*Artigo Compacto*

# Utilização de aeronaves remotamente pilotadas no processo de mapeamento e de regularização fundiária no interior de São Paulo, loteamento Vila Nova Trieste

## Use of remotely piloted aircraft in the mapping and land regulation process in the interior of São Paulo, loteamento Vila Nova Trieste

**Marcos Kolland Junior,** Universidade Federal de São Carlos (PPGEU), m_kolland@hotmail.com
**Erik Lima Moscardini,** Universidade Federal do Pampa, erikmoscardini@gmail.com
**Fábio Noel Stanganini,** Universidade Federal de São Carlos (PPGEU), fstanganini@ufscar.br

Como citar:

KOLLAND JUNIOR, Marcos; MOSCARDINI, Erik Lima; STANGANINI, Fábio Noel. Utilização de aeronaves remotamente pilotadas no processo de mapeamento e de regularização fundiária no interior de São Paulo, loteamento Vila Nova Trieste. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEURB, 2021, Maceió. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 547-557 Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb/issue/view/14

**RESUMO**

Este trabalho faz parte de uma série de estudos desenvolvidos no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU), o objeto de estudo é a prática e desenvolvimento da regularização fundiária urbana no âmbito brasileiro. De acordo com diversos relatos e evidências, nas antigas civilizações já era presente o uso da Cartografia como forma de representar e organizar a superfície física da terra, bem como os objetos e fenômenos importantes nela contidos. Atualmente, com o estado atual da tecnologia e a popularização dos RPAS, a mesma vem sendo empregada de forma muito presente na organização do uso e ocupação do solo pelas diferentes esferas do poder público e privado. A regularização fundiária é o conjunto de medidas jurídicas, técnicas, urbanísticas, ambientais e sociais que visam à regularização de imóveis, loteamentos, assentamentos e à titulação de seus ocupantes. Este artigo científico estuda o uso de levantamentos fotogramétricos e geodésicos gerados por RPAS no processo de regularização fundiária no interior do estado de São Paulo, no município de Jarinu. O objetivo principal foi a aplicação da regularização fundiária, onde se obteve diversos resultados no processo como um todo, além de sugerir uma metodologia didática para o entendimento e popularização do tema.

**Palavras-chave:** RPAS, Regularização Fundiária, GNSS, Fotogrametria.

**ABSTRACT**

*This work is an integral part of a Master´s thesis and is part of a series of studies developed at the Graduate Program in Urban Engineering (PPGEU). The object of this study is the practice and development of urban land tenure regularization in the Brazilian context. According to various reports and evidence, in ancient civilizations the use of Cartography was already present as a means to represent and organize the physical surface of the Earth.*

*Currently, with the current state of technology and the popularization of RPAS, it has been used very presently in the organization of land use. Land tenure regularization is the set of legal, technical, urban, environmental and social measures aimed at regularizing properties, plots, settlements and the title of their occupants. This scientific article studies the use of land survey generated by RPAS in the land regularization process in the interior of the state of São Paulo, in the municipality of Jarinu. The main objective was the application of land title regularization, which obtains several results in the process as a whole, in addition to suggesting a didactic methodology for understanding and popularizing the theme.*

**Keywords:** RPAs, Land Regularization, GNSS, Fotogrametry.

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da Cartografia e das técnicas de mapeamento da superfície física do planeta Terra, desde épocas remotas até o estado atual em que vivemos, tem acompanhado o próprio progresso da civilização. Esta ciência surgiu no seu estado mais elementar sob a forma de mapas e itinerários rupestres, partindo dos princípios e da observação da necessidade de localização dos domínios, fenômenos geográficos e naturais, locais de caça, localização de aldeias, rotas de viagem, recursos naturais, estratégias de guerra, entre outras demandas. No decorrer do tempo, as técnicas de mapeamento foram reciprocamente evoluindo, bem como as demandas e complexidade das aplicações. De acordo com a Associação Cartográfica Internacional (ICA), a Cartografia é o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas, que tem por base o resultado de observações diretas ou da análise de documentação, e se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão e representação de objetos, fenômenos, ambientes físicos, ambientes socioeconômicos, bem como a sua utilização (ICA, 2021).

Um ponto fundamental e marcante, não só para a cartografia, mas para toda a ciência em geral, foi o advento dos computadores ou o que chamamos de Era da Tecnologia e Informação. A Cartografia digital ou Cartografia Assistida por Computador deve ser vista não apenas como um processo de automação de métodos manuais, mas sim como um meio de buscar ou explorar novas maneiras de lidar com dados espaciais, (TAYLOR, 1991).

