Desenvolvimento do Cadastro fit-for-purpose para o Quilombo da Marambaia: integração de geotecnologias e demandas sociais

Developing of the fit-for-purpose cadastre for the Marambaia Quilombo: integrating geospatial technologies and social needs

Auzenan Pereira de Sá[1]
Leonardo Vieira Barbalho[2]
Samir de Souza Oliveira Alves[3]
Andrea Galudht Santacruz Jaramillo[4]
Jonatas Goulart Marinho Falcão[5]
Louise Gil Soares Ferreira[6]
Luiz Carlos Teixeira Coelho[7]

RESUMO: A Comunidade Quilombola da Marambaia, localizada no município de Mangaratiba (RJ), possui relevância histórica e territorial associada à resistência das populações remanescentes de quilombo e aos processos de reconhecimento e titulação de suas terras. Nesse contexto, a disponibilidade de informações espaciais confiáveis constitui elemento fundamental para subsidiar ações de regularização fundiária, gestão territorial e garantia de direitos. Este trabalho tem como objetivo apresentar a geração de uma base cartográfica para o desenvolvimento de um Cadastro Fit-for-Purpose (FFP) na Marambaia, fundamentada na integração de geotecnologias e nas demandas territoriais da comunidade. A metodologia compreendeu a implantação de uma rede geodésica local composta por três marcos e dezessete pontos de apoio fotogramétrico, seguida da realização de aerolevantamento com aeronave remotamente pilotada (ARP) e processamento fotogramétrico. Como resultados, foram produzidos Modelos Digitais de Elevação (MDE) e ortoimagens de alta resolução espacial para cinco blocos fotogramétricos que abrangem as áreas ocupadas pela comunidade. Os produtos gerados apresentaram qualidade adequada para a identificação de feições naturais e antrópicas, possibilitando a delimitação de elementos territoriais, a caracterização do uso e ocupação do solo e o suporte a futuras etapas de cadastramento territorial. Os resultados demonstram o potencial das geotecnologias associadas aos princípios do Cadastro Fit-for-Purpose, especialmente quanto à rapidez de implementação, à viabilidade econômica e à produção de informações compatíveis com as necessidades de gestão e regularização fundiária de territórios tradicionais.

Palavras-chave: Cadastro Fit-for-Purpose; Quilombo; Marambaia; Aerolevantamento; Fotogrametria; Regularização fundiária.

ABSTRACT: The Marambaia Quilombola Community, located in the municipality of Mangaratiba, Rio de Janeiro State, holds significant historical and territorial importance associated with the resistance of Afro-Brazilian populations and ongoing processes of land rights recognition and titling. In this context, the availability of reliable geospatial information is essential to support land regularization, territorial management, and the protection of community rights. This study presents the development of a cartographic basis for a Fit-for-Purpose (FFP) Cadastre in Marambaia through the integration of geospatial technologies and the territorial needs of the local community. The methodology involved the establishment of a local geodetic control network composed of three geodetic monuments and seventeen photogrammetric ground control points, followed by an unmanned aerial vehicle (UAV) survey and photogrammetric processing. As a result, Digital Elevation Models (DEMs) and high-resolution orthomosaics were generated for five photogrammetric blocks covering the community's occupied areas. The resulting products showed adequate quality for the identification of natural and anthropogenic features, enabling the delineation of territorial elements, land use and land cover characterization, and support for future cadastral mapping activities. The findings demonstrate the potential of geospatial technologies combined with Fit-for-Purpose cadastral principles, particularly regarding rapid implementation, cost-effectiveness, and the production of spatial information suitable for land administration and tenure regularization processes in traditional territories.

Keywords: Fit-for-Purpose Cadastre; Marambaia; Quilombola Community; UAV Survey; Photogrammetry; Land Tenure Regularization.

[1] Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Engenharia Urbana / auzenanpereiradesa@gmail.com
[2] Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola Politécnica / leonardovb@poli.ufrj.br
[3] Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Faculdade de Engenharia / samir.alves@eng.uerj.br
[4] Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Faculdade de Engenharia / andrea.jaramillo@eng.uerj.br
[5] Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Engenharia Urbana / jonatasfalcao@poli.ufrj.br
[6] Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Engenharia Urbana / louiseferreira@poli.ufrj.br
[7] Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Faculdade de Engenharia / luiz.coelho@eng.uerj.br; Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos / lcteixeiracoelho@prefeitura.rio; Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Engenharia Urbana

1 INTRODUÇÃO

A ilha de Marambaia, situada na bacia de Sepetiba, no município de Mangaratiba (RJ), é caracterizada por uma intensa luta e representação territorial envolvendo remanescentes de comunidades quilombolas. Esses conflitos são consequência das ocupações e reconhecimento dos direitos à terra das comunidades quilombolas do período escravista.

A fazenda localizada em Marambaia, pertencente ao fazendeiro e escravista comendador Joaquim José de Souza Breves, um dos maiores proprietários de café fluminense, era um ponto de desembarque de pessoas escravizadas trazidas do continente africano. Apesar de terem sido promulgadas diversas leis, como a Lei Eusébio de Queiroz, que proibia o tráfico de escravos, a Ilha continuava a receber pessoas escravizadas, uma vez que não havia mais fiscalização. Marambaia se estabelece, então, como ponto de comércio ilegal de escravos (Gomes; Yabeta, 2013). Breves comercializa, mas também começou a distribuir escravos pelas suas fazendas (Mota, 2005).

No final do século XIX, com a abolição da escravidão, muitas pessoas negras, que haviam sido libertadas, ficaram sob a dependência da sociedade. Muitos continuaram nas fazendas e em suas proximidades onde eram escravizados, por não terem para onde ir. Pouco tempo depois da abolição, com a morte do comendador, sua família vendeu a Ilha para a Companhia Promotora de Indústrias e Melhoramentos. Em seguida, a companhia é liquidada pelo Banco da República do Brasil devido ao acúmulo de dívidas, sendo repassadas, em acordo, todas as benfeitorias à União (Mota, 2005; Yabeta; Gomes, 2013).

