

INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. SIG Brasil: O portal brasileiro de dados geoespaciais. Disponível em: <<http://www.inde.gov.br/>> .Acesso em 12 jan. 2024.

IVIDES. 2024. **Oficina # 1 – Mapeamento de Pontos de Interesse (POI).** Youtube. 06 ABR 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Eb58iwL978U&t=3s> . Acesso em: 01 jul 2021.

IVIDES. 2024. **Oficina Especial uMap - Parte 1 - CIGA-UNAM 2024.** Youtube. 01 MAI 2024. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=aMB\\_PTsp1s4&t=3342s](https://www.youtube.com/watch?v=aMB_PTsp1s4&t=3342s). Acesso em: 05 jun 2024.

JARAGUÁ DO SUL, **Decreto nº 10.558/2015 de 16 de setembro de 2015,** Autoriza o uso dos dados Geográficos e Cartográfico Disponibilizados no site municipal. Jaraguá do Sul: Câmara Municipal, 2015.

JOHNSON, P.; RICKER B.; HARRISON S. **Volunteered Drone Imagery:** Challenges and Constraints to the Development of an Open Shared Image Repository. 50th Hawaii

International Conference on System Sciences, Hawaii, 04/01/2017. Disponível em: <https://doi.org/10.24251/hicss.2017.242>. Acesso em: 10 dez 2023

JÚNIOR, W. L. S.; NETO O. C. L.; TIMBÓ M. J. **Georreferenciamento de imagens do Google Earth para construção de uma base de vias para as cidades de Crato e Juazeiro do Norte/Ce**. III Encontro Universitário da UFC no Cariri, Juazeiro do Norte, 2011.

KELTY, C. Two Bits, The cultural significance of free software. Durham e Londres: Duke University Press, 2008.

LAVIGNATTI, F. **Mapeamento digital**: uma aproximação a partir do Waze. Dissertação (Mestrado em Jornalismo) - Instituto de Estudos da Linguagem e Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo, Universidade Estadual de Campinas, p. 116. 2016

LIMA, J. F. S.; AMORIM, A. L.; SCHMIDT, F. **Levantamento da portada das igrejas de São Francisco e do Rosário com nuvens de pontos**. Proceedings of Arq. Doc, 2011.

LIMA, M. R. S. **O contexto das Cidades Inteligentes e o Mapeamento Colaborativo como iniciativas preditivas ao gerenciamento de riscos na cidade de Belo Horizonte**. - Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável), Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 2020.

LIMA, R., BORHER, L., SILVEIRA, A., LIMA, J. **Mapeamento colaborativo: uma alternativa para a obtenção de mapas digitais para aplicações em transportes**, ENGEVISTA, Rio de Janeiro. V. 12, n. 1. p. 10-21, junho 2010.

LINS, B. F. E. **A evolução da Internet**: uma perspectiva histórica. Cadernos Aslegis, v. 48, p. 11-45, 2013. Disponível em: [https://www.belins.eng.br/ac01/papers/aslegis48\\_art01\\_hist\\_internet.pdf](https://www.belins.eng.br/ac01/papers/aslegis48_art01_hist_internet.pdf) . Acesso em: 15 mai 2024.

LOCH, C. **A realidade do Cadastro Técnico Multifinalitário no Brasil**. 2007. Disponível em: <https://mundogeo.com/2015/07/20/cadastro-tecnico-uma-ferramenta-de-gestao-territorial-para-municipios-de-pequeno-porte/>. Acesso em: 25 jan 2024.

LONGLEY, P. A.; Goodchild M. F., MAGUIRE, D. J. e RHIND, D. W. **Sistemas e ciência da Informação Geográfica**. 3ª Edição. Porto Alegre. 2013.

MACHADO, A. A.; CAMBOIM, S. P. (2016). **Diagnóstico da Perspectiva do Usuário na Criação de Infraestruturas de Dados Espaciais Subnacionais: Estudo de Caso para a Região Metropolitana de Curitiba**. Revista Brasileira de Cartografia, 68(8), 1633-1651

MACHADO, A. A.; CAMBOIM, S. P. **Mapeamento colaborativo como fonte de dados para o planejamento urbano**: desafios e potencialidades. Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, p. e20180142, 2019.

MAGALHÃES, D. M. USO DE DRONES COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL: da coleta de dados à geovisualização. **Belo horizonte. 2021**. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais.

MANDOURAH, A.; HOCHMAIR, H. **Analisando o uso de imagens OpenAerialMap para edições do OpenStreetMap**. Geo-Spatial Information Science , 1–16, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10095020.2024.2341747> . Acesso em: 05 ago 2024.