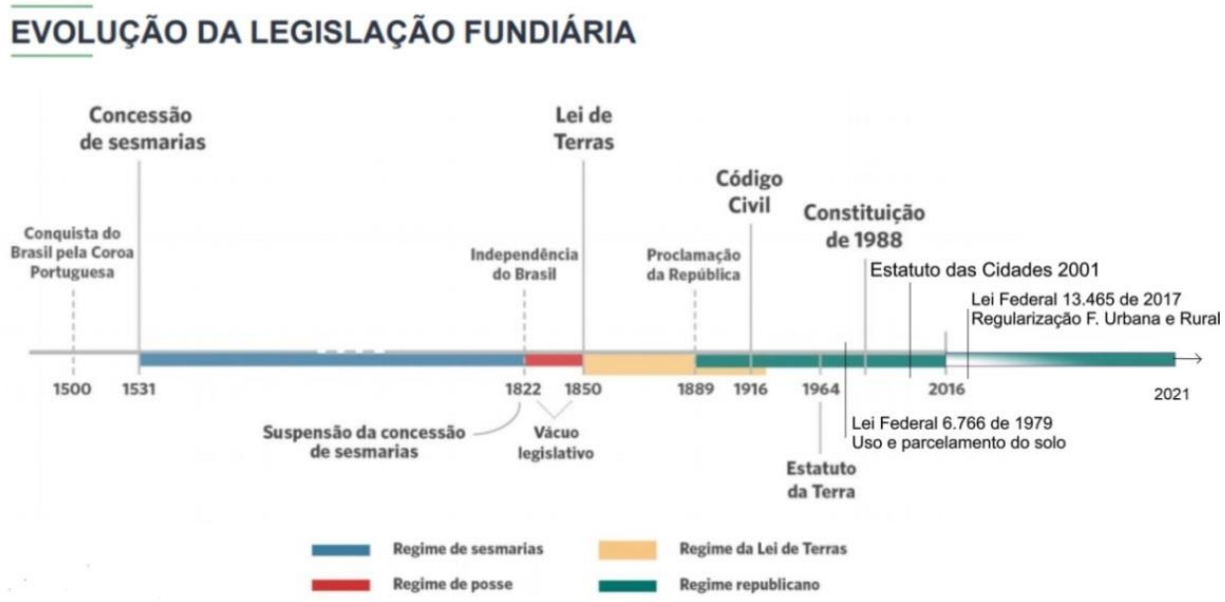
> Aeronaves Remotamente Pilotas (RPAS) ou Veículos aéreos não tripulados, ou ainda, DRONE, ROA, RPA, UAS, UAV, UVS, VARP e outras siglas, têm sido utilizadas como sinônimos de VANT – Veículo Aéreo Não Tripulado. A sigla RPAS, do inglês *Remotely Piloted Aircraft Systems*, atualmente tem sido a preferida pela comunidade. Sua existência está registrada na história da aviação desde a segunda década do século passado; entretanto, até então, os RPAS tiveram pouca utilização e em nichos muito específicos (AGUIAR, 2013).

Com a aprovação do Estatuto da Cidade, em 2001, inicia-se um processo de renovação no marco legal urbano, com o objetivo de enfrentar os efeitos da exclusão socioespacial (LEI Nº 10.257, 2001).

> Esta renovação atua basicamente em três campos: (1) a regularização fundiária – que assegura o direito à moradia dos habitantes de assentamentos consolidados – (2) a indução do desenvolvimento urbano includente – que visa combater a valorização imobiliária especulativa enfrentando uma das maiores deficiências da política urbana brasileira – (3) e a democratização da gestão territorial – que permite um controle social sobre as decisões de planejamento (FREITAS e PEQUENO, 2015).

A Figura 1 ilustra de forma simplificada a linha cronológica da evolução da legislação fundiária no âmbito brasileiro, do ano de 1500 até os dias atuais.

Figura 1 – Evolução da Legislação Fundiária.




Fonte: Autores (2021).

Atualmente, no Brasil, segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional, dos 60 milhões de domicílios urbanos no país, aproximadamente 30 milhões não possuem escritura ou registro em um cartório de registro de imóveis. A irregularidade destes imóveis vai desde as classes mais altas, como, por exemplo, as grandes propriedades ou de alto nível, até comunidades carentes comumente habitadas por pessoas de baixa renda e baixa escolaridade, as popularmente chamadas "favelas".

