



GT – 02: Análise socioespacial urbana com sistema de informações geográficas

TECNOLOGIAS LIVRES, OPENSTREETMAP E O USO DE DRONES NO MAPEAMENTO DE BAIXO CUSTO:

Um estudo de caso no bairro Acelino Mamédio, Pirai do Norte/Ba.

Luiz Antônio de Almeida Melo
Mestrando em Estudos Territoriais do PROET/UNEB
luizmeloarquiteto@gmail.com

RESUMO:

As novas tecnologias estão transformando a gestão das cidades, aprimorando em diversas áreas e aperfeiçoando a governança. No entanto, essas inovações requerem investimentos significativos, muitas vezes inacessíveis para cidades pequenas, especialmente no norte e nordeste do Brasil, onde a maioria dos municípios possui baixos índices de desenvolvimento humano (IDHM) e alta dependência de empregos públicos e programas de transferência de renda. Este artigo explora como geotecnologias livres, plataformas colaborativas e drones de baixo custo podem viabilizar o reconhecimento territorial e o desenvolvimento urbano sustentável. A metodologia aplicada no município de Pirai do Norte, Bahia, explorou como o uso dessas ferramentas possibilita a criação de mapas de forma detalhada e de baixo custo, essenciais para o planejamento urbano e a gestão eficiente dos recursos municipais.

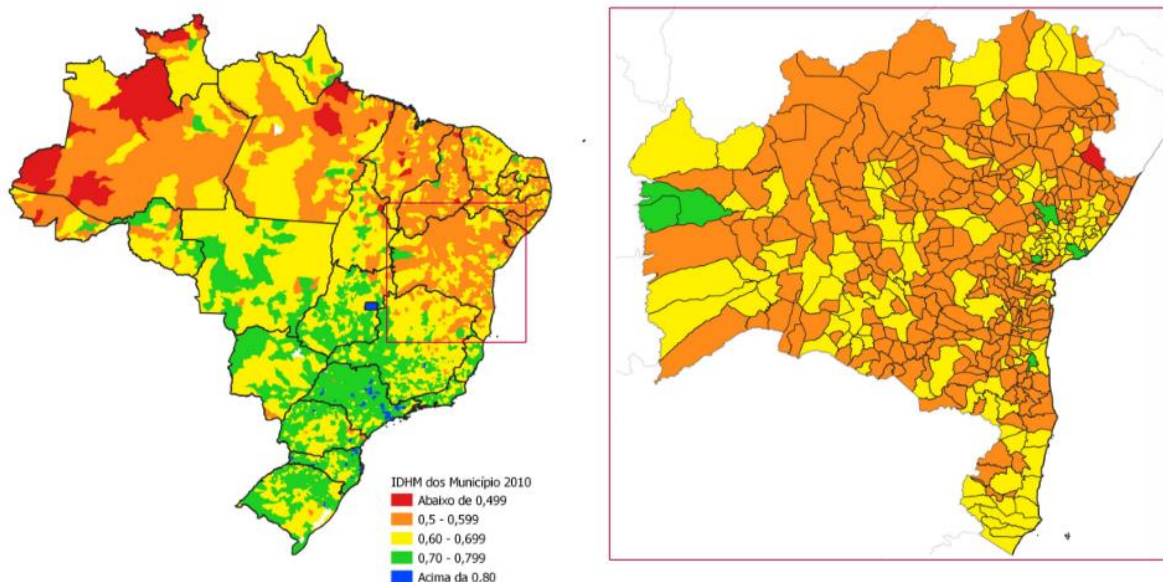
Palavras-chave: Drones, Informação Geográfica Voluntária, OpenStreetMap.

1. INTRODUÇÃO

As novas tecnologias vem contribuindo fortemente na maneira de como as cidades gerenciam e reconhecem seus territórios. As novas soluções baseadas na tecnologia da informação vêm aperfeiçoando a gestão do transporte público, coleta de resíduos, eficiência energética, segurança e governança. No mundo contemporâneo a revolução digital vem tornando as cidades mais inteligentes, sustentáveis e conectadas (Komninos, 2018). Porém é

importante reconhecer que tais avanços tecnológicos não foram difundidos democraticamente, a implementação destas tecnologias requer investimentos significativos em infraestrutura, equipamentos e mão de obra qualificada. As cidades de pequeno porte, principalmente do norte e nordeste brasileiro, enfrentam restrições financeiras que limitam a implantação destas soluções. Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil de 2013, produzido pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em parceria com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e a Fundação João Pinheiro (FJP), em 2010, a região nordeste possuía 61,26% dos seus municípios com o IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) considerados baixos e apenas 0,67% considerado alto. Na Bahia, dos 417 municípios, 262 (62,83%) possuíam o IDHM classificados como baixo.