MAPEADORES LIVRES UFPR. 2021, **Curso de Mapeamento Colaborativo com o OpenStreetMap**. Youtube. 08 jul 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=f7wqM0VcN-Y&list=PLJWucl-sva6l1yNRXh5eVDpdJ4ok5f-3x&index=1> Acesso em: 08 jul 2021.

MARICATO, E., **BRASIL, cidades: alternativas para a crise urbana**. 7. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2013. 208 p. ISBN 978-85-326-2633-2.

MARTINELLI, M. **Cartografia Temática: Caderno de Mapas Vol. 47**. Edusp, 2003.

NASCIMENTO, A. J., DENADAI M. S., **Drone, A história desta tecnologia**. Revista Tekhne e logos. Botucatu. V12, nº 2, 2021. Disponível em: <http://www.revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/view/746/445> . Acesso em: 25 mai 2024.

MOLINA, C. V. C. **Rede de Água e Esgoto no OpenstreetMap e a disponibilização de dados geográficos abertos e livres de saneamento no brasil** - Tese (Doutorado em Ciências), Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2024.

MORVILLE, P., **Ambient Findability: What We Find Changes Who We Become**. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2005.

OLIVEIRA, E. F. e RIBEIRO, G. Vamos mapear o Brasil? In: INFOGEO, v. 10, n. 55, Set/2008. Curitiba: MundoGeo, 2008.

OPENAERIALMAP. **User Guide How to use**. 2023.: Disponível em: <https://docs.openaerialmap.org/browser/user-guide/>. Acesso em: 13 nov 2023.

OPENDRONEMAP. Welcome to OpenDroneMap's documentation. 2020a. Disponível em: <https://docs.opendronemap.org/index.html#>. Acesso em: 15 ago 2022.

OPENDRONEMAP. Drone Mapping Software - OpenDroneMap. 2020b. Disponível em: <https://www.opendronemap.org/>. Acesso em: 17 ago. 2022.

OPENDRONEMAP. OpenDroneMap/WebODM. 2020c. Disponível em: <https://github.com/OpenDroneMap/WebODM>. Acesso em: 17 nov. 2022.

OPENSTREETMAP FOUNDATION A. **OpenStreetMap Statistics**. 2024. Reino Unido: OpenStreetMap Foundation. Disponível em: [https://planet.openstreetmap.org/statistics/data\\_stats.html](https://planet.openstreetmap.org/statistics/data_stats.html)>. Acesso em: 22 jul. 2023.

OPENSTREETMAP FOUNDATION B. **OpenStreetMap Tags**. 2024. Disponível em: [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tags#Keys\\_and\\_values](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Tags#Keys_and_values)>. Acesso em: 05/09/2024.

O'REILLY, T. **What is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software**. Communications & Strategies, No. 1, p. 17, First Quarter 2007. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=1008839>>. Acesso em: 25 out. 2023.

OSGEO. **Overview**. 2024. Disponível em: <http://www.osgeo.org/>>. Acesso em: 16 fev. 2024.

PERDANA, A. P.; OSTERMANN, F. O. **A Citizen Science Approach for Collecting Toponyms**. ISPRS Int. J. Geo-Inf., v. 7, n. 222, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi7060222>>. Acesso em: 14 set. 2024.

PEREIRA, G. C.; SILVA, B. C. N. **Geoprocessamento e urbanismo. 2001**. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/7961/1/geopro.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

PEREIRA, K. D. **Atualização da legislação cartográfica – necessidade nacional**. XXI Congresso Brasileiro de Cartografia. Belo Horizonte, 2003. Disponível em: <https://artigos.ibge.gov.br/artigos-home/geodesia/2004-2000/3091-atualizacao-da-legislacao-cartografica-necessidade-nacional> Acesso em: 06 jul. 2024.

PERKINS, C. **Researching mapping**: methods, modes and moments in the (im)mutability of OpenStreetMap. *Global Media Journal*, v. 5, 1-12, 2011.

POLIDORO, M.; BARROS, M. V. F. **Utilização de geotecnologias no suporte a gestão de políticas públicas municipais**. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas*, p. 81-98, 2010.

PNUD, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013** (Com dados dos Censos 1991, 2000 e 2010). Disponível em: <https://atlasbrasil.org.br>. Acesso em: 20 mar 2023.

PRIMO, A. **O aspecto relacional das interações na Web 2.0**. In: E-Compós. 2007. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/1264/000548498.pdf> .Acesso em: 20 mar 2024.

PROETTI, S. **As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica**: Um estudo comparativo e objetivo. *Revista Lumen-ISSN: 2447-8717*, v. 2, n. 4, 2017

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. **Open Source Geospatial Foundation Project**, 2023. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em 22 nov 2023.