Uma das etapas fundamentais no processo da regularização fundiária é o mapeamento das áreas de interesse que são alvo de regularização. As técnicas clássicas de levantamento topográfico e aerofotogramétrico, além de serem morosas, implicam um grande gasto de recursos financeiros e humanos. Com o advento e a popularização dos RPAS e dos levantamentos geodésicos utilizando receptores GNSS *(Global Navigation Satellite System),* a aerofotogrametria com RPAS tornou-se uma grande possibilidade acessível em comparação à utilização dos levantamentos clássicos combinados.

O Loteamento denominado "Vila Trieste" ou "Vila Nova Triste" localizado no município de Jarinu – SP, porém, foi implantado anteriormente às leis de uso e parcelamento do solo. Diante da situação apresentada, o objetivo principal deste estudo foi analisar e apresentar a utilização dos produtos fotogramétricos gerados por RPAS aliados às técnicas de posicionamento geodésico, no processo de regularização fundiária no interior do estado de São Paulo, no município de Jarinu, no loteamento Vila Nova Trieste.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Equipamentos

GNSS ProMark 500: Foi utilizado um par de GNSS da fabricante Astech, modelo ProMark 500 com um rádio externo e antena aumentada. A Tabela 1 a seguir apresenta as características do aparelho em questão.

Tabela 1 – GNSS ProMark 500.

| |
|---|
| • 75 canais: |
| – GPS L1 C/A L1/L2 Código P, L1/L2 |
| – GLONASS L1 C/A L1/L2 Código P, L1/L2 |

Fonte: Autores (2021).

RPA Phantom 4: O DJI Phantom 4 (Tabela 2) é um drone avançado, capaz de resistir a ventos de até 10 m/s (36 km/h), além de ser capaz de atingir velocidades de até 72 km/h em boas condições, funcionando por até 30 min com uma única carga.

Tabela 2 – Phantom 4.

| |
|---|
| Câmera: 12 MP (1/2.3") |
| Lente: 20 mm com f/2 e campo de visada de 94° |
| Resolução de vídeo: 4K até 24 FPS - Full HD até 120 FPS |
| Formatos suportados: MP4/ MOV/ JPEG/ DNG (RAW) |

Fonte: Autores (2021).

### 2.2 Softwares

Métrica Topo: O Métrica TOPO é um sistema profissional, desenvolvido em âmbito nacional, possuindo alta performance para processamento de cálculos, desenhos e projetos de topografia; foi criado para facilitar e agilizar a elaboração dos mesmos por meio de um software com ambiente de trabalho fácil, interface amigável e intuitiva (MÉTRICA TOPO, 2021).

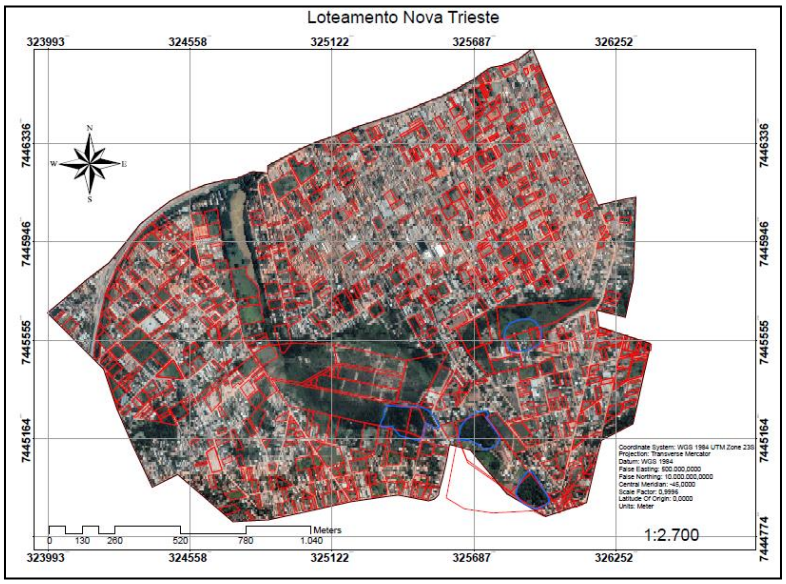
Agisoft Metashape: Agisoft Metashape é um software autônomo, que realiza processamento fotogramétrico de imagens digitais e gera dados espaciais 3D para serem usados em aplicativos GIS, documentação de patrimônio cultural e produção de efeitos visuais, bem como para medições indiretas de objetos de várias escalas (AGISOFT, 2021).

IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso): O IBGE-PPP é um serviço online gratuito para o pós-processamento de dados GNSS (Global Navigation Satellite System), que faz uso do programa CSRS-PPP (GPS Precise Point Positioning) desenvolvido pelo NRCan (Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada) (IBGE, 2021).

2.3 Metodologia

Como já mencionado nas seções anteriores, a área de trabalho foi o loteamento Vila Nova Trieste (Figura 2). Coordenadas UTM aproximadas do local, Latitude: 7445987.00 m S, Longitude: 325620.00 m E.

Figura 2 – Localização do Loteamento Nova Trieste.

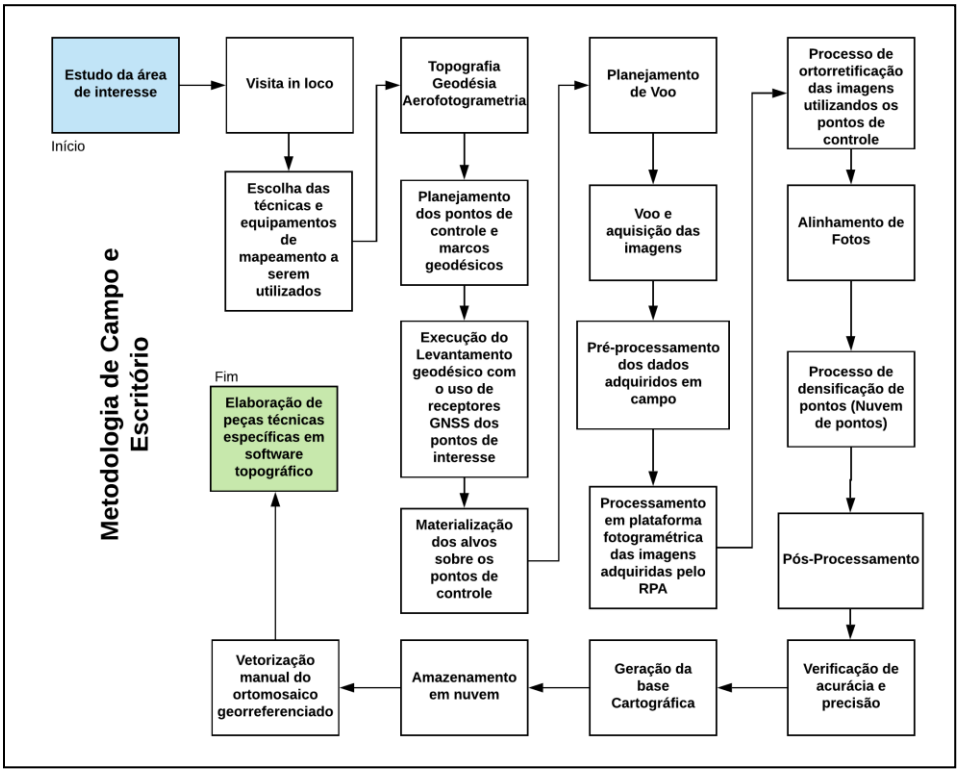



Fonte: Autores (2021).

O loteamento em questão foi projetado anteriormente ao ano de 1968, contendo mais de 4.000 lotes, de acordo com projeto inicial e histórico arquivados. Nesta época, era possível realizar a venda dos loteamentos por uso e disponibilidade de área, ou seja, de forma grosseira eram comercializados antes mesmo de haver uma infraestrutura urbana fundamental, destacados de áreas maiores registradas pelo antigo sistema de transcrições. As leis se modificaram, entretanto, os problemas causados pela fragilidade das leis específicas na data de implantação perduram até os dias atuais.

Como forma de solucionar a problemática existente no local, foi realizado um serviço de regularização fundiária, executado por uma empresa especializada em serviços topográficos, cartográficos e ambientais, a LITOGEO Engenharia e Projetos LTDA. Existem duas linhas fundamentais para solucionar este tipo de problemática urbana; a primeira é a tratativa das questões que envolvem o âmbito jurídico e cartorário, a segunda é a que trata dos aspectos técnicos e específicos das engenharias e urbanismo. Em função do formato compacto para os artigos, este trabalho trata apenas do processo de campo e escritório para mapeamento das áreas de interesse, iniciando com o estudo da área até a confecção das peças técnicas para registro dos imóveis individuais. As etapas são apresentadas de forma sequencial na Figura 3.