Figura 01: Espacialidade do IDHM no Brasil (a) e Bahia (b)



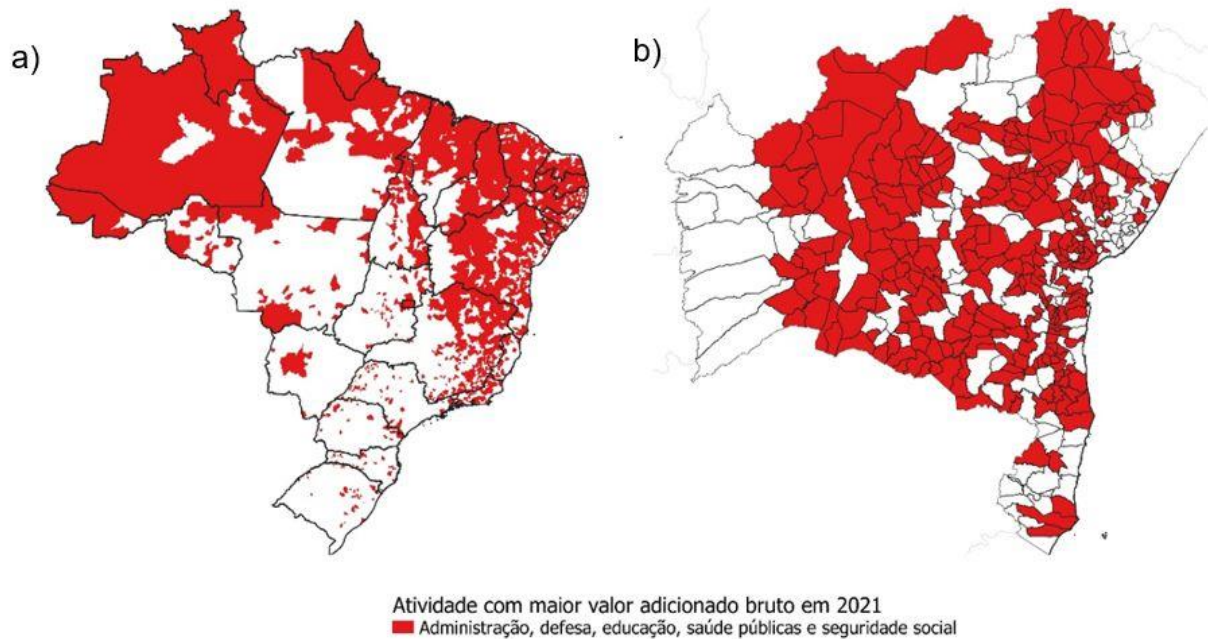
Fonte: Fonte: Atlas Brasil (2013).

Elaboração própria (2024).

Segundo o IBGE (2021), o estado da Bahia possui 69,54% dos municípios com forte dependência dos empregos dos setores públicos, aposentados, pensionistas e beneficiários de programas de transferências de renda. A ausência de indústrias e empresas de grande porte dificulta a geração de novos empregos, além da atração de investimentos para impulsionar a economia local. Os dados do Produto Interno Bruto (PIB) de 2021, demonstram que essa realidade se estende a muitos municípios das regiões mais carentes do Brasil, onde a

economia local é baseada em atividades tradicionais, como agricultura, pecuária ou comércio de pequeno porte.

Figura 02. a) Mapa do Brasil, destacando municípios cujo a atividade econômica mais representativa no PIB são empregos da administração pública, pensionistas, aposentados e/ou beneficiários de programas sociais. b) Ampliação do mapa do estado da Bahia.



Fonte: IBGE (2021).

Elaboração própria (2024).

O Índice Firjan de Gestão Pública (IFGP) é um indicador que avalia a qualidade da gestão pública em municípios brasileiros com base em indicadores como autonomia financeira, gastos com pessoal, liquidez investimentos. A análise deste índice no ano de 2022 revela grandes desigualdades regionais. Segundo o Firjan 30% dos municípios não foram capazes de gerar localmente recursos suficientes para arcar com as despesas de sua estrutura administrativa, 20,3% gastam mais de 54% da sua receita com pessoal e 30,4% tem planejamento financeiro ineficiente.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é demonstrar como os softwares livres de geotecnologias, uma plataforma colaborativa e o uso de um drone de baixo custo, podem auxiliar no reconhecimento territorial, aumentando as possibilidades de promoção de um desenvolvimento urbano mais inclusivo e sustentável.