Segundo Mota (2005), há relatos de moradores que Breves teria doado as terras aos ex-escravos que trabalhavam e habitavam ali, mas que seria um ato “de boca” ou verbal, o que não foi cumprido pela família Breves. Não existia ou existe nada que comprovasse a doação ou algo que transferisse a posse para as famílias dos ex-escravizados. As famílias se dividiram e se estabeleceram em praias distintas da ilha, expandindo o território e, cada vez mais, fortalecendo seus laços originários.

No início do século XX, já sob o domínio da União, instalou-se na Ilha a Escola de Aprendiz de Marinheiros do Estado do Rio de Janeiro, onde permaneceu funcionando até o início da década de 1910. Quase três décadas depois, durante o governo de Getúlio Vargas, é instalada na Ilha a Escola de Pesca Darcy Vargas, vinculada às políticas nacionais de modernização da atividade pesqueira e assistência social às populações litorâneas.

Para Mota (2005), a escola teria o papel fundamental de mediação social entre as famílias da comunidade, sobretudo diante das transformações nas relações sociais e territoriais ocorridas após o período escravista. Além da formação profissional voltada à pesca, a instituição também exercia funções assistenciais e contribuía para a organização da vida comunitária na ilha, oferecendo suporte às famílias residentes e fortalecendo os vínculos sociais locais. No entanto, na década de 1970, a Escola de Pesca é fechada, a Marinha retorna a Ilha e torna-se a administradora das instalações, por meio do Centro de Adestramento da Marinha (CADIM).

Os conflitos da Marambaia passaram a ganhar destaque nas discussões sobre as

comunidades remanescentes de quilombos no Brasil, especialmente após a promulgação da Constituição Federal de 1988. Ela reconheceu os direitos territoriais dessas populações por meio do artigo 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias (ADCT). A partir desse marco legal, os moradores da ilha passaram a reivindicar, de forma mais firme, o reconhecimento de sua identidade quilombola e o direito de permanecer em seu território tradicional, o que acabou gerando embates entre a comunidade, a União Federal e a Marinha do Brasil.

Yabeta e Gomes (2013) relatam que desde a década de 1990 a comunidade vem sendo submetida a diversos conflitos e episódios diários de constrangimentos e intolerância, perdendo gradualmente sua autonomia. Diversos ajuizamentos de ações de reintegração de posse movidos pela União contra as comunidades quilombolas, classificando-os como ocupantes irregulares de terras pertencentes à União.

A incorporação da Ilha à União e sua posterior utilização pela Marinha do Brasil alteraram as dinâmicas territoriais. Diversos mecanismos de controle sobre moradia, circulação e atividades produtivas foram intensificados. Com a intensificação dos conflitos entre os ocupantes da Ilha e a União, a judicialização passa a ser um dos principais elementos do processo territorial da Marambaia. Para Lopes (2010), o Poder Judiciário passou a atuar simultaneamente no espaço entre a disputa de reconhecimento e negação de direitos das comunidades quilombolas e da União.

Em 2009, o Supremo Tribunal de Justiça (STJ) reconheceu a reintegração de posse em uma ação movida contra um quilombola. A ação, considerada histórica, representou o avanço no reconhecimento jurídico de comunidades, o que consolidou a Marambaia como referência no país nas discussões sobre direitos territoriais quilombolas (Lopes, 2012).

Após um prolongado período de disputa judicial, o Ministério Público Federal (MPF) conclui o processo judicial, assim como as reintegrações de posse existente, por meio de um acordo estabelecido entre as partes envolvidas - União, Incra, Marinha do Brasil e a Associação de Remanescentes de Quilombo da Ilha de Marambaia (ARQUIMAR), por meio de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) (Grangeia, 2024). Dentre as determinações estabelecidas pelo TAC estão o reconhecimento dos direitos da comunidade quilombola e a titulação das áreas ocupadas.

A efetivação da titulação demanda a produção de informações territoriais confiáveis que subsidiem a delimitação e a caracterização das áreas ocupadas pela comunidade. Essas informações territoriais compõem o Cadastro Territorial, entendido como o inventário fundiário das parcelas — porções delimitadas do território —, abrangendo seus aspectos geométricos, jurídicos e econômicos (Coelho; Barbalho; Lima, 2025). Assim, o Cadastro Fit-for-Purpose (FFP) apresenta-se como uma abordagem adequada por priorizar metodologias flexíveis, de curto prazo e economicamente viáveis, capazes de produzir informações suficientes para atender às demandas de regularização fundiária e de segurança da posse.

Concebido pela International Federation of Geometers (FIG) em parceria com o Banco Mundial (Enemark et al., 2015) e posteriormente consolidado por meio dos princípios orientadores desenvolvidos em conjunto com a ONU-Habitat (Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos) (Enemark et al., 2016), o Fit-for-Purpose

consiste em uma abordagem voltada ao desenvolvimento de sistemas de administração territorial adequados às necessidades e finalidades reais da sociedade. Tal abordagem prioriza a segurança da posse, a inclusão social, a cobertura territorial abrangente e a viabilidade econômica, em detrimento de exigências excessivas de precisão técnica, permitindo a construção gradual e sustentável dos sistemas cadastrais (Enemark et al., 2015; Enemark; McLaren; Lemmen, 2016; 2021).

Enemark, McLaren e Lemmen (2016), descrevem três componentes essenciais na organização de administração do território, e que devem agir integrados, são eles: a estrutura espacial, a estrutura jurídica e a estrutura institucional.

A estrutura espacial diz respeito à forma como os imóveis são identificados e representados espacialmente, baseado na utilização de limites físicos visíveis, em vez de limites rigorosamente levantados por equipamentos de alta precisão. Para assegurar a posse ou a titularidade da terra não é indispensável que todos os limites sejam determinados com precisão centimétrica, mas que sejam suficientemente claros para a ocupação existente. A estrutura jurídica baseia-se na flexibilidade em reconhecer as diversas formas de posse e direito legítimo sobre a terra. Tem como premissa que os processos predominantemente administrativos e menos judiciais. A estrutura jurídica foca na relação legal entre as pessoas e a terra, priorizando a inclusão social e a segurança jurídica através de processos flexíveis. A estrutura institucional refere-se aos arranjos de governança, às capacidades organizacionais e à articulação entre atores e instituições, assegurando a implementação eficiente, a sustentabilidade do sistema e sua adaptação às realidades locais, utilizando tecnologias apropriadas e prezando pela transparência e amplo acesso às informações territorial (Enemark; McLaren; Lemmen, 2016).