Figura 3 – Metodologia de Campo e Escritório.

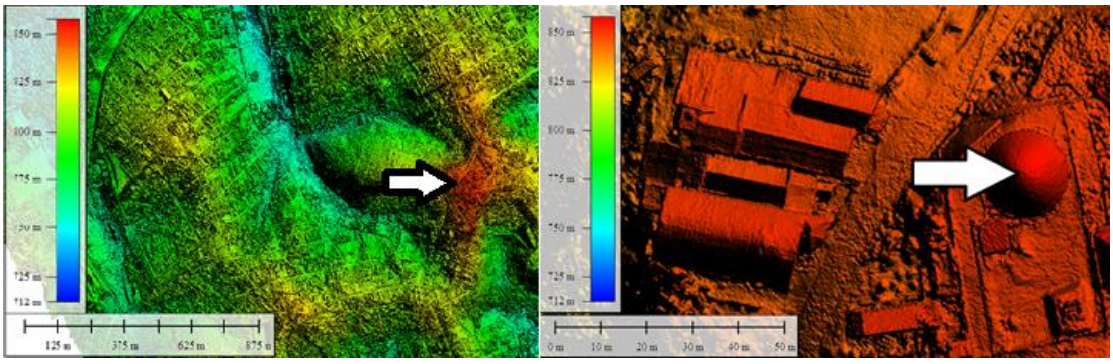



Fonte: Autores (2021).

O organograma acima exemplifica todas as etapas envolvidas na metodologia e práticas adotadas, iniciando com o estudo da área de interesse (documentos históricos, mapas, registros) e sendo finalizado com a titulação dos proprietários e ocupantes.

Foi selecionado o local com a maior altitude do loteamento, no caso uma caixa de água da concessionária e empresa SABESP, que foi disponibilizado para ser a base e referencial do levantamento geodésico, nela já havia um marco geodésico implantado, fato que ajudou no processo como um todo (Figura 4). A região é caracterizada como ondulada, possuindo relevo acidentado.

Figura 4 – Localização do marco base do levantamento geodésico.



Fonte: Autores (2021).

Tabela 3 – Erro posicional de vértices definidores de limites de parcelas urbanas.

| Topo | Acurácia em posição após ajustamento |
|---|---|
| M, R | $\sigma_{p3} \leq 0{,}08$ m |
| P | $\sigma_{p3} \leq 0{,}24$ m |
| I | $\sigma_{p3} \leq 0{,}24$ m |

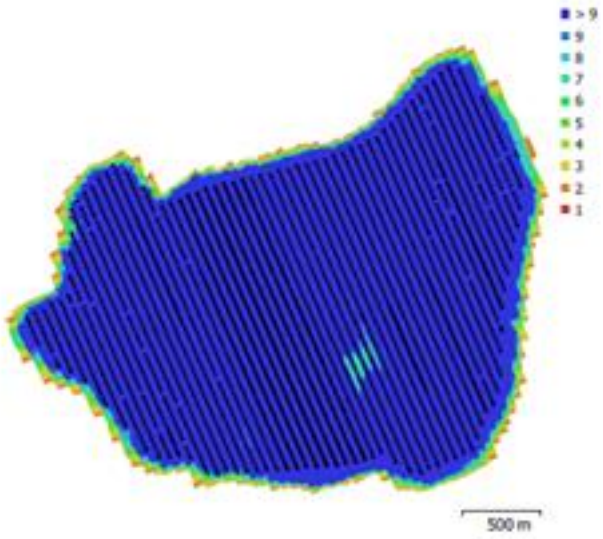
Fonte: Manual de NORMAS E PROCEDIMENTOS DE ENGENHARIA CREA CONFEA (2021).

Na Tabela 3, é apresentada a acurácia em posição após ajustamento, ou seja, estas são as precisões necessárias para validar os dados geodésicos e aerofotogramétricos para cadastro urbano. Seguindo as normativas já consagradas, o projeto do mapeamento foi direcionado para atingir com rigor tais valores de acurácia.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 5 retrata a área de cobertura do mapeamento, bem como a configuração adotada para realizar o levantamento aerofotogramétrico com o RPA em conjunto dos pontos de controle adquiridos pelos receptores GNSS com o método RTK. Foram tomadas 4057 imagens pelo RPAS, numa altura média de voo de 175 m, resolução espacial de 6,44 cm/pixel e área de cobertura de 6,58 km².