3. DISCUSSÃO TEÓRICA

O reconhecimento territorial é uma etapa crucial para o planejamento urbano e a gestão de cidades. Atualmente esse processo é complexo, pois requer altos investimentos em tecnologia e mão de obra especializada, muitas vezes inviável para pequenas cidades. No entanto, a democratização das geotecnologias livres tem ampliando estas possibilidades. A utilização de aeronaves remotamente pilotadas, mais conhecidas como drones, tem sido popularizada para a captura de imagens aéreas, esta tecnologia aliada à softwares de processamento de dados geoespaciais livres, vem permitindo a criação de mapas detalhados de forma mais econômica e acessível. O QGIS é um software de Sistema de Informação Geográfica (SIG), de código aberto que oferece ferramentas avançadas para análise espacial. O Open Drone Map (ODM), por sua vez, é uma software de processamento de imagens que gera ortomosaicos, modelos digitais de superfície e terrenos, a partir de imagens capturadas por drones. A integração dessas tecnologias tem potencial para fomentar um ecossistema colaborativo, podendo ser explorado por prefeituras de cidades de pequeno porte, para fins diversos, incluindo planejamento urbano, monitoramento ambiental e gestão de recursos.

Além disso um novo conceito de informação ganhou força após a popularização dos smartphones com sistemas de GPS, a Informação Geográfica Voluntária (IGV), que se refere à coleta, armazenamento e compartilhamento de dados geográficos por voluntários. Este conceito ganhou força com a popularização da internet e o avanço das tecnologias de geolocalização, permitindo que indivíduos contribuam com dados geográficos de forma colaborativa (Goldchild, 2007). A IGV tem suas raízes no movimento de dados abertos, no universo do mapeamento tem o projeto OpenStreetMap (OSM), como o seu principal representante. O OSM é um projeto colaborativo, tem por objetivo a criação de um mapa colaborativo livre e editável do mundo, que possa ser utilizado por qualquer pessoa, para

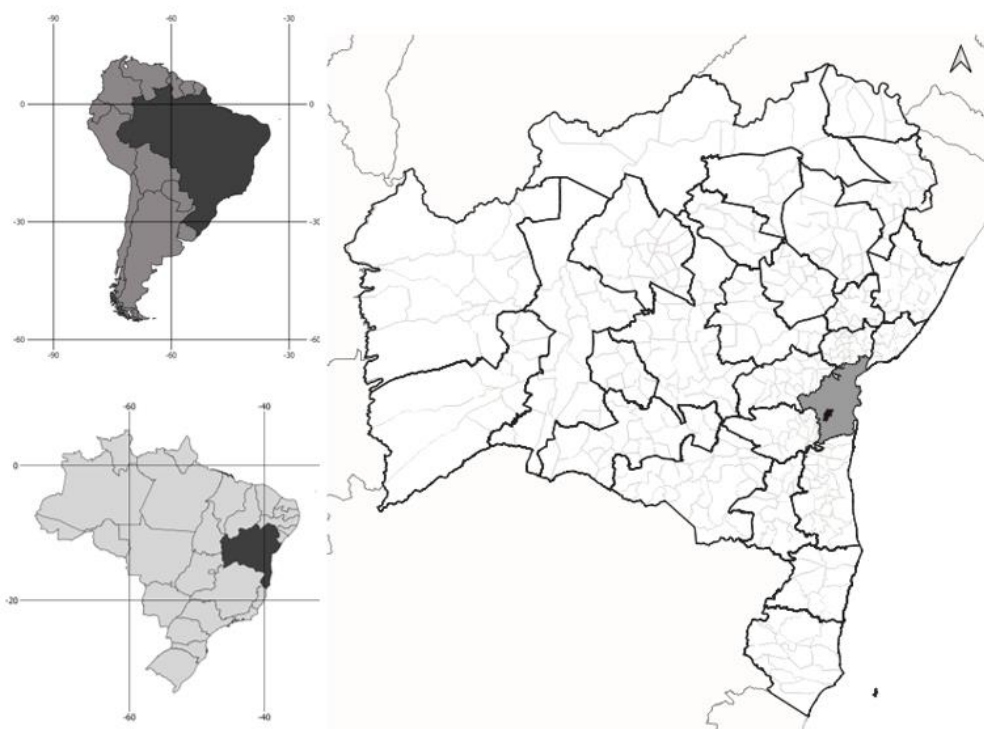
qualquer fim. Foi criado em 2004 por Steave Coast e transformado em uma fundação em 2006. Atualmente o projeto fornece dados para milhares de websites e aplicativos para smartphones. Os mapas são desenvolvidos através de uma plataforma, nesta os usuários podem adicionar e atualizar dados geográficos, como estradas, edifícios, rios e outros elementos. As informações são mantidas por uma comunidade de voluntários, além disso os dados gerados são abertos e disponíveis através da licença Open Data Base Licence. Em março de 2024, a comunidade do OSM era composta de 10.676.512 usuários registrados, esta colaboração massiva resulta em mapas que em alguns casos, são mais detalhados e atualizados do que os produzidos por fontes governamentais ou comerciais, especialmente em áreas menos privilegiadas. (OSM, 2024). Neste contexto, este artigo aborda um estudo de caso realizado no município de Pirai do Norte, na Bahia, onde foram utilizadas tecnologias livres, uma plataforma de mapeamento voluntário e um drone de baixo custo, para mapear um bairro popular em um pequeno município baiano.