Cabe destacar que esses três componentes devem atuar de forma integrada para que um sistema de administração territorial seja efetivamente caracterizado como Fit-for-Purpose: a produção de uma base cartográfica de baixo custo, por si só, corresponde apenas à dimensão espacial da abordagem, sendo insuficiente sem o correspondente avanço das estruturas jurídica e institucional (Enemark; McLaren; Lemmen, 2016; 2021).

Atualmente, diversos países têm adotado e/ou estudado a abordagem do Cadastro Fit-for-Purpose não apenas como instrumento de garantia da segurança jurídica da posse e da propriedade da terra, mas também como mecanismo de ordenamento territorial, planejamento do uso do solo e fortalecimento da governança fundiária, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a inclusão social (Enemark et al., 2015).

Na Etiópia, estudos realizados por Metaferia et al. (2023a; 2023b) mostram que, embora a abordagem Fit-for-Purpose ainda esteja em processo de consolidação, os sistemas cadastrais existentes já incorporam parcialmente princípios como flexibilidade, inclusão, participação social e atualização contínua. Os autores também destacam que a utilização de geotecnologias e de métodos inovadores de mapeamento cadastral, como a utilização de técnicas semi-automáticas de extração de limites cadastrais com imagem de satélite e ferramentas geoespaciais de código aberto, pode contribuir para a ampliação da cobertura cadastral, a melhoria da gestão territorial e o fortalecimento da segurança da posse da terra, especialmente em áreas periurbanas sujeitas à rápida expansão urbana

(Metaferia et al., 2025).

Na Malásia, Asman, Berahim e Razali (2025) verificaram que a aplicação da abordagem Fit-for-Purpose Land Administration pode otimizar o registro de terras por meio da adoção de limites gerais, fluxos digitais integrados e mapeamento participativo. Segundo os autores, essas medidas permitem reduzir custos e tempo de tramitação, ao mesmo tempo em que preservam a segurança jurídica do sistema Torrens e ampliam a eficiência e a inclusão da administração territorial.

Países como Moçambique, Colômbia, Benin, Uganda, Zâmbia, Nepal, entre outros, Metaferia et al. (2023a) analisaram experiências de implementação da abordagem Fit-for-Purpose e identificaram resultados positivos relacionados à ampliação da cobertura cadastral, redução de custos, fortalecimento da segurança da e melhoria da governança fundiária. Para Usak, Cagdas e Kara (2024), o Fit-for-Porpuse consolidou-se como uma das principais tendências contemporâneas da gestão territorial, ampliando significativamente seu campo de aplicação desde sua proposta inicial.

Nesse contexto, e reconhecendo que a experiência brasileira ainda carece de arranjos jurídicos e institucionais específicos para a condução da regularização fundiária (REURB) sob os princípios Fit-for-Purpose, o desenvolvimento da metodologia de cadastro Fit-for-Purpose no Quilombo da Marambaia revela-se promissor enquanto contribuição à dimensão espacial dessa abordagem, em face das exigências relacionadas à segurança da titularidade e à gestão do território quilombola.

O presente trabalho apresenta o objetivo de propor mosaico de ortoimagens compatível com as necessidades da comunidade quilombola, em conformidade com princípios da abordagem Fit-for-Purpose. Complementarmente, propõe-se a geração de curvas de nível a partir de nuvens de pontos LiDAR. Essas propostas serão subsidiadas por um aerolevantamento realizado com aeronave remotamente pilotada (ARP), permitindo a obtenção de uma base de informações geoespaciais para apoiar o mapeamento cadastral, o planejamento territorial, a gestão de uso e ocupação do solo.

O estudo destaca-se pela parceria estabelecida entre a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), reunindo competências técnicas e científicas nas áreas de geotecnologias, cartografia e cadastro territorial. Os resultados desta pesquisa serão disponibilizados à comunidade acadêmica, à comunidade civil em geral e, especialmente, à comunidade quilombola da Marambaia, o que contribuirá para a produção de conhecimento e subsídio à formulação, implementação de políticas públicas voltadas à regularização fundiária e a promoção dos direitos territoriais das comunidades quilombolas.