RAPID. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikipedia Foundation, 2024. Disponível em: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Rapid>. Acesso em: 14 OUT. 2024.

SAMPAIO, T. V. M. **Cartografia temática**. Programa de Pós-Graduação em Geografia-UFPR, 2019.

SANTOS F. N.; FEITOSA V. S., PERINOTTO A. R. C. **Aplicativos de mapas Google Maps, HERE MAPS e Turismo**. *Revista Turismo estudos e práticas*, Vol. 6 , nº 2, 2017.

SANTOS, A. R. D. **ArcGis 9.1 Total**. Vitória-ES: Fundagres, 2007. 226 p.

SEI, Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais do Estado da Bahia. **Perfil dos Territórios de Identidade da Bahia**. Salvador, SEI: v. 2, p. 85-109, 2016.

SMOCK T. **Revolucione a edição de mapas com o Rapid**. GitHub, 2022. Disponível em: <https://github.com/facebookmicrosites/Open-Mapping-At-Facebook/wiki/FAQ>. Acesso em: 25 mai 2024.

SOUTO, R. D. **Capacitação em mapeamento com OpenStreetMap**. Rio de Janeiro: IVIDES.org. Disponível em <https://ivides.org/curso-osm-2023>.

SOUSA, P. V. **Mapas colaborativos na Internet: um estudo de anotações espaciais dos problemas urbanos**. Dissertação (Mestrado em Comunicação e Cultura Contemporânea) – Faculdade de Comunicação, Universidade Federal da Bahia, 2012.

STALLMAN, R. **Free software, free society: Selected essays of Richard M. Stallman**. Lulu.com, 2002. Disponível em: <https://www.gnu.org/doc/Press-use/fsfs3-hardcover.pdf> .Acesso em: 24 mai 2024.

STEINIGER, S.; HAY, G. J. **Free and open source geographic information tools for landscape ecology**. *Ecological Informatics*, v. 4, n. 4, p. 183-195, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2009.07.004> . Acesso em: 05 mar 2024.

TEIXEIRA A. L., VENTORINI S. E., PÔSSA É. M., RABELO F. D. B., ROCHA L. C. R., FIGUEIREDO M. D. A., SILVA P. D. S. **Collaborative Cartography Making Riparian Communities Visible in Tefé, Amazonas, Brazil**, *Open Mapping towards Sustainable Development Goals, Voices of YouthMappers on Community Engaged Scholarship*. Ed. Springer, 2023. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-05182-1>

TRACKSOURCE. **Projeto Tracksource**: Mapas gratuitos para o Brasil. Disponível em <http://www.tracksorce.org.br>. Acesso em: 23 jan 2024.

TOLEDO, B. H. C. **A informação geográfica voluntária e o planejamento urbano**: abordagem sobre a utilização das vias urbanas em Guarapuava-PR. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGG, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2016.

TORRES, A. L. **A tecnoutopia do software livre: uma história do projeto técnico e político do GNU**. Dissertação (Mestrado em História Social) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2013.

TRINO, P. C. T. **O Sistema Cartográfico Nacional: o desafio do ordenamento e gestão do território brasileiro**. In: *Parcerias Estratégicas*. N. 20 (Parte 2), p. 861–874. Brasília: CGGE, jun. 2005. Disponível em: [http://www.cgee.org.br/arquivos/p\\_20\\_2.pdf](http://www.cgee.org.br/arquivos/p_20_2.pdf). Acesso em: 25 jan. 2023.

UBIRATAN E. **A origem dos vant**. *Aero Magazine*. Washington DC. 2015. Disponível em: [http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/origem-dos-vant\\_1907.html](http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/origem-dos-vant_1907.html). Acesso em: 7 abr 2024.

YU, H. L.; KU, S. C.; KOLOVOS, A. A. **GIS tool for spatiotemporal modeling under a knowledge synthesis framework. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, v. 30, n. 2, p. 665-679, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00477-015-1078-5> . Acesso em: 12 jun 2024.

WAZE. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikipedia Foundation, 2024. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Waze&oldid=68601043>. Acesso em: 9 set. 2023.

WAZE. **Blog do Waze. 2024.**: Disponível em: <https://blog.google/waze/conversational-reporting-waze/>. Acesso em: 13 nov 2024.

WIKIPÉDIA, in Wikipédia, a enciclopédia livre. Flórida: Wikipedia Foundation, 2024. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia> . Acesso em: 02 abr 2023.

ZHAO, Y.; ZHU, Q. **Evaluation on crowdsourcing research: Current status and future direction**. *Information Systems Frontiers* V16, 417–434, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10796-012-9350-4>. Acesso em: 15 ago. 2023.