4. O RECORTE GEOGRÁFICO DA PESQUISA

O estudo foi realizado no bairro Acelino Mamédio, situado na sede do município de Pirai do Norte. O município de Pirai do Norte está distante 320 km da capital da Bahia. Seu território possui 228,5 Km², a população é de 10.974 habitantes (IBGE, 2022). O PIB per capita é R\$ 5.657,52 (IBGE, 2021), sua principal atividade econômica é o cultivo do cacau. Pirai do Norte fazia parte do município de Ituberá, através da Lei Estadual nº 4.840, em 1989 o município foi emancipado e sua data comemorativa de criação é 24 de fevereiro, os nascidos em Pirai do Norte são denominados piraienses (IBGE, 2023). Segundo o Censo de 2022, o Brasil teve um acréscimo de 6,5% na sua população, passando de 190.732.694 para 203.062.512 de habitantes. Na Bahia este aumento foi de apenas 0,6%, em 2010 a população do estado era de 14.016.906, em 2022 foram contabilizados 14.136.417 habitantes, sendo a unidade federativa com a 4º maior população no Brasil. No último Censo, o município de Pirai do Norte teve um aumento populacional maior que a média nacional, foram contabilizadas 10.974 pessoas, um aumento de 10,71% na população, um acréscimo de 1.175 habitantes em relação ao Censo de 2010, onde a população do município era de 9.799 habitantes, correspondendo a 0,0776% da população baiana. Em 2022, a população de Pirai do Norte cresceu 11,99% em relação a 2010, passando de 9.799 para 10.974 habitantes, que

corresponde a 311ª posição no ranking estadual e 2.810ª no Brasil. Porém, nas últimas décadas, Pirai do Norte perdeu um contingente significativo de sua população. Em 1991, o município possuía 13.759 habitantes, em 2000, houve um decréscimo de 24,24% na sua população, quando na sua contagem chegou a 10.425 habitantes. Entre 2000 e 2010, o município perdeu 6% da sua população. No período de 30 anos, entre 1991 e 2022 a população de Pirai do Norte caiu 20,24%.

Figura 03. Mapa de localização do município de Pirai do Norte.



Fonte: IBGE (2021).