2 METODOLOGIA

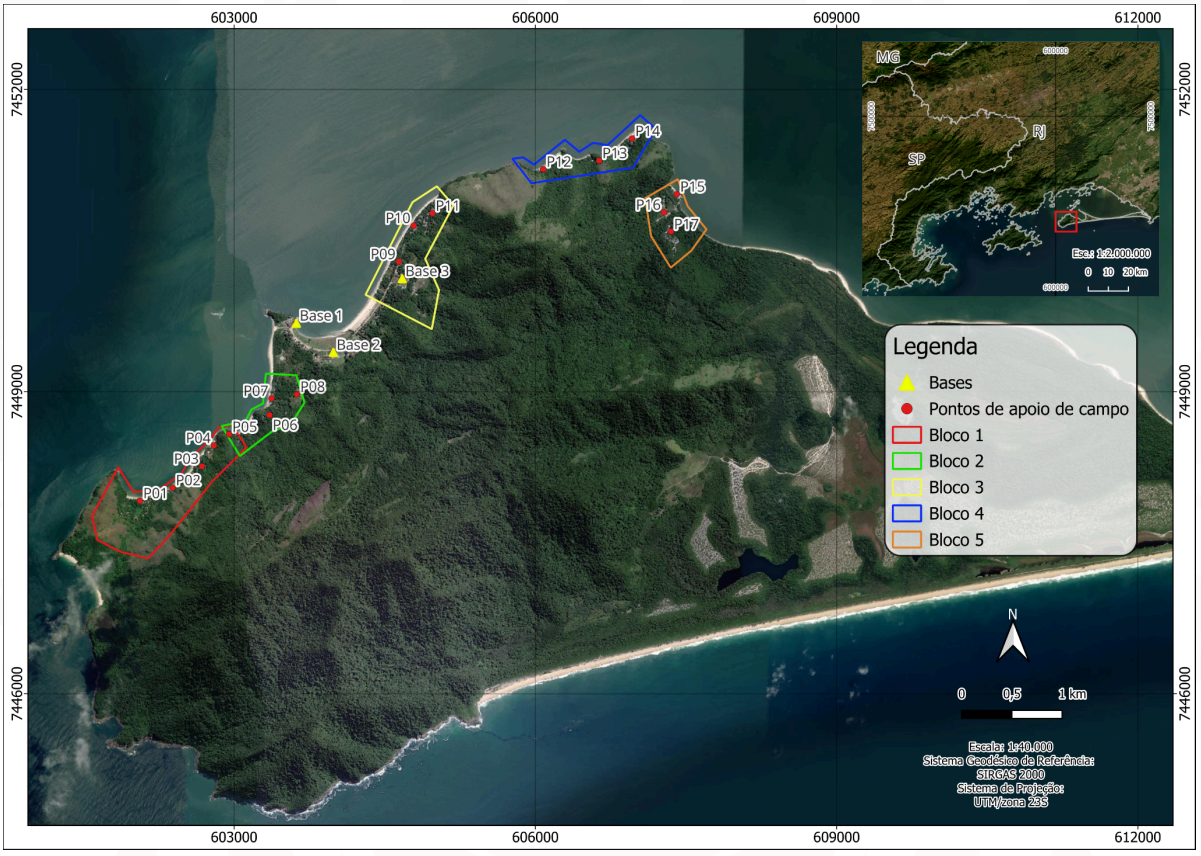
Como a comunidade quilombola da Marambaia está situada em uma área insular, não havia infraestrutura geodésica de apoio que possibilitasse a implementação direta do aerolevantamento. Diante dessa condição, foi necessário a estruturação prévia de uma rede geodésica para garantir o georreferenciamento e a qualidade posicional mínima dos

produtos cartográficos gerados. Para isso, o trabalho foi desenvolvido em etapas sequenciais, compreendendo as seguintes atividades:

Planejamento de campo: inicialmente, foi elaborado o planejamento da rede de apoio geodésico, prevendo a implantação de três marcos geodésicos — um marco de centragem forçada (Base 1) e dois marco de concreto em tronco de pirâmide com chapa metálica no topo (Base 2 e 3) —, além da definição de dezessete pontos de apoio fotogramétrico (P01 a P17) distribuídos na área de estudo.

Execução do levantamento terrestre e aéreo: os três marcos geodésicos foram materializados e tiveram suas coordenadas determinadas por meio de receptores GNSS, utilizando o método relativo estático de posicionamento de longa ocupação (2 horas cada), vinculado à Rede Brasileira de Monitoramento Contínua (RBMC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dezessete pontos de apoio foram rastreados, posteriormente, pelo método de posicionamento estático rápido com ocupação de aproximadamente 20 minutos cada (Monico, 2008). Após a execução dos levantamentos terrestres sucedeu a execução dos voos com ARP.

Figura 1 – Blocos fotogramétricos e pontos de apoio de campo na Ilha da Marambaia.



Fonte: Os autores (2026).

Processamento fotogramétrico: o processamento das imagens foi realizado no software Agisoft Metashape, utilizando a técnica Structure from Motion (SfM) para o alinhamento das imagens e a construção do Modelo Digital de Elevação (MDE). O processamento compreendeu as seguintes etapas: alinhamento das imagens, com

identificação automática de pontos homólogos e orientação relativa do bloco fotogramétrico; geração de nuvem esparsa de pontos; geração de nuvem densa; filtragem da nuvem de pontos com base no intervalo de confiança; e geração do Modelo Digital de Elevação (MDE), que serviu de base para a produção dos demais produtos cartográficos.

Produção de ortoimagens: a ortoimagem foi gerada por meio da ortorretificação das imagens aéreas, utilizando o Modelo Digital de Elevação (MDE) e os parâmetros de orientação obtidos durante o processamento fotogramétrico. O produto resultante consiste em uma imagem georreferenciada, livre das distorções decorrentes da perspectiva da câmera e do relevo, servindo como base cartográfica para a extração de informações geoespaciais, delimitação de feições, identificação de limites físicos e elaboração do cadastro territorial da comunidade quilombola.

Avaliação da qualidade: Em um primeiro momento, a avaliação da qualidade foi realizada por meio da compatibilização das coordenadas dos pontos de controle, obtidas por rastreio GNSS, com as coordenadas correspondentes identificadas na ortoimagem, demonstrado na Tabela 2. Embora esse procedimento não constitua o método mais adequado para uma avaliação definitiva, ele foi adotado como verificação preliminar da qualidade das ortoimagens. Essa abordagem inicial foi necessária em razão dos obstáculos encontrados na ilha, que dificultaram a coleta de uma quantidade maior de pontos independentes para serem utilizados como pontos de verificação. Ressalta-se, contudo, que o estudo ainda não foi concluído. Estão previstas novas visitas de campo para a coleta de pontos de verificação, os quais permitirão realizar uma avaliação mais rigorosa da acurácia posicional das ortoimagens.

Como a comunidade quilombola da Marambaia está distribuída em diferentes porções da ilha, foram necessários cinco blocos fotogramétricos (Blocos 1, 2, 3, 4 e 5) para abranger integralmente a área de estudo. Tanto o aerolevantamento quanto a estruturação da rede geodésica foram realizados com equipamentos pertencentes ao Departamento de Engenharia Cartográfica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), no âmbito da parceria estabelecida com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Essa cooperação entre instituições acadêmicas materializa um dos princípios da abordagem Fit-for-Purpose, ao promover o compartilhamento de recursos técnicos, conhecimentos e capacidades institucionais, contribuindo para a viabilidade e a eficiência da implementação do cadastro territorial.

Entre os equipamentos utilizados destacam-se os receptores GNSS CHCNAV X91R e Altus APS-3, a aeronave remotamente pilotada (ARP) DJI Phantom 4 RTK e tripés para apoio aos levantamentos de campo. Para o processamento e a análise dos dados geoespaciais foram empregados softwares específicos, como o Agisoft Metashape, utilizado no processamento fotogramétrico; o CHC Geomatics Office, destinado ao processamento dos dados GNSS; e o QGIS, software livre e de código aberto empregado nas etapas de geoprocessamento, análise espacial e elaboração dos produtos cartográficos.

3 RESULTADOS

Em um primeiro momento, foram obtidos os resultados do pós-processamento dos pontos das três bases e dos dezessete pontos de controle, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Coordenadas e erros dos pontos levantados.

Ponto	Latitude	Longitude	N	E	Erro N	Erro E
P1	23°04'27,1485"S	044°00'12,8931"W	7447917,5578	602062,1806	0,0004	0,0002
P2	23°04'22,8812"S	044°00'01,5203"W	7448046,5825	602386,6845	0,0003	0,0003
P3	23°04'15,8811"S	043°59'51,2456"W	7448259,8579	602680,5241	0,0004	0,0002
P4	23°04'09,1375"S	043°59'57,1716"W	7448466,4509	602797,8756	0,0003	0,0005
P5	23°04'05,5110"S	043°59'41,8734"W	7448576,9423	602949,4063	0,0003	0,0003
P6	23°03'59,1815"S	043°59'27,7357"W	7448768,8289	603353,0485	0,0003	0,0002
P7	23°03'53,8054"S	043°59'27,0653"W	7448934,0292	603373,2659	0,0003	0,0002
P8	23°03'52,4164"S	043°59'18,2119"W	7448975,0072	603625,4995	0,0002	0,0001
P9	23°03'09,3677"S	043°58'42,9184"W	7450291,9256	604639,0790	0,0009	0,0002
P10	23°02'57,7029"S	043°58'37,7710"W	7450649,6355	604788,0776	0,0002	0,0002
P11	23°02'53,6889"S	043°58'31,2729"W	7450771,7871	604973,8774	0,0002	0,0002
P12	23°02'39,2038"S	043°57'52,5942"W	7451209,5078	606077,8328	0,0002	0,0002
P13	23°02'36,3302"S	043°57'33,0836"W	7451293,9430	606633,7539	0,0003	0,0002
P14	23°02'29,1142"S	043°57'21,6328"W	7451513,5378	606961,2394	0,0007	0,0004
P15	23°02'46,9786"S	043°57'05,7915"W	7450960,9201	607408,1757	0,0003	0,0002
P16	23°02'52,8480"S	043°57'10,2421"W	7450781,3203	607280,2174	0,0002	0,0002
P17	23°02'59,0176"S	043°57'07,7688"W	7450591,0797	607349,2501	0,00008	0,00009
Base 1	23°03'29,4621"S	043°59'18,5821"W	7449681,0048	603619,8460	0,00795	0,00750
Base 2	23°03'38,7872"S	043°59'05,5777"W	7449391,6614	603987,9357	0,00595	0,00592
Base 3	23°03'14,8515"S	043°58'41,6367"W	7450123,0226	604674,3765	0,00445	0,00442

Fonte: Os autores (2026).

Após o processamento fotogramétrico, foram gerados os Modelos Digitais de Elevação (MDE), como o exemplificado pela Figura 3, e as ortoimagens correspondentes a cada um dos cinco blocos fotogramétricos (Figura 4). Os MDE servirão, também, de base para a extração das curvas de nível, complementando os produtos cartográficos obtidos no aerolevantamento.

A Tabela 2 apresenta, detalhadamente, a resolução espacial alcançada, expressa em centímetros por pixel, o número de imagens capturadas em cada bloco e os respectivos percentuais de sobreposição lateral e longitudinal.

Tabela 2 - Características de voo e aquisição de imagens dos blocos fotogramétricos.

Bloco	Altura de voo (m)	GSD médio (cm/pixel)	Nº de imagens	Sobreposição long. e lat. (%)
Bloco 1	100	2,89	368	75 e 65
Bloco 2	100	2,40	217	70 e 50
Bloco 3	100	2,67	565	75 e 65
Bloco 4	100	2,31	217	70 e 50
Bloco 5	100	1,44	352	70 e 50

Fonte: Os autores (2026).

É comum que, nas bordas desses produtos, ocorram lacunas decorrentes da ausência de informações suficientes para a reconstrução da superfície, situação frequentemente associada à menor sobreposição entre imagens e à presença de vegetação densa. Para eliminar essas áreas sem dados e preservar apenas a região com informações confiáveis, foi realizado o recorte das ortoimagens, resultando em produtos contínuos e adequados às etapas subsequentes de análise e mapeamento.

Por meio de análise visual, verificou-se que as ortoimagens geradas apresentaram uma boa resolução espacial e qualidade radiométrica compatíveis com os objetivos do estudo. Esses produtos possibilitaram a identificação de feições naturais e antrópicas, constituindo uma base cartográfica adequada para a delimitação de elementos do território, a extração de informações geoespaciais e o desenvolvimento do cadastro territorial segundo os princípios da abordagem Fit-for-Purpose.

A fim de ilustrar a qualidade visual do levantamento em nível de detalhe compatível com feições cadastrais, apresenta-se na Figura 2 um recorte ampliado da ortoimagem sobre uma área com edificações da comunidade, permitindo observar telhados, acessos e quintais.

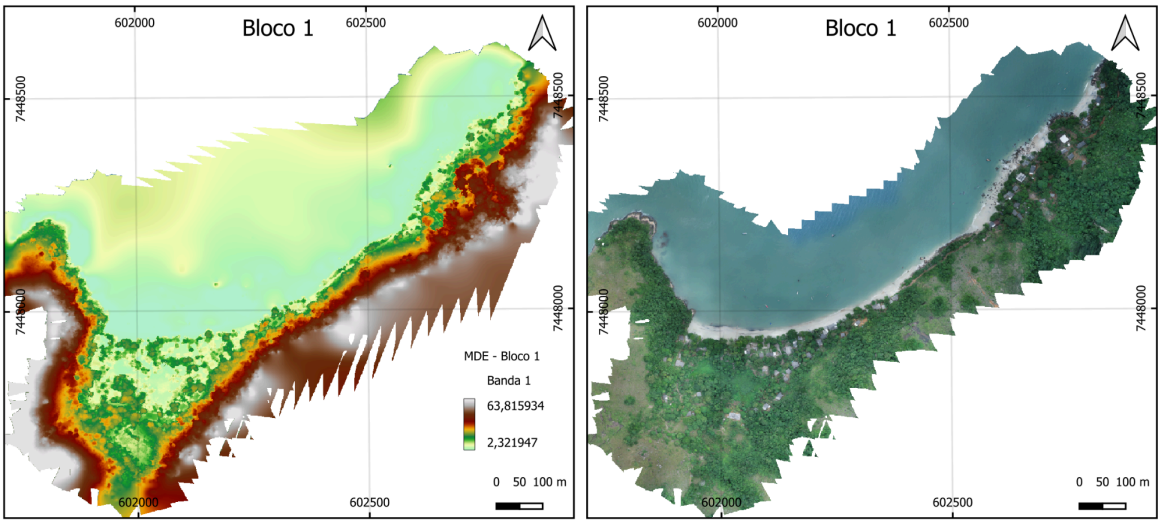
A Tabela 3 apresenta, de forma detalhada, os resultados obtidos na verificação preliminar da qualidade posicional da ortoimagem, realizada a partir da comparação entre as coordenadas dos pontos de controle obtidas por rastreio GNSS e as respectivas coordenadas identificadas na ortoimagem. Os resultados devem ser interpretados como uma avaliação inicial, uma vez que ainda estão previstas novas visitas de campo para a coleta de pontos de verificação independentes.

Figura 2: Detalhe ampliado da ortoimagem (Bloco 3) em área com edificações.



Fonte: Os autores (2026).

Figura 2 – Modelo Digital de Elevação (MDE) e ortoimagem do Bloco 1.



Fonte: Os autores (2026).

Destaca-se, contudo, que essa exatidão não substitui os levantamentos de maior precisão exigidos pela legislação de georreferenciamento (Lei nº 13.465/2017; Decreto nº 9.310/2018; NBR 17047) para a titulação definitiva das parcelas, devendo a ortoimagem ser compreendida como base de planejamento e delimitação preliminar, e não como produto final de georreferenciamento de precisão.

Tabela 3 - Coordenadas, erros planimétricos e altitudes dos pontos levantados.

Ponto	Coordenadas				Erros planimétricos		Altitudes e Erro altimétrico		
	N (GNSS)	E (GNSS)	N (Ortofoto)	E (Ortofoto)	Erro N	Erro E	H normal	Altitude MDE	Erro H
P1	7447917,558	602062,180	7447917,551	602062,177	0,007	0,003	5,388	5,394	0,006
P2	7448046,582	602386,684	7448046,249	602385,503	0,333	1,181	3,154	3,655	0,500
P3	7448259,858	602680,524	7448259,916	602680,516	0,058	0,008	21,258	21,247	0,010
P4	7448466,451	602797,875	7448466,469	602797,887	0,018	0,012	4,255	4,263	0,008
P5	7448576,942	602949,406	7448576,943	602949,416	0,001	0,001	28,147	28,153	0,006
P6	7448768,829	603353,048	7448768,814	603353,092	0,015	0,044	34,083	34,085	0,002
P7	7448934,029	603373,269	7448934,131	603373,220	0,102	0,049	4,022	3,971	0,051
P8	7448975,007	603625,499	7448974,990	603625,495	0,017	0,004	5,289	5,300	0,011
P9	7450291,925	604639,079	7450292,023	604639,120	0,098	0,041	3,988	3,822	0,166
P10	7450649,635	604788,077	7450649,659	604788,085	0,024	0,008	4,769	4,977	0,208
P11	7450771,787	604973,877	7450771,803	604973,836	0,069	0,051	5,410	5,220	0,190
P12	7451209,508	606077,833	7451209,436	606077,853	0,072	0,03	8,091	8,061	0,03
P13	7451293,943	606633,754	7451293,912	606633,772	0,031	0,018	25,989	25,985	0,004
P14	7451513,538	606961,239	7451513,527	606961,276	0,011	0,037	8,557	8,524	0,033
P15	7450960,920	607408,175	7450960,923	607408,198	0,003	0,023	7,039	3,052	3,987
P16	7450781,320	607280,217	7450781,308	607280,221	0,012	0,004	8,424	8,418	0,006
P17	7450591,079	607349,250	7450591,078	607349,270	0,001	0,02	8,048	8,043	0,005

Fonte: Os autores (2026).

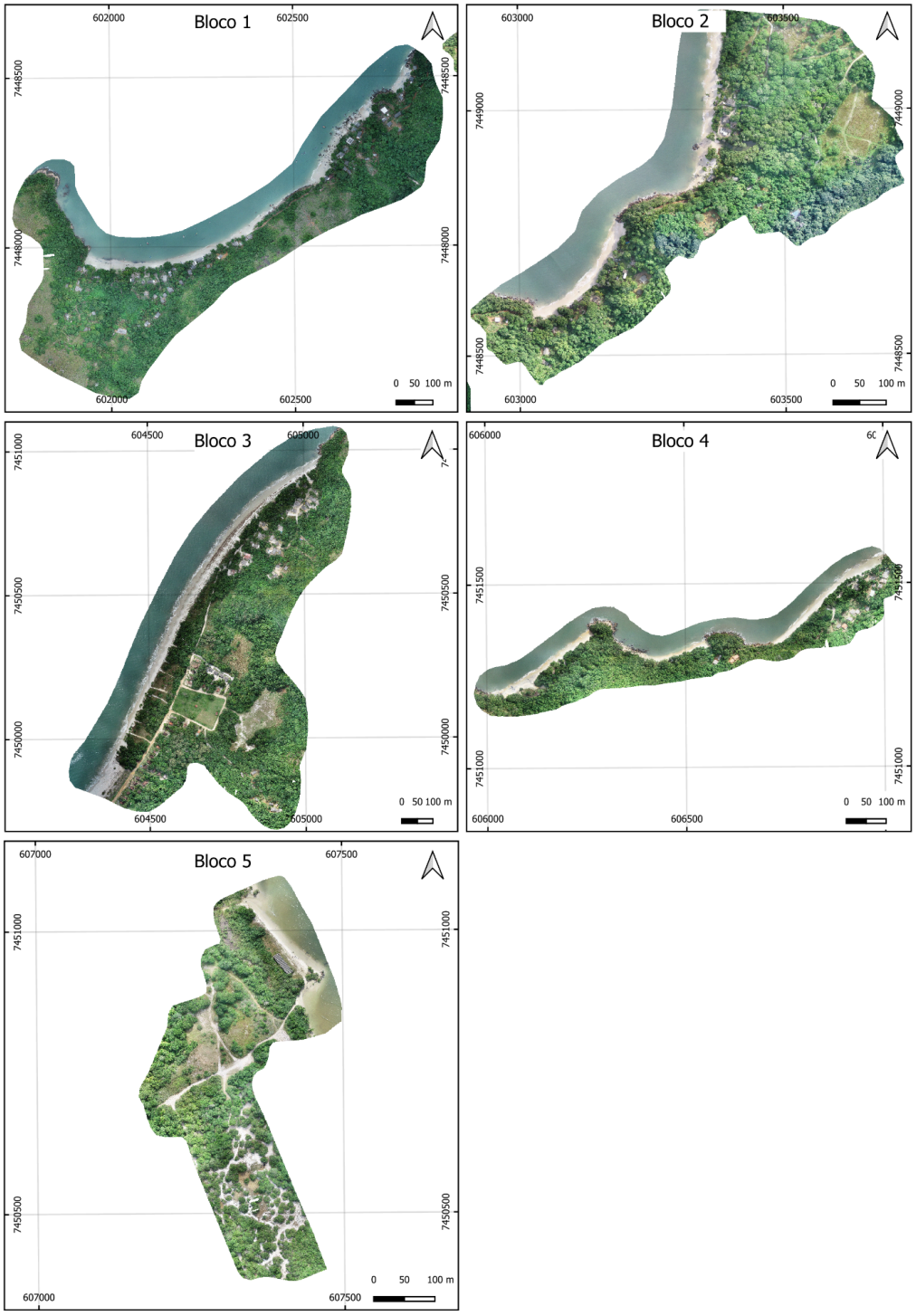
Ressalta-se que, embora a abordagem Fit-for-Purpose não seja orientada primariamente pela precisão técnica, a legislação brasileira aplicável a processos de regularização fundiária — como a NBR 17047 (Levantamento cadastral territorial para registro público - Procedimento) — estabelece exigências específicas de exatidão para a delimitação de limites de parcelas, as quais devem ser observadas nas etapas subsequentes de cadastramento definitivo, complementando os produtos aqui apresentados.

As ortoimagens permitem a identificação de residências, áreas produtivas, caminhos de acesso, áreas de uso coletivo e elementos naturais da paisagem, constituindo uma importante base para futuras etapas de delimitação de parcelas, caracterização do uso e ocupação do solo e construção de um cadastro territorial multifinalitário voltado às demandas da comunidade quilombola.

A avaliação dos pontos de apoio evidenciou consistência geométrica dos produtos gerados, indicando que as ortoimagens apresentam qualidade posicional aceitável com os objetivos de um cadastro Fit-for-Purpose, no qual a representação confiável dos limites visíveis é priorizada em relação à obtenção de precisão centimétrica absoluta.

Os MDE representaram, conforme o esperado, a morfologia da área de estudo e constituem importante produto complementar às ortoimagens, permitindo análises altimétricas e servindo de base para a geração de curvas de nível e outros produtos cartográficos.

Figura 4 – Ortoimagens de cada bloco.



Fonte: Os autores (2026).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou a viabilidade da aplicação de geotecnologias para a construção de uma base cartográfica voltada ao desenvolvimento de um Cadastro Fit-for-Purpose para o Quilombo da Marambaia. A implantação da rede geodésica de apoio, associada ao aerolevantamento realizado com aeronave remotamente pilotada e ao processamento fotogramétrico das imagens, permitiu a geração de Modelos Digitais de Elevação e ortoimagens com resolução espacial compatível com as necessidades, capazes de representar com confiabilidade as características físicas do território.

Cabe ressaltar que a abordagem Fit-for-Purpose, conforme definida pela FIG e pela ONU-Habitat, não se limita à produção de uma base cartográfica de baixo custo: sua efetivação pressupõe a integração entre as estruturas espacial, jurídica e institucional (Enemark; McLaren; Lemmen, 2016; 2021). O presente estudo avançou especificamente na dimensão espacial dessa abordagem, oferecendo subsídios cartográficos ao processo de regularização fundiária da Marambaia. A plena institucionalização do Cadastro Fit-for-Purpose no contexto brasileiro, contudo, ainda enfrenta uma lacuna jurídico-institucional relevante: diferentemente de outras experiências internacionais (Moçambique, Colômbia, Nepal, entre outras), o arcabouço legal brasileiro — a exemplo da Lei nº 13.465/2017 e do Decreto nº 9.310/2018 — não estabelece procedimentos administrativos de Reurb fundamentados explicitamente nos princípios Fit-for-Purpose, mantendo exigências técnicas de precisão típicas de sistemas cadastrais convencionais. Essa lacuna constitui um desafio institucional a ser enfrentado para que experiências como a da Marambaia possam evoluir de uma base cartográfica de baixo custo para um sistema efetivo de administração territorial Fit-for-Purpose, sendo recomendável que estudos futuros aprofundem essa discussão sob a ótica jurídico-institucional.