Figura 5 – Linhas de voo.

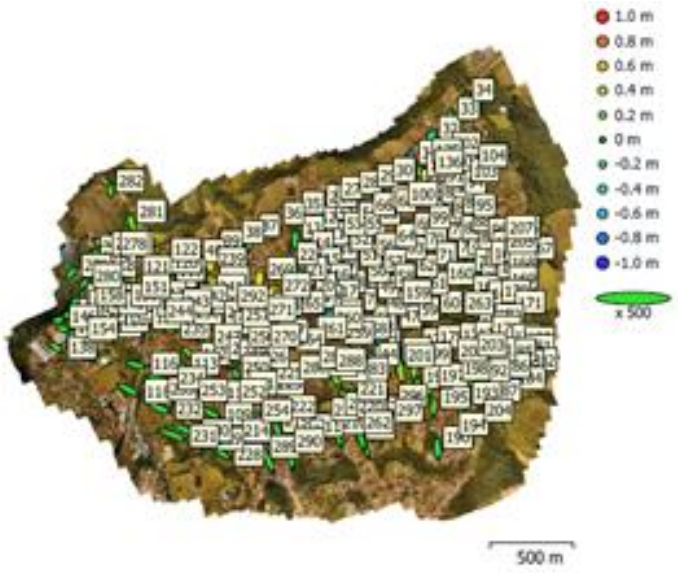



Fonte: Autores (2021) e Agisoft (2021).

Os pontos de controle utilizados e suas respectivas precisões são apresentados na Figura 6, totalizando 266 pontos de controle utilizados no ajustamento e processo de ortorretificação das imagens. Pelas cores da

legenda, é possível verificar que a grande maioria dos pontos obtiveram uma precisão e acurácia nos índices verdes, abaixo de 20 cm, e os pontos de controle que apresentaram uma precisão mais baixa foram excluídos com o objetivo de diminuir o RMS (erro médio quadrático), que demonstra a relação entre as coordenadas geodésicas de alta precisão e o processo de ortoretificação das imagens aéreas.

Figura 6 – Pontos de controle.




Fonte: Autores (2021) e Agisoft (2021).

Figura 7 – Ortomosaico georreferenciado.

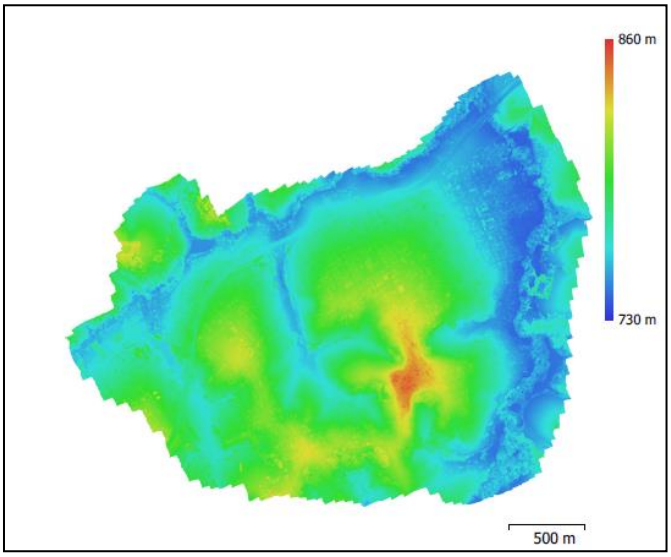


Fonte: Autores (2021) e Agisoft (2021).

Na Figura 7, é exibido o ortomosaico georreferenciado, um dos produtos cartográficos mais importantes para realizar a regularização fundiária. Nele, é possível realizar a vetorização dos lotes, quadras, ruas e

objetos de interesse a serem cadastrados. O ortomosaico foi realizado no sistema de referência geodésico oficial brasileiro, o SIRGAS2000. Como é possível observar, foi gerado um produto robusto e homogêneo, com tempo de processamento digital de mais de 30 h.

Figura 8 – Modelo Digital de Elevação.




Fonte: Autores (2021) e Agisoft (2021).

Com base na Figura 8, o modelo digital de elevