



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE ALTOS ESTUDOS AMAZÔNICOS
TECNOLOGIAS APLICADAS À REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA E
PREVENÇÃO DE CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS, HABITACIONAIS E
SANITÁRIOS

ANTONIO CLEISON DE SOUZA COSTA

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA ELABORAÇÃO DA CARTOGRAFIA: USO
DO GNSS/RTK E DRONE PARA FINS DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA
URBANA

BELÉM/PA
2022

ANTONIO CLEISON DE SOUZA COSTA

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA ELABORAÇÃO DA CARTOGRAFIA: USO
DO GNSS/RTK E DRONE PARA FINS DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA
URBANA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Núcleo de Altos
Estudos da Amazônia, da
Universidade Federal do Pará, como
requisito à obtenção do título de
Especialista.

BELÉM
2022

ANTONIO CLEISON DE SOUZA COSTA

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA ELABORAÇÃO DA CARTOGRAFIA: USO
DO GNSS/RTK E DRONE PARA FINS DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA
URBANA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Núcleo de Altos Estudos da Amazônia, da
Universidade Federal do Pará, como requisito
à obtenção do título de Especialista.

Data da avaliação: 17 de março 2022

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Ms. Daniel Alvino Mesquita
(Orientador – UFPA)

Prof. Dr. Daniel Sombra
(Examinador Interno – NUMA/UFPA)

Prof. Dr. Carlos Jorge Nogueira de Castro
(Examinador Externo – PPGG/UEPA)

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA ELABORAÇÃO DA CARTOGRÁFICA: USO DO GNSS/RTK E DRONE PARA FINS DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA

*Antonio Cleison de Souza Costa¹
Daniel Alvino Mesquita²*

Resumo

O trabalho reflete sobre a aplicação das inovações tecnológicas para confecção da cartografia, com o uso do GNSS RTK e Drone, aplicada a regularização fundiária e suas ressonâncias na gestão territorial como ferramenta de assistência técnica para redução de desconformidades socioambientais urbanos. Desta forma, busca-se no levantamento planialtimétrico elementos que possam integrar a gestão e uso do solo por meio dos benefícios que integram as ações do Programa Rede Amazônia em assistência à regularização fundiária. Desta forma, objetiva-se inserir como elementos de análise espacial o GNSS RTK e o Drone como ferramentas de integração, o que impulsiona a superar os desafios urbanos, ambientais e sociopolíticos. A metodologia aplicada teve caráter descritivo e exploratório do Povoado Josias, município de Zé Doca, no Estado do Maranhão, a partir de levantamento documental, bibliográfico e reconhecimento de campo, aerolevantamento e a reambulação. Os resultados foram satisfatórios para a viabilidade do uso das ferramentas tecnológicas, por ser uma metodologia que otimiza o tempo de execução do levantamento, quando comparado com o convencional e que reduz mão de obra na execução de campo e na construção da cartografia do parcelamento existente. Vale ressaltar que a metodologia de campo se tornou aceitável para o atual momento pandêmico, pois, evita e diminui o contato com comunidade, sendo uma forma de garantia à segurança e saúde dos envolvidos. Além, do que a cartografia irá auxiliar na gestão de acesso a democratização do espaço e a qualidade de vida na cidade.

Palavras-chave: Regularização Fundiária; Aerolevantamento; GNSS RTK; Drone; Reambulação.

Abstract

The work reflects on the application of technological innovations for the making of cartography, with the use of GNSS RTK and Drone, applied to land regularization and its resonances in territorial management as a technical assistance tool to reduce urban socio-environmental nonconformities. In this way, in the planialtimetric survey, elements are sought that can integrate the management and use of the soil through the benefits that integrate the actions of the Amazon Network Program in assistance to land regularization. In this way, the objective is to insert GNSS RTK and Drone as elements of spatial analysis as integration tools, which drives to overcome urban, environmental and sociopolitical challenges. The methodology applied had a descriptive and exploratory character of Povoado Josias, municipality of Zé Doca, in the State

¹ Doutorando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO/UFPa) 2021, Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO/UFPa) 2020, Licenciado Pleno em Geografia pela Universidade da Amazônia (UNAMA/2017).

² Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará; Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará; Especialista em Engenharia de Segurança do trabalho pela Universidade Federal do Pará; Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal CREA/PA: 1513856901. Professor pesquisador do projeto Rede Amazônica da Universidade Federal do Pará. Professor da Faculdade Estácio Belém, Professor da Centro universitário da Amazônia, Professor da Escola Superior da Amazônia. Tem experiência nas áreas de: Topografia, Regularização Fundiária, Projeto de Sistema de Abastecimento de Água, Projeto de Esgotamento Sanitário, Meio Ambiente e Programas preventivistas de Segurança do trabalho.

of Maranhão, based on documentary, bibliographic and field reconnaissance, aerial survey and reambulation. The results were satisfactory for the feasibility of using the technological tools, as it is a methodology that optimizes the survey execution time, when compared to the conventional one, and reduces labor in the field execution and in the construction of the cartography of the existing installment. It is worth mentioning that the field methodology has become acceptable for the current pandemic moment, as it avoids and reduces contact with the community, being a way of guaranteeing the safety and health of those involved. In addition, the cartography will help in the management of access to the democratization of space and the quality of life in the city.

Keywords: Land Regularization; aerial survey; GNSS RTK; drone; reambulation.

1 - Introdução

A dispersão urbana das cidades no país evidencia que a produção do espaço está diretamente atrelada às ações do capital especulativo estabelecidas pelo processo de produção desigual, principalmente, pela valorização do solo urbano que desloca para áreas menos valorizadas e sem planejamento urbano os mais pobres (TRINDADE JR, 2016). Desta forma, passam a ocupar espaços marcados pela contradição entre centro e periferia “a produção espacial é expressão das contradições da sociedade que aparece na paisagem pela justaposição de riqueza e pobreza, beleza e fealdade” (CARLOS, 2015 p. 82).

Nesta perspectiva, a ocupação e uso do solo pode ocorrer por várias maneiras, com ou sem planejamento; sendo por exemplo, um planejamento bem delineado, o caso de algumas construções de casas, edifícios ou estradas; no entanto, existem outras ocupações que acontecem sem que haja planejamento prévio, que é o caso dos assentamentos irregulares, invasões de propriedades e loteamentos mal projetados (SANTOS, 2018).

Diante desse quadro espacial, percebe-se que o crescimento urbano acelerado não foi acompanhado na mesma proporção no espaço e no tempo pelo planejamento urbano que pudesse reduzir a utilização do espaço citadino de forma desigual e fragmentada: alguns habitam em áreas dotadas de registro cartorário, infraestrutura, saúde, educação, lazer; enquanto outros são excluídos de rotinas administrativas das cidades e desprovidos do direito de moradia, visto que ocuparam áreas irregulares, de risco e de preservação permanente. Ou seja, a irregularidade fundiária é uma das características presentes nas cidades brasileiras, proporcionando insegurança jurídica aos moradores.

No contexto da maioria das cidades brasileiras as ocupações são construídas em áreas invadidas, muitas delas ambientalmente frágeis ou de loteamentos ilegais. Nesse

contexto, promover a regularização fundiária urbana de interesse social, é uma alternativa viável para incluir os assentamentos urbanos irregulares no contexto legal municipal, possibilitando melhorar a infraestrutura através do planejamento do município na destinação de recursos; impedindo as desapropriações forçadas; e permitindo adquirir recursos financiáveis para melhorias habitacionais (MARICATO, 2013).

Desta forma, é muito difícil para os governos locais executarem de modo efetivo suas políticas de desenvolvimento urbano em áreas que enfrentam grandes fluxos migratórios, uma vez que, sem a propriedade do solo claramente definida, as prefeituras tornam-se incapazes de realizar investimentos em infraestrutura e equipamentos públicos, fazer cumprir a legislação urbanística e promover suas políticas habitacionais (CARDOSO, 2012).

Em vista disso, a Regularização Fundiária Urbana (Reurb), é definida na lei 13.465/2017 como um conjunto de procedimentos que abrange medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais destinadas à incorporação dos núcleos urbanos informais ao ordenamento territorial urbano e à titulação de seus ocupantes. Para isso, o primeiro passo para efetivação do processo de regularização fundiária consiste nas atividades de levantamento topográfico e, a partir do que trata o inciso I do caput do artigo 35 da Lei 13.465/2017 e do artigo 28 do Decreto 9.310/2018, no que se refere ao levantamento topográfico georreferenciado, fundamentais para descrever as características físicas e topográficas da área de estudo.

É a partir dele que será feito o detalhamento do assentamento, subsidiando os projetos de regularização urbana. Desse modo, a celeridade e precisão dos levantamentos planialtimétricos são imprescindíveis para o desempenho eficaz e eficiente das demais fases do processo regularização fundiária. Assim, as Aeronaves Remotamente Pilotadas (Remotely-Piloted Aircraft-RPA) são elementos importantes na atuação desses levantamentos para caracterizar qualitativa e quantitativamente de áreas irregulares, uma vez que, realizam aerolevantamento, tendo como uma das atividades a aerofotogrametria (CANAVARROS; MIRANDA, 2018).

Esse trabalho tem como objetivo analisar a aplicação das inovações tecnológicas no levantamento planialtimétrico, com a utilização do GNSS módulo RTK³ e a

³ O método de levantamento GNSS/RTK utiliza sistema geodésico de coordenadas para determinação de um ponto na superfície da Terra. Sendo que a sigla GNSS se refere ao sistema de cobertura de satélites utilizada pelo equipamento, sistema esse que utiliza vários outros sistemas, tais como, GPS, GLONASS

Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) comumente conhecidas como drones⁴, para fins de regularização fundiária, tomando como área de estudo a realização do mapeamento do assentamento Povoado Josias no município de Zé Doca, localizada no Estado do Maranhão. Nessa situação, esta primeira atividade será parte integrante do projeto piloto do Programa Rede Amazônia, o qual será replicado para os demais municípios com áreas repassadas pelo Programa Terra Legal e que foram selecionados pelo Programa.

Essas ações estão inseridas como iniciativas do Programa *Rede Amazônia: morar, conviver e preservar*, o qual por meio da Universidade Federal do Pará (UFPA) e Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) desenvolve ações de ensino, pesquisa e extensão voltadas à produção e difusão de saberes, capacitação e assistência técnica na temática regularização fundiária urbana e prevenção de conflitos de naturezas socioambiental, habitacional e sanitária em áreas urbanas na Amazônia Legal. Neste sentido, o Programa busca consolidar uma rede interfederativa entre universidades públicas e privadas para a criação dos GTE (grupos de trabalhos estaduais) com a perspectiva de mobilizar instituições parceiras e municípios.

Para tanto, a presente pesquisa está dividida em três tópicos principais, após essa introdução, a metodologia versa sobre os métodos utilizados na construção da pesquisa. Posterior a isso, os resultados e discussões abordam as fases necessárias para o levantamento planialtimétrico e posterior elaboração da planta cartográfica. E, por fim, e não menos importante, as considerações finais, revelam a importância da regularização fundiária para o ordenamento territorial.

2 – Metodologia e localização da área de estudo

A pesquisa baseou-se no estudo de caso como projeto piloto que se caracteriza por sustentar pesquisas mais profundas, com um ou poucos objetos, adquirindo conhecimento amplo e detalhado (GIL, 2008). Desta forma. Para se alcançar o objetivo

(Global Navigational Satellite System), GALILEO e BEIDOU, citados como os principais. Já a tecnologia RTK permite ao operador saber sua posição em tempo real com precisão centimétrica, e com pós-processamento e correções, essa precisão pode ser milimétrica (SOUZA *et al*). (Global Navigational Satellite System), GALILEO e BEIDOU, citados como os principais. Já a tecnologia RTK permite ao operador saber sua posição em tempo real com precisão centimétrica, e com pós-processamento e correções, essa precisão pode ser milimétrica (SOUZA *et al*).

⁴ O termo “Drone” é usado popularmente para descrever qualquer aeronave e outros tipos de veículos com alto grau de automatismo. Em acordo RBAC-E nº 94 de 2017, campo definições, a ANAC estabelece que aeromodelos são as aeronaves não tripuladas remotamente pilotadas usadas para recreação e lazer e as aeronaves remotamente pilotadas (Remotely-Piloted Aircraft – RPA) significa a aeronave não tripulada pilotada a partir de uma estação de pilotagem remota com finalidade diversa de recreação. Para o DECEA, RPA refere-se à subcategoria de aeronaves não tripuladas, pilotada a partir de uma estação de pilotagem remota e utilizada para qualquer outro fim que não seja o recreativo e que seja capaz de interagir com o Controle de Tráfego Aéreo e outras aeronaves em tempo real.

pretendido neste estudo, foram adotados alguns contornos metodológicos que serão expostos nesse tópico.

A metodologia aplicada teve caráter descritivo e exploratório do Povoado Josias, município de Zé Doca, no Estado do Maranhão, a partir de levantamento documental, bibliográfico, mobilização social e reconhecimento de campo, aerolevantamento e a reambulação.

Dessa forma, o Programa realizou o seminário municipal com a participação dos secretários municipais e representantes de setores da prefeitura da cidade: Chefe de Gabinete, Secretário de Meio Ambiente, Secretário de Obras, Secretaria de Habitação, além de representantes da Sociedade Civil, neste caso, a Associação de Moradores de Josias. Este evento se mostrou de suma importância na viabilidade das ações que seriam desenvolvidas na área de estudo.

Após a realização dos esclarecimentos e objetivos do Programa durante o seminário municipal, foi realizada visita a prefeitura de Zé Doca, nos setores de tributos e infraestrutura, no intuito de obter informações relacionadas ao ordenamento territorial da área de estudo. Posteriormente, foi feita busca cartorária no tabelionato de registro de imóveis do município, para verificação da situação documental do assentamento de Josias e, em seguida, realizou-se o reconhecimento de campo, com o intuito de verificar as características do relevo e os possíveis locais para instalação dos pontos de controle, que servirão para retificar e melhorar a precisão do aerolevantamento.

Após as etapas de diagnóstico da área no que se refere à dominialidade, foram realizados os procedimentos legais referentes à homologação do drone, licença do uso do espaço aéreo e licença de pilotagem dos pilotos. Após isso, executou-se o plano de voo para uma área maior que a poligonal das glebas, o que possibilitaria a análise das condições ambientais, urbanísticas e sanitárias para além das poligonais.

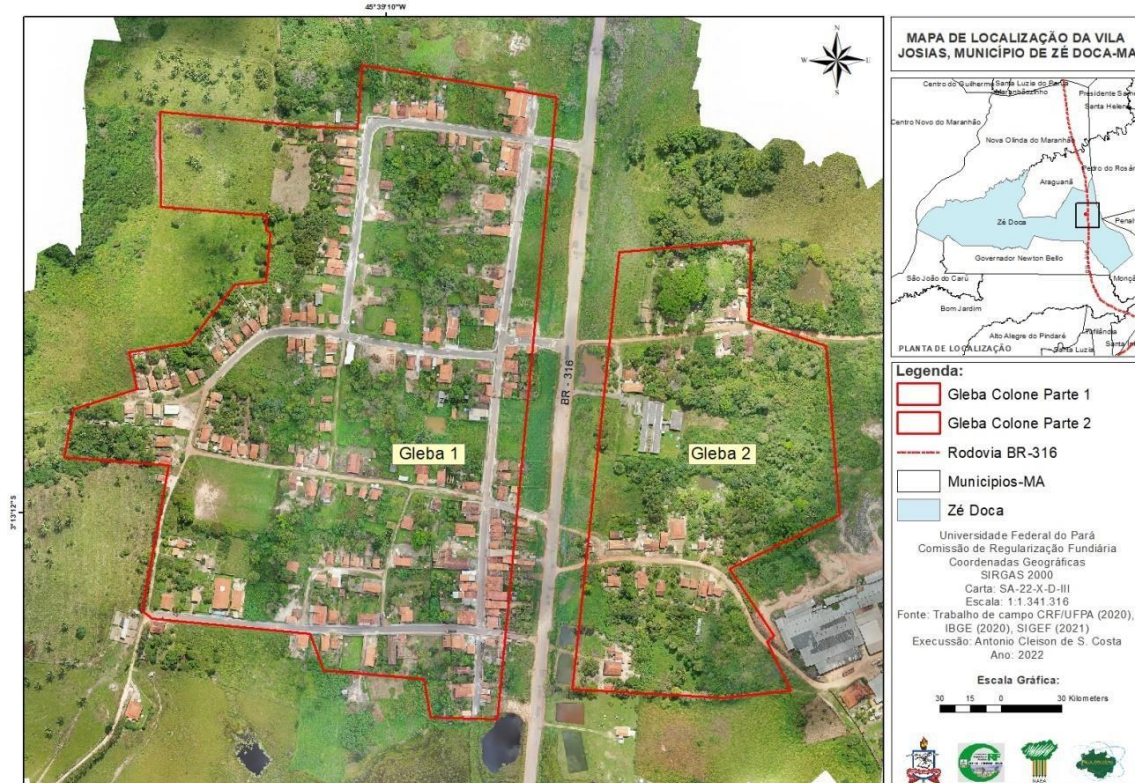
Assim como, foram iniciadas as ações de mobilização social fundamentais para a construção da metodologia a ser desenvolvida. Pois tanto o aerolevantamento como a reambulação são fases que necessitam ser intermediadas pelos agentes mobilizados.

Neste sentido, o Programa Rede Amazônia define como prerrogativa para realizar o levantamento planialtimétrico em áreas de sede de municípios repassadas pelo Terra Legal que tenham as parcelas (gleba) disponíveis no Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) em formato *shapefile* ou *kml* (Keyhole Markup Language). Outra questão é ter até 1.000 (mil) lotes por área, nesse caso, foi realizado o levantamento em duas parcelas: Povoado Josias – Parte 1 com 19,85ha e 240 lotes e Povoado Josias – Parte 2

com 112 lotes e 8,54ha ambas caracterizadas como gleba Colene pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), onde prevalece às habitações de baixa renda.

Essas informações que são de cunho geral serão utilizadas para efetivar a regularização fundiária de interesse social junto ao *Programa Rede Amazônia: morar, conviver e preservar* em parceria entre a Universidade Federal do Pará (UFPA) e o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR).

Figura 1: Mapa de localização da Vila Josias, Zé Doca, Maranhão, Brasil



Fonte: CRF (2020), SIGEF (2021), IBGE (2020)
Execução: A. C. S. COSTA (2022)

O Povoado Josias pode ser acessada pela Rodovia Br-316 sentido inicial do estado do Pará ao Maranhão, está a cerca de 6 km da Sede do Município de Zé doca/MA, o povoado está as margens da referida Rodovia.

Dessa maneira, esse processo de aerofotogrametria possibilitou a construção da nuvem de pontos densificada e da geração de superfícies que permitiu a produção dos Modelos de Elevação, Modelo digital de terreno, da classificação da imagem para obtenção das curvas de nível e do ortofotomosaico que permitiu a sua vetorização e o posterior desenvolvimento do projeto urbanístico e ambiental.

3. Resultados e discursões

3.1. Fases da elaboração da planta topográfica

Neste momento será feita a argumentação sobre as fases que foram realizadas e que de alguma maneira precisam ser revistos e/ou redirecionados na proposta apresentada e por isso é fundamental que este trabalho ofereça as informações e os instrumentos que subsidiem trabalhos futuros na temática da regularização fundiária e assim possa ser realizado um debate pautado na coerência e na consistência da pesquisa.

Para tanto, devem ser descritas as contribuições e limitações, enfatizando aportes da prefeitura municipal e da comunidade na construção do trabalho final. Deve indicar o que de fato foi realizado na construção do projeto piloto, e o que foi relevante como subsídio para o estudo realizado.

Não devem ser simplesmente apresentadas as fases, mas efetivamente produzida reflexão acerca dos conteúdos, metodologias, abordagens que contribuíram para o percurso na elaboração da planta topográfica e em especial para ajustes em outras áreas a serem estudadas.

3. 2 Mobilização social aplicada à regularização fundiária

Diante deste cenário pandêmico, é fundamental mencionar que as atividades de mobilização social foram efetivadas de forma restritiva e alternadas. Os procedimentos metodológicos aplicados pelo Programa Rede Amazônia orientam a aplicação da mobilização social como as primeiras ações a serem efetivadas em campo e que antecedem o levantamento planialtimétrico.

Nesta perspectiva de avanços na implementação da regularização fundiária urbana, o primeiro passo para o início do levantamento planialtimétrico consistiu em ações de esclarecimentos a cerca do trabalho a ser desenvolvido em campo.

Houve a necessidade de implementação de mecanismos que mobilizassem/informassem o maior número de pessoas possíveis na área de atuação. Sendo assim, os mecanismos de mobilização social foram utilizados com o objetivo de atingir um contingente representativo do Povoado Josias, município de Zé Doca/MA. Como o uso de carros som, mídias sociais, representantes da equipe municipal de trabalho da prefeitura de Zé Doca/MA, colagem de panfletos nas áreas e locais de maior visitação (escolas, prefeitura, postos de saúde, etc...) e as redes sociais como o uso principalmente do *Whatsapp*. Essas ações iniciais foram fundamentais na mobilização

da comunidade no sentido de levar ao conhecimento da comunidade as ações que seriam desenvolvidas pela equipe técnica do Programa.

Esse rol de ações auxiliaram na potencialização do conhecimento prévio acerca da realidade dos agentes locais, seus conflitos e dinâmicas existentes no contexto municipal. A partir da implementação do planejamento adequado de mobilização, a metodologia se mostrou satisfatório e adequada à realidade local, as reuniões contaram com a presença de lideranças representativa do povoado, associações de entidades de classe e parte da comunidade.

Por conseguinte, as reuniões com os representantes locais foram realizadas a noite, o que nos propiciou ter maior número de pessoas presentes. Essas ações adotadas visaram à plena participação social nos debates, audiências públicas, seminários municipais, reuniões comunitárias, oficinas de capacitação, entre outros.

3.3 Legislação para o uso de drones/ARP's

A primeira etapa para a realização do levantamento planialtimétrico é a regularização da aeronave e do profissional que irá pilotar. O que pede conhecimento prévio de como funcionam os órgãos governamentais e as normas referentes à utilização dos drones. No Brasil a utilização de drones é controlada por quatro órgãos principais: a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e o Ministério da Defesa (MD).

A ANATEL é responsável pela homologação da aeronave e do controle remoto, por meio dessa agência o profissional deve obter um certificado de homologação. Após a obtenção deste certificado é necessário cadastrar o equipamento na ANAC.

O cadastro da aeronave no sistema da ANAC pode ser realizado pelo site da agência, no Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISANT), como descrito pela ANAC (2020) esse cadastro é obrigatório para aeronaves não tripuladas de uso recreativo nomeadas de aeromodelos, ou não recreativo que são nomeadas de RPA (Aeronaves Remotamente Pilotadas). Posteriormente a realização do cadastro a ANAC fornece ao profissional uma certidão com as características da RPA, essa certidão deve ser sempre mantida junto com a aeronave em todas as utilizações. Essa certidão é exigida na próxima etapa, que é a solicitação de utilização do espaço aéreo no DECEA.

O DECEA é o órgão responsável pela liberação da utilização do espaço aéreo no local do levantamento. Por meio do cadastro no *site* do DECEA na área da Solicitação

de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARPAS) é obtida a liberação da utilização da aeronave no dia e local do levantamento. O DECEA (2020) determina que seja realizado o cadastro do piloto, ou da empresa que utilizará a aeronave junto ao certificado de cadastro no SISANT. Após o cadastro ser confirmado e liberado pelo DECEA o profissional pode solicitar a utilização do espaço aéreo para a realização do levantamento, o DECEA (2021) informa que o certificado de liberação que deve ser apresentado durante o levantamento, leva de 45 minutos a 18 dias para ser fornecido, dessa forma deve ser solicitado considerando esse período.

É necessário ter acima de 18 anos e declarar ter conhecimento das normas de segurança para efetuar os cadastros nos sites da ANATEL, ANAC e DECEA. Dessa forma, as aeronaves não devem ter peso de decolagem superiores a 25kg. Como exemplo a norma que determina que a aeronave não deve ultrapassar durante o voo a linha de visada visual (*BVOLS - Beyond Visual ineOf-Sight*) ou a 400 pés (120 metros) do solo. A norma determina que em áreas povoadas é proibido realizar voos com menos de 30 metros de pessoas não anuentes, ou seja, pessoas que não emitiram permissão para a serem relacionadas no levantamento.

3.4 Plano de voo

Após a regulamentação da aeronave, do piloto e a liberação da utilização do espaço aéreo, a próxima etapa é a realização do plano de voo. Para a realização dessa etapa utilizou-se o *Mission Planner* que é um *software open-source* (código aberto).

Analisando a interface do *software Mission Planner* é possível entender os elementos considerados para a realização do plano de voo de um levantamento com *RPAS* e o recobrimento da área de interesse (ver fig. 2). Deve ser considerado o local do levantamento e a área a ser levantada, a partir disso deve ser considerada a altura do voo que irá influenciar na quantidade de fotos capturadas pelo drone, que por sua vez influência no percurso realizado durante o voo, na duração do voo e quantas baterias o drone utilizará no levantamento.

Figura 2: Interface do software *Mission Planner*



Fonte: Autor (2021)

Além disso, a resolução da imagem com pixel materializado no solo de 7,5 centímetros possibilita a prospecção de detalhes para a tomada de decisão na elaboração da vetorização da planta topográfica, com abrangência completa em relação às construções, ao cercamento, confrotantes e à vegetação existente.

No estudo de caso, utilizou-se o drone *Mavic 2 Pro* da empresa *DJI* com câmera digital objetiva de ângulo vertical de 90°, articulada com um gimbal para neutralização das inclinações dos pixels. Ficam embarcados no drone uma unidade de medida inercial com giroscópio e acelerômetro e sistema de localização integrado com as constelações *GPS* e *GLONASS*. O levantamento aerofotogramétrico foi realizado de forma automatizada controlada por aplicativo de controle de voo para mapeamento a 120 (400 pes) metros de altura e sobreposições vertical e lateral de imagens de 80%.

Com isso, o imageamento da área foi feito através de 2 voos em direção paralelas com área de total de cobertura de 16 ha e o tempo de cada voo de 20:00 minutos produzindo cerca 400 imagens em cada voo. De modo a promover a acurácia prevista, foram dispostos 16 pontos de apoio no terreno sendo 12 pontos de controle e 4 para checagem da margem de erros obtidos. Além deles foram dispostos também, pontos de referência para garantir maior acurácia na determinação de vértices de muros existentes. Esses pontos de apoio foram demarcados utilizando-se pares receptores *GNSS* de dupla frequência configurados de forma a garantir uma acurácia milimétrica dos pontos referenciados.

3.5 Marcação de pontos de controle e levantamento GNSS

Para o levantamento topográfico com o uso de drone é necessário à coleta de pontos de apoio, sendo eles os pontos de controle e de verificação. Esses pontos de apoio são utilizados como referência em solo para o processamento das imagens aéreas.

Dessa forma, para implantação da estação base (Fig. 3) no sistema de referência SIRGAS2000, foi realizado o levantamento GNSS empregando os parâmetros de rastreamento: método de levantamento estático; tempo de rastreamento de 2h30min; máscara de elevação: 10°; Taxa de gravação 20 segundos; altura da antena: 1,62 m (inclinada). O planejamento do tempo de rastreamento da estação base foi definido através das recomendações mínimas de estimativa da precisão para Posicionamento por Ponto Preciso – PPP elaborada pelo IBGE, em função do tempo de observação e tipos de observáveis GNSS.

Figura 3: Instalação da base, GNSS módulo RTK



Fonte: o autor (2021)

Os pontos de controle foram coletados por meio de levantamento estático com o GNSS, nesse tipo de levantamento são utilizados dois receptores um é nomeado Base. A base foi processada em PPP, no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) depois de dois dias com erro médio de 0,002m, localizado em um ponto previamente estudado, e o outro é chamado de Rover que é posicionado nos pontos a serem levantados, o levantamento é realizado pela comunicação entre os dois receptores, e deles com os satélites, determinante para a precisão da localização dos pontos levantados.

O levantamento com uso de *GNSS RTK* requer a implantação de pontos de controle na área de rastreamento das constelações *GPS* e *GLONASS*, com medição empregando o centro de fase da antena, com altura da antena de 1,82 m, utilizando tempos de rastreamento 20 segundos, com o objetivo de avaliar a qualidade posicional na obtenção de coordenadas corrigidas em tempo real nos limites territoriais previamente identificados no plano de voo.

Os pontos de apoio são caracterizados como alvos ou marcos no terreno que irão aparecer nas imagens aéreas, cujo objetivo é auxiliar na relação entre o sistema de coordenadas da imagem com o sistema de coordenadas do terreno. São pontos de referência identificáveis no solo como faixas de pedestres (ver fig. 2) e cruzeiros artificiais, esses foram confeccionados para as áreas onde predominavam terrenos de terra batida (ver fig. 3) material em *EVA* e tinta a base d'água (ver figura 3) que são utilizados no processamento das imagens aumentando assim a qualidade dos produtos gerados.

Figura 4: Levantamento dos pontos de controle



Fonte: o autor (2021)

Os pontos a serem materializados se assemelham bastante, o que irá diferenciá-los são as coletas de pontos de controle e verificação, o que pode mudar de acordo com a acurácia. A sua função é garantir qualidade posicional dos produtos cartográficos gerados. Para atestar a qualidade dos produtos gerados através do mapeamento aéreo é preciso utilizar os pontos de verificação em solo.

A verificação é feita por meio da coleta de um ponto no terreno utilizando *GNSS RTK*. Após a coleta, no processamento, é fundamental capturar imagens em campo, isso irá evitar erros na identificação dos pontos referente as imagens do drone, assim os pontos de verificação ajudam a calcular a discrepância entre estes dois pontos (terreno e imagem). Essa discrepância é conhecida como Erro Médio Quadrático (RMS) previsto no decreto 9310, responsável pela qualidade posicional dos seus produtos (NETO *et al* 2018).

3.6 Voos

Após conclusão das marcações dos pontos de controle e levantamento das coordenadas de cada um desses pontos com o rover *GNSS*, inicia-se a etapa de realização do voo. A duração do voo como visto anteriormente já pode ser determinada no plano de voo com a utilização do *software Mission planner*.

Desta forma, o tempo de cada voo deve conter o intervalo de tempo, decolagem e pouso da aeronave, uma vez que, é importante realizar os voos de locais abertas e se possível buscar o centro dos planos de voo, isto irá ajudar a economizar tempo de bateria. Outro elemento importante é verificar a capacidade de armazenamento da aeronave, pois pode haver a necessidade descarregar as imagens do drone, afim de evitar o alerta de memória cheia e ter que interromper o voo.

Recomenda-se trabalhar com uma ampla margem de segurança para o tempo de voo, de modo a permitir que o piloto enfrente possíveis intempéries do clima sem colocar em risco a aeronave e o patrimônio de terceiros presentes na localidade mapeada.

3.7 Processamento das imagens

Com o final dos voos tem-se os arquivos de imagens, com a quantidade também predeterminada com os intervalos de captura no plano de voo. Em seguida, as imagens são processadas e transformadas em produtos referentes área de estudo, para isso, foi utilizado o *software DroneDeploy*. Para a utilização desse *software* é importante que o usuário tenha um domínio mínimo da língua inglesa, uma vez que, a interface está nesse idioma. Outro elemento imprescindível são as especialidades do computador onde o *software* é instalado, é necessário um bom processador, espaço de armazenamento disponível tanto para o *software* e de todas as etapas do processamento, e memória *RAM*, necessária para que o *software* tenha um bom desempenho.

Ao utilizar *software* é importante ter o domínio mínimo das fases de processamento, isso irá garantir a geração dos produtos: o modelo 3D, o Modelo Digital de Superfície (MDS), o Modelo Digital do Terreno (MDT), Curvas de níveis e o Mosaico de Ortofotos.

O resultado do processamento das imagens capturadas pelo voo irá gerar o modelo 3D, representando a área selecionada previamente. O MDS é uma representação em 2D da altura por meio de cores de todos os elementos da área, desde o próprio relevo até a altura da vegetação e dos edifícios presentes na região. Na operação de filtragem do MDS é possível obter o MDT que é uma representação 2D do relevo da área. Desta forma, para sua geração é realizada uma filtragem no MDS onde são retirados todos os elementos que não são o terreno do local levantado, logo o resultado é o mapa do relevo da área. Obtido o MDT pode-se obter as curvas de nível, que são determinação do desenho do relevo com as suas cotas de acordo com as alturas demonstradas por cores no MDT.

Dessa forma, finalizado o processamento das imagens no modelo 3D, o ortomosaico pode ser finalizado. O ortomosaico é uma foto desenvolvida e gerada pelo *software* ao georreferenciar todas as imagens, ou seja, é uma foto formada pela junção de todas as fotos georreferenciadas individualmente no próprio *software*.

3.8. Processo de reambulação

Percebe-se que existem diversos métodos de avaliação da acurácia posicional que utilizam feições pontuais, sendo que todos eles são similares no fato de realizar a comparação entre a amostra de pontos de checagem obtida em campo ou em algum dado espacial mais acurado, com a amostra de pontos homólogos no dado espacial em avaliação (SANTOS *et al*, 2015). A partir desta comparação e construção do ortomosaico a planta referente ao Povoado de Josias passou pelo processo de vetorização.

Após essa etapa de construção de planta topográfica foi realizada a avaliação a partir reambulação, que para Santos (2008, p. 78), Re-ambular ou seja, ambular (andar à volta) uma vez mais, em outras palavras:

“(...) é o ato de percorrer determinada porção territorial com o objetivo de coletar, confirmar ou descartar, a partir de entrevistas com a população que lá habita, o nome das feições cartográficas mais destacadas no local, as quais

posteriormente constarão, ou serão descartadas, das cartas e mapas, como nomes geográficos que as identifiquem de forma singular”.

Ainda para Santos (2008) reambulação é processo de confirmar ou refutar, no campo, as interpretações das imagens dada pelo operador ou classificadas pelos técnicos do processamento digital procurando fechar as lacunas existentes nas imagens em decorrência de ausência visual fotográfica de informações precisas que influenciarão positivamente ou negativamente na produção da planta topográfica.

Para isso, foram impressas todas as quadras do Povoado e levadas a campo no primeiro momento pelos técnicos do Programa Rede Amazônia acompanhados pelos representantes da Prefeitura de Zé Doca, as imagens a seguir mostram o panorama entre as quadras vetorizadas a partir do ortomosaico e as correções realizadas com a reambulação.

Figura 5: Reambulação



Fonte: Autores.

As imagens mostram que somente a vetorização do ortomosaico não é suficiente para a construção da planta topográfica, neste exemplo da quadra 60 mostra bem que em alguns lotes não existiam delimitações, o que os caracterizava como lotes únicos. Essas informações foram corrigidas em campo e editadas (vetorizadas) novamente. Daí a importância da reambulação na elaboração de fechamento da planta topográfica.

O processo de reambulação desenvolvido na área piloto contou com participação ativa do grupo de Trabalho Municipal esclarecendo-os sobre o processo de trabalho, sua natureza e importância, os *softwares* e aplicativos a serem utilizadas no processamento posterior, as plantas de parcelamento indicando as áreas que necessitariam ser visitadas por carecerem de confirmação das imagens ou fechamento dos limites.

A comunidade beneficiária esteve envolvida nas ações do programa tendo em vista a importância da participação das mesmas, pois “esse processo está intimamente ligado à história do lugar, desde as suas primeiras ocupações até as sociedades” (SANTOS, 2008 p. 78). A participação dos técnicos da prefeitura é fundamental, no entanto, a comunidade detém o maior conhecimento da área e suas considerações sobre os limites de seus lotes e confinantes é imprescindível.

Desta forma, no seminário municipal com a prefeitura de Zé Doca/MA foi pactuado que área de estudo que seria implantado o projeto piloto, caracterizada com predominância de áreas de interesse social foi escolhida a Vila Josias, em que o município disponibilizou gratuitamente a área para os moradores. Mediante o exposto, verifica-se que o assentamento Povoado Josias é irregular, uma vez que não está devidamente desmembrado e registrado em nome dos seus moradores, fazendo-se necessária a execução dos procedimentos de regularização fundiária de interesse social.

Com a aplicação da metodologia descrita foi possível gerar um ortomosaico com as imagens coletadas no trabalho de campo, obteve-se assim uma boa resolução que visualmente possibilita o reconhecimento de feições urbanas importantes, e que consequentemente proporciona seu uso como uma ferramenta capaz de oferecer uma boa base cartográfica para o cadastro urbano.

Desta forma, o aerolevantamento serviu de suporte para a realização do levantamento planialtimétrico, fundamental para a efetivação da regularização fundiária de interesse social, detalhando a área, o que permitiu verificar as melhores possibilidades de disposição de equipamentos.

Neste sentido, a vetorização dos limites do loteamento, quadras, lotes e área construída foi feita utilizando os *softwares QGis, ArcGis e AutoCad*. Foram criados

Desta forma, para a regularização fundiária tem crescido a atividades direcionadas aos levantamentos planialtimétrico, por facilitar o levantamento e visualização de acidentes geográficos e de outras características do relevo, evidenciando superfícies íngremes e planas. Ao decorrer deste trabalho, é realizado um breve guia de apoio ao processo de regularização fundiária urbana com base no estudo de caso do Povoado de Josias.

Devido à evolução das tecnologias, as ferramentas que trabalham com o objetivo de fazer levantamentos topográficos têm sido aperfeiçoadas ou sendo substituído. A necessidade de atender um mercado diversificado tem forçado a evolução imediata das ferramentas tecnológicas, revelando então que o ser humano precisa constantemente se modernizar. Uma das muitas áreas que a regularização fundiária engloba é a topografia, que apresenta a necessidade constante de investimentos em novas tecnologias que estão sendo desenvolvidas constantemente.

Neste sentido, a aplicação das Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP's) tem sido amplamente utilizada na aerofotogrametria, o que é comprovado na facilidade para o recobrimento e imageamento de grandes áreas e o processamento rápido dos dados, oferecendo agilidade na captura de imagens. É fato que se deve ponderar sobre as limitações desse tipo de levantamento, haja vista, que dependendo do tamanho da área a ser levantada o tempo de autonomia das baterias do drone precisam ser levados em consideração, outro elemento importante é que pode interferir nos voos é o clima, visto que há a necessidade de boa iluminação para obtenção de imagens de boa qualidade.

Dessa maneira, o aerolevantamento serviu de suporte para a realização do levantamento planialtimétrico, fundamental para a efetivação da regularização fundiária de interesse social, o que tem possibilitado maior detalhamento da área trabalhada. Esse processo reduziu o tamanho das equipes e equipamentos levados a campo, assim como, a facilidade na operação dos equipamentos e maior velocidade no levantamento de informações na área, reduzindo em dias o trabalho de campo para o levantamento do assentamento em questão há um dia, proporcionando uma produtividade significativa.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana [...] e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 132, p. 1, 12 jul. 2017. MPV 759/2016.

BRASIL. Lei nº. 9.310, de 15 de Março de 2018. Dispõe sobre as normas gerais e os procedimentos aplicáveis à Regularização Fundiária Urbana e estabelece os procedimentos para a avaliação e a alienação dos imóveis da União. **Diário Oficial da União**, Brasília. Acesso em: 01 nov. 2022.

BRASIL. ANAC. (org.). SISANT. 2019. Disponível em: <https://sistemas.anac.gov.br/SISANT/Operador/Cadastrar>. Acesso em: 12 jul. 2021. BRASIL.

BRAZ, Adalto Moreira *et al.* **Análise da aplicação de VANT na atualização de cadastro florestal com uso de pontos de controle**. João Pessoa-PB, 2015.

CANAVARROS, Andrea Figueiredo Arruda. MIRANDA, Cláudio. **REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA NA PRÁTICA: POSSIBILIDADES DA LEI Nº 13.465/2017 NOS ASSENTAMENTOS GETÚLIO VARGAS E SALIM FELÍCIO**. III SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE URBANIZAÇÃO DE FAVELAS – URBFAVELAS. Salvador - BA – Brasil, 2018.

DECEA. (org.). SARPAS. Disponível em: <https://servicos.decea.gov.br/sarpas/?i=cadastro>. Acesso em: 12 jul. 2021.

DECEA-DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. Portaria DECEA Nº 282/DGCEA, de 22 de dezembro de 2016. Aprova a reedição da ICA100-40, que trata dos “Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro”. Publicado no BCA, Brasília, DF, 02 fev. 2017.

DRONEDEPLOY. DroneDeploy. Disponível em: <https://www.dronedeploy.com/app2>. Acesso em: 20 jul. 2021.

DJI. DJI GO. https://www.dji.com/br/goapp?site=brandsite&from=insite_search. Acesso em: 25 jul. 2021.

NETO, Francisco de Deus Fonseca *et al.* AVALIAÇÃO DA QUALIDADE POSICIONAL DE DADOS ESPACIAIS GERADOS POR VANT UTILIZANDO FEIÇÕES PONTUAIS E LINEARES PARA APLICAÇÕES CADASTRAL. BCG - Boletim de Ciências Geodésicas - On-Line version, ISSN 1982-2170 <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-21702017000100009>, 2017.

Maricato, E. *et al.* **Cidades Rebeldes**: Passe livre e as manifestações que tomaram conta do Brasil. São Paulo: Boitempo Editorial, 2013.

ZANETTI, Juliette. **Influência do número e distribuição de pontos de controle em ortofotos geradas a partir de um levantamento por VANT**. Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2017.

DECEA-DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. Portaria DECEA N° 282/DGCEA, de 22 de dezembro de 2016. Aprova a reedição da ICA100-40, que trata dos “Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro”. Publicado no BCA, Brasília, DF, 02 fev. 2017.

SANTOS, Cláudio João Barreto dos. Geonímia do Brasil: A padronização dos nomes geográficos num estudo de caso dos municípios fluminenses. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências –Programa de Pós-Graduação em Geografia. 2008.

SANTOS, Afonso de Paula dos. *et al.* **CONTROLE DE QUALIDADE POSICIONAL EM DADOS ESPACIAIS UTILIZANDO FEIÇÕES LINEARES.** Boletim de Ciências Geodésicas - On-Line version, ISSN 1982-2170 <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-21702015000200013>, 2008.

SANTOS, Myrian Silvana da Silva Sardoso Ataíde dos. **REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA E O DIREITO À CIDADE SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA: avaliação e mensuração de seus efeitos.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Belém, 2018.

SOUZA, Diogo José da Silva *et al.* **LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS UTILIZANDO DRONES E GNSS.** [SOUZA et al LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS UTILIZANDO DRONES E GNSS.pdf](#). acessado: 17/02/2022.