Os produtos obtidos constituem uma importante fonte de informações geoespaciais para futuras etapas de delimitação territorial, caracterização do uso e ocupação do solo, identificação de áreas de interesse comunitário e apoio aos processos de regularização fundiária da comunidade quilombola. Além disso, os resultados demonstram a aderência da metodologia aos princípios do cadastro Fit-for-Purpose, especialmente quanto à utilização de tecnologias apropriadas, à viabilidade econômica, à rapidez de implementação e à produção de informações suficientes para subsidiar a segurança da posse e a gestão territorial.

Como trabalhos futuros, recomenda-se a utilização das ortoimagens para a delimitação participativa de parcelas e áreas de uso coletivo da comunidade, vetorização das edificações e criação de um banco de dados da comunidade quilombola, bem como a integração das informações produzidas a um sistema cadastral multifinalitário que possa apoiar ações de planejamento territorial, gestão ambiental e garantia dos direitos territoriais da população quilombola da Marambaia.

Referências

ASMAN, Naharuddin; BERAHIM, Nur; RAZALI, Muhammad Najib. **Optimizing Land Registration through a Fit-For-Purpose Land Administration Framework**. International Journal of Research and Innovation in Social Science (IJRISS), v. 9, n. 8, p. 6893–6899, 2025. DOI: https://doi.org/10.47772/IJRISS.2025.908000569.

BRASIL. **Decreto nº 4.887**, de 20 de novembro de 2003. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 21 nov. 2003.

BRASIL. **Decreto nº 9.310**, de 15 de março de 2018. Institui as normas gerais e os procedimentos aplicáveis à Regularização Fundiária Urbana. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 mar. 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.465**, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jul. 2017.

COELHO, Luiz Carlos Teixeira; BARBALHO, Leonardo Vieira; LIMA, Fernando Rodrigues. As novas normativas do Cadastro Territorial Multifinalitário no Brasil como ferramentas de planejamento e gestão urbanos participativos. **e-metropolis: Revista Eletrônica de Estudos Urbanos e Regionais**, Rio de Janeiro, v. 16, p. 1-13, 2025. Disponível em: https://revistas.ufrj.br/index.php/emetropolis/article/view/62587.

ENEMARK, Stig; BELL, Keith Clifford; LEMMEN, Christiaan; McLAREN, Robin. **Fit-for-Purpose Land Administration**. 2. ed. Copenhagen: International Federation of Surveyors (FIG); World Bank, 2015. Disponível em: <https://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub60/figpub60.asp>.

ENEMARK, Stig; McLAREN, Robin; LEMMEN, Christiaan. **Fit-For-Purpose Land Administration**: Guiding Principles for Country Implementation. Nairobi: UN-Habitat, 2016. Disponível em: <https://unhabitat.org/fit-for-purpose-land-administration-guiding-principles-for-country-implementation>.

ENEMARK, Stig; McLAREN, Robin; LEMMEN, Christiaan. **Fit-for-purpose land administration**—providing secure land rights at scale. Land, Basel, v. 10, n. 9, p. 972, 2021. DOI: 10.3390/land10090972.

GRANGEIA, Mario Luis. **Memória quilombola em disputa**: Ilha da Marambaia em discursos oficiais e da mídia. Revista do Instituto de Estudos Brasileiros, São Paulo, n. 89, p. 126-148, 2024.

LOPES, Aline Caldeira. **Marambaia, processo social e direito**: a disputa territorial entre a

comunidade remanescente de quilombos e a Marinha do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DO CONPEDI, 21., 2012, Uberlândia. Anais do XXI Encontro Nacional do CONPEDI. Florianópolis: CONPEDI, 2012. Trabalho apresentado no Grupo de Trabalho Sociologia, Antropologia e Cultura Jurídicas.

LOPES, A. C. (2010). **Marambaia:** processo social e direito [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro]. Repositório Institucional UFRRJ.

METAFERIA, Mekonnen Tesfaye; BENNETT, Rohan Mark; ALEMIE, Berhanu Kefale; KOEVA, Mila. **Fit-for-Purpose Land Administration and the Framework for Effective Land Administration:** Synthesis of Contemporary Experiences. Land, Basel, v. 12, n. 1, art. 58, 2023a. DOI: https://doi.org/10.3390/land12010058.

METAFERIA, Mekonnen Tesfaye; BENNETT, Rohan Mark; ALEMIE, Berhanu Kefale; KOEVA, Mila. **The peri-urban cadastre of Addis Ababa:** status, challenges, and fit-for-purpose prospects. Land Use Policy, v. 125, art. 106477, 2023b. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106477.

METAFERIA, Mekonnen Tesfaye; BENNETT, Rohan Mark; ALEMIE, Berhanu Kefale; KOEVA, Mila; DONOVAN, Jerome. **Embedding (semi-)automatic cadastral boundary extraction into fit-for-purpose land administration in peri-urban Ethiopia.** Land Use Policy, v. 150, art. 107453, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107453.

MONICO, João Franscisco Galera. **Posicionamento pelo GNSS:** Descrição, fundamentos e aplicações. 2ª Edição. [S.I.]: UNESP, 2008. ISBN 978-85-7139-788-0.

MOTA, F. R. (2005). **O Estado contra o Estado:** direitos, poder e conflitos no processo de produção da identidade "quilombola" da Marambaia. In R. K. de Lima (Org.), Antropologia e Direitos Humanos 3 (pp. 133-184). EdUFF.

USAK, Burak; ÇAGDAS, Volkan; KARA, Abdullah. **Current Cadastral Trends**—A Literature Review of the Last Decade. Land, Basel, v. 13, n. 12, art. 2100, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/land13122100.

YABETA, Daniela; GOMES, Flávio. **Memória, cidadania e direitos de comunidades remanescentes (em torno de um documento da história dos quilombolas da Marambaia).** Afro-Ásia, Salvador, n. 47, p. 79-117, 2013.