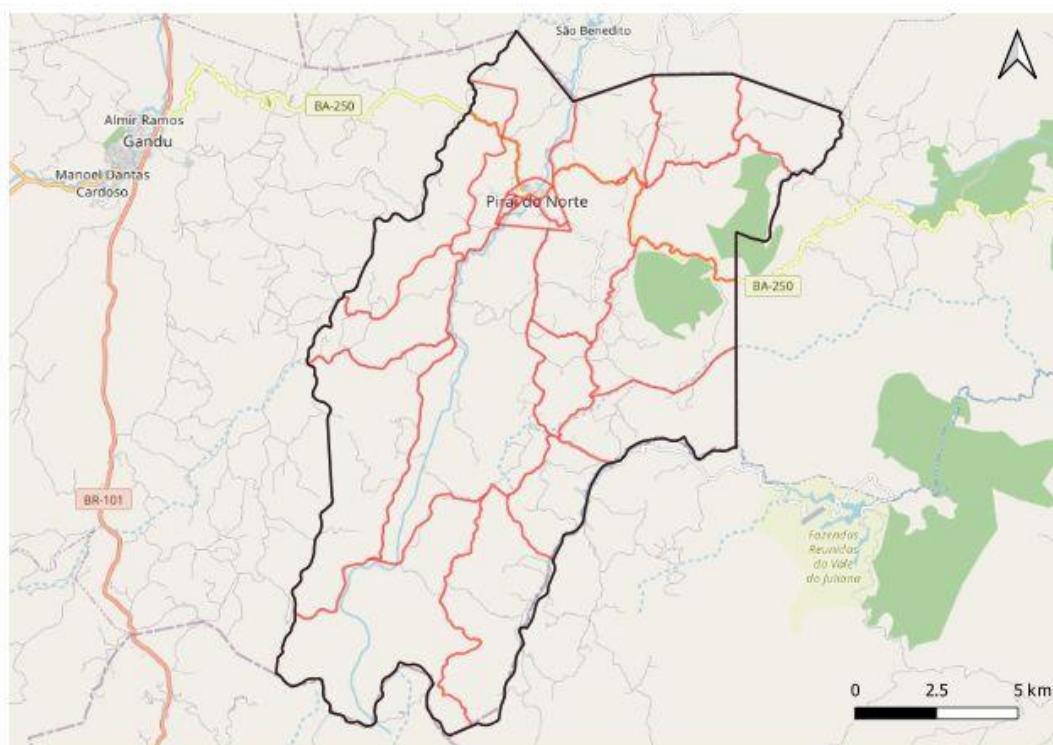
Elaboração própria (2024).

Em relação ao IDHM, as medições iniciaram em 1991 e a última versão publicada foi em 2010. Quando analisados de forma individual, é possível constatar que os índices de Pirai do Norte evoluíram nas dimensões de saúde, renda e educação. Porém, quando é feita a comparação com os outros municípios brasileiros, entre 1991 a 2000, existiu um decréscimo de 727 posições, caindo da 4684ª colocação, para a 5.411ª posição no ranking nacional. Em 2010 houve um pequeno crescimento de 41 posições, chegando a 5370ª colocação, de 5.565 municípios. Em relação ao IDHM Renda, em 1991 o município estava na posição 3.709, em

2000 caiu para a 5.034 colocação, despencando 1.325 posições. Em 2010 subiu para a posição 4.757, ganhando 277 posições. O IDHM Longevidade teve um desempenho pior, apesar de em 1991 o município estar na 4.070 posição e subir para a 3.731 colocação em 2000, em 2010 despencou para a 4.400 colocação no ranking nacional. O IDHM Educação teve o pior desempenho, em 1991 o município estava na 4903ª posição, em 2000 perdeu 576 posições e caiu para a 5.479, em 2010 caiu mais 8 posições, ficando na 5.487ª posição entre os 5.565 municípios (PNUD, 2010).

Em relação a organização das informações através do IBGE o município de Piraí do Norte possui 25 setores censitários, sendo que 6 são considerados zonas urbanas, 1 é considerado povoado e 18 áreas rurais. O município possui 4.239 domicílios, sendo 1.754 na zona urbana e 2.485 na zona rural.

Figura 04: Malha dos setores censitários do município de Piraí do Norte, sob a base do OSM



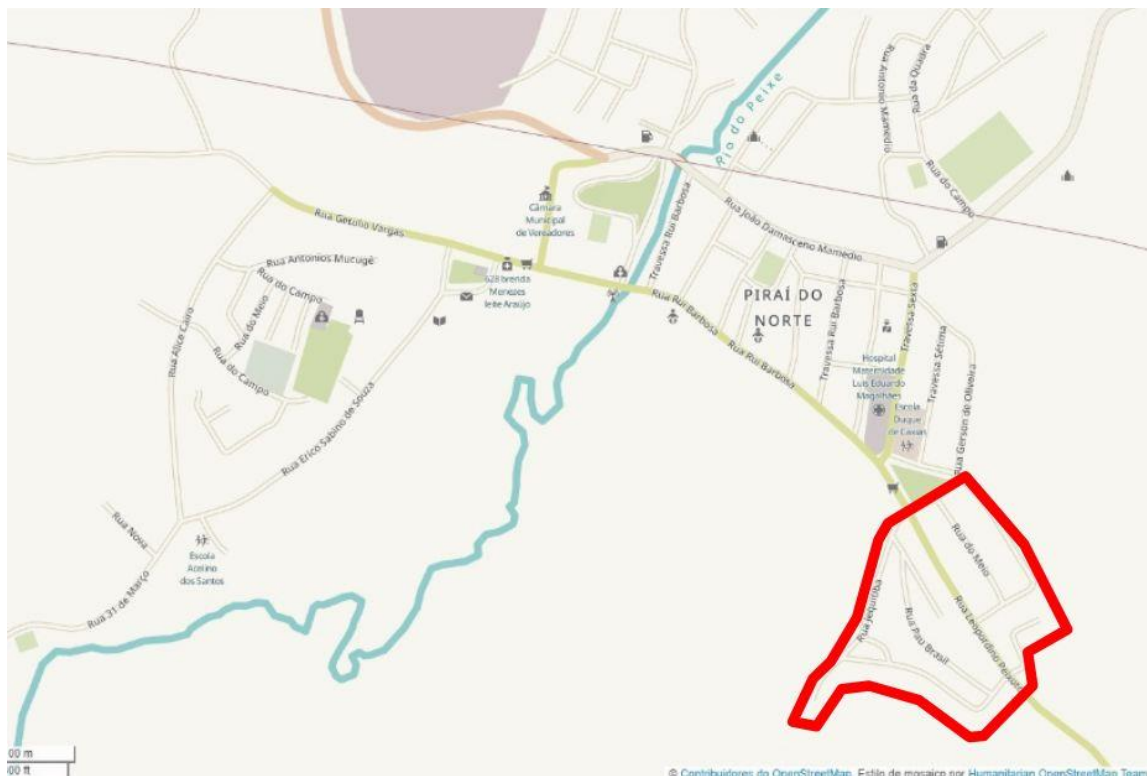
Fonte: OSM (2024) e IBGE (2022).

Elaboração própria (2024).

O município de Piraí do Norte está localizado no Território de Identidade Baixo Sul (TIBS) que ocupa uma área de 7.582,12 km² (IBGE, 2021), aproximadamente 1,4% do território baiano. 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). A região possui o clima úmido predominante, com pequena ocorrência do clima subúmido a úmido em alguns municípios da faixa oeste, como Wenceslau Guimarães e Ibirapitanga. O TIBS registra até 2.500 mm de precipitação, com incidência solar durante todo o ano. A temperatura média anual está em torno dos 24,5° C.

Figura 05. Layout da tela do OSM com a sede do município de Piraí do Norte, destaque para o bairro Acelino Mamédio



Fonte: OSM (2024).

Elaboração própria (2024).

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração do presente artigo foi feita uma pesquisa exploratória e aplicada, com elementos de pesquisa de campo e desenvolvimento metodológico. A pesquisa envolve a investigação das teorias existentes, explorar e testar diferentes ferramentas, plataformas, softwares e equipamentos para serem utilizados no mapeamento voluntário. Foram

investigadas e experimentadas várias abordagens para determinar quais são mais adequadas e eficazes para o propósito do estudo (Gil, 2008).

Após a fase de exploração das ferramentas, os conhecimentos adquiridos na prática, foram utilizados para o desenvolvimento de uma metodologia específica para execução do mapeamento. Foram buscadas soluções práticas e concretas que possibilitaram a sua implementação no contexto do mapeamento voluntário. Para o aprimoramento do estudo, existiu a etapa da pesquisa de campo, nesta foram coletados os dados para a complementação das informações geoespaciais, envolvendo a aplicação direta de métodos específicos, abaixo elencados:

1. Planejamento - Inicialmente, foi realizado um reconhecimento preliminar da área, que incluiu uma visita técnica ao bairro, com o objetivo de se analisar as características físicas do local além de identificar pontos críticos. Durante a visita foi realizado levantamento fotográfico ao nível da rua utilizando o aplicativo Mapillary. Este aplicativo permite a captura e o compartilhamento de imagens georreferenciadas, criando um banco de dados visual da área que auxilia na identificação de características específicas e na documentação das condições locais. Os levantamentos ocorreram embarcados em automóvel, com a câmera acoplada a um suporte de sucção preso ao para-brisa frontal de um automóvel modelo Gol.

Figura 06: Suporte de sucção para fixação de smartfone em parabrisa de automóvel.



Fonte: Mercado Livre.

2. Captura de Imagens Aéreas - Após o planejamento, os preparativos para os voos de drone foram iniciados, a aeronave escolhida foi um DJI Mini 2, sua escolha se deve ao seu custo acessível, facilidade de operação, qualidade das imagens e avançada tecnologia. Antes dos voos, foram realizadas análises das condições meteorológicas para garantir a segurança e a eficiência da missão. O drone foi programado para seguir uma rota pré-determinada, cobrindo sistematicamente toda a área de interesse. Foi utilizando o aplicativo de planejamento de voo Litchi, que apesar de não ser do mesmo fabricante, possibilitou a definição dos parâmetros como altura de voo, sobreposição de imagens e velocidade, garantindo uma cobertura completa.

3. Processamento de Dados - As imagens capturadas foram processadas pelo software ODM, um software de código aberto, que permite a criação de ortofotos através da correção de distorções óticas nas fotografias. Em seguida o software executou um processamento, gerando um ortomosaico do bairro. O produto final é um mosaico contínuo de imagens corrigidas, que oferece uma visão detalhada da área mapeada.

Figura 07. Ortomosaico do Bairro Acelino Mamédio.



Fonte: Autor.

Elaboração própria (2024).

4. Utilização do Ortomosaico no OpenStreetMap - O ortomosaico gerado foi utilizado como pano de fundo para o mapeamento através da plataforma do OpenStreetMap. Neste momento foi possível adicionar e atualizar dados geográficos da área, como ruas, edifícios e infraestruturas básicas, para a execução deste procedimento foram utilizadas as ferramentas de desenho: ponto, linha e área. Esta integração permitiu que informações sobre quantidade de pavimentos e tipo de uso da edificação, coletadas durante as visitas técnicas fossem incorporadas ao mapa. Como forma de complementar as informações, foram consultadas das fotografias aéreas e as fotos ao nível da rua, obtidas através da plataforma Mapillary.

Figura 08. Layout ilustrando a situação antes da inclusão das informações e o depois do mapeamento no OSM.



Fonte: Autor.

Elaboração própria (2024).

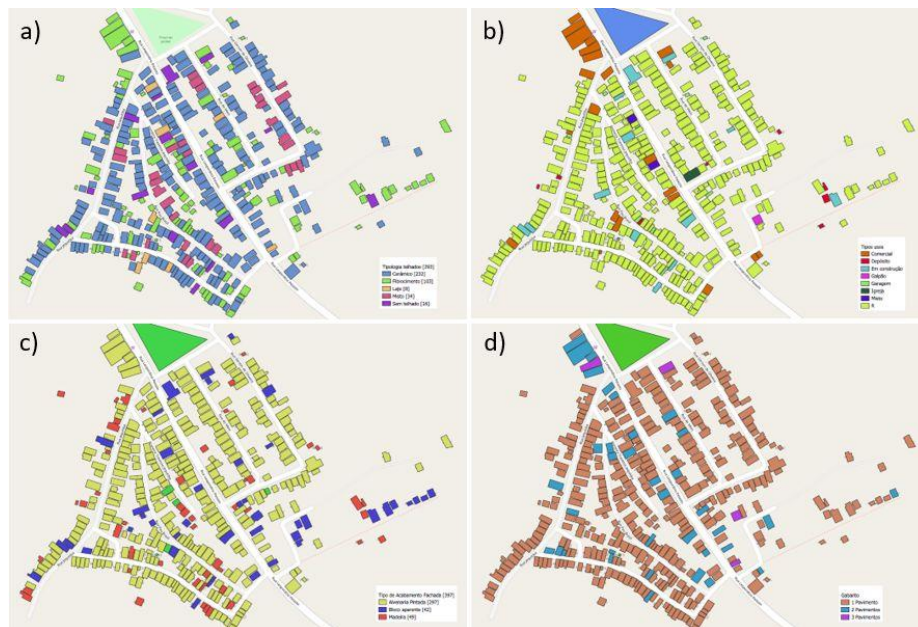
5. Análise Espacial – Após a vetorização dos dados no OpenStreetMap, foi utilizado o *plugin OSM Downloader*, também gratuito, para a importação dos dados para o QGIS. Após este processo, foram acrescentados dados relacionados à infraestrutura das ruas e características físicas das edificações, como acabamento das fachadas e tipos de telhados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração dos dados obtidos no OpenStreetMap com o software QGIS, juntamente com a análise das fotografias aéreas dos drones e as imagens ao nível da rua do Mapillary, permitiram uma compreensão abrangente do ambiente construído local. Este estudo possibilitou a extração de informações detalhadas sobre a quantidade de pavimentos das edificações, o tipo de acabamento das fachadas, os materiais dos telhados e o uso das construções.

Os resultados deste mapeamento oferecem diversas aplicações potenciais para o planejamento urbano e a gestão municipal. As informações atualizadas podem auxiliar na formulação de políticas públicas direcionadas à melhoria das condições habitacionais, identificando áreas que necessitam de intervenções urgentes, como reformas de telhados ou fachadas, e promovendo iniciativas de regularização fundiária. Além disso, a identificação dos tipos de uso das edificações permite um planejamento mais eficaz do zoneamento urbano, facilitando a distribuição de serviços públicos como saúde, educação e segurança, de acordo com as necessidades específicas de cada área.

Figura 09. Mapas temáticos gerados com as informações levantadas em campo.



Fonte: Autor.

Elaboração própria (2024).

No bairro Acelino Mamédio foi possível realizar o mapeamento através da plataforma OSM, que poderá servir como a “gênese” de um SIG municipal de baixo custo, atendendo a diversas disciplinas vinculadas às secretarias do governo municipal. Os resultados do mapeamento indicaram uma série de desafios e oportunidades para o uso destas ferramentas por prefeituras de pequenas cidades.

A utilização do drone de baixo custo se mostrou eficiente para a captura de imagens aéreas detalhadas, permitiu a criação de um mapa atual e com um custo significativamente menor do que métodos tradicionais de mapeamento. O processamento das imagens foi eficaz, gerando produtos geoespaciais de alta qualidade, possibilitando a confecção do ortomosaico, que foi utilizado como pano de fundo no OpenStreetMap. Estas informações foram importadas para o QGIS, onde combinadas com outras camadas de dados geográficos para criar um SIG completo e robusto.

Outro benefício significativo é a possibilidade de monitoramento e avaliação contínua das condições urbanas. Com dados georreferenciados e atualizados periodicamente, a gestão municipal pode acompanhar o desenvolvimento do bairro, identificar tendências de crescimento desordenado e planejar ações preventivas. Além disso, a utilização de plataformas abertas como o OpenStreetMap garante a transparência e a potencial futura participação da comunidade, incentivando os moradores a contribuírem com informações e a se engajarem no processo de planejamento urbano. Por fim, a metodologia aplicada neste estudo pode servir como modelo para outras regiões que enfrentam desafios semelhantes. A replicabilidade do processo enriquece o conhecimento sobre o bairro estudado, mas também abre novas perspectivas para a aplicação de tecnologias geoespaciais no planejamento urbano e na gestão municipal.

7. REFERÊNCIAS

ANAC - AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RPAS**. Disponível em: www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/RPAS. Acesso em: 25 maio 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.

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

CARVALHO, R. S.; CAETANO, M. **Tecnologias Livres e Acesso à Informação Geográfica: Um Estudo de Caso em Cidades de Pequeno Porte**. Boletim de Geografia, v. 37, n. 71, p. 33-51, 2019.

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

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-opensdrone>. Acesso em: 13 out 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.

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

Mais de 70 municípios baianos não geram receitas suficientes para pagar suas contas. JORNAL CORREIO. Bahia, Salvador. 29/08/2018. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/mais-de-70-municipios-baianos-nao-geram-receitas-suficientes-para-pagar-suas-contas/>. Acesso em: 22 jul 2022.

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: Piraí do Norte**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/pirai-do-norte/panorama>>. Acesso em: 08 jan 2024.

KOMNINOS, N. **Intelligent cities**: towards interactive and global innovation environments. *International Journal of Innovation and Regional Development*, v. 1, n. 4, p. 337-355, 2008.

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=PLJWucI-sva6I1yNRXh5eVDpdJ4ok5f-3x&index=1> Acesso em: 08 jul 2021.

OSM Wiki, 2024, **OpenStreetMap Wiki**, Site: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing_Maps, Acesso em: 14 abr 2024.

OPEN AERIAL MAPS. **User Guide How to use**. 2022.: Disponível em: <https://docs.openaerialmap.org/browser/user-guide/>. Acesso em: 13 nov 2022.

OPENDRONEMAP. Drone Mapping Software - **OpenDroneMap**. 2020b. Disponível em: <https://opendronemap.org/>. Acesso em 20 nov 2023.

OPENSTREETMAP FOUNDATION. (2018). **Open Street Map Foundation**. Reino Unido: OpenStreetMap Foundation. Disponível em: <http://wiki.osmfoundation.org/wiki/>. Acesso em: 26 jun 2023.

OPENSTREETMAP. (2022). **Open Street Map Statistics**. Reino Unido: OpenStreetMap Foundation. Disponível em: https://planet.openstreetmap.org/statistics/data_stats.html. Acesso em: 22 jul 2023.

PNUD, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. Disponível em: <https://atlasbrasil.org.br>. Acesso em: 20 mar 2023.

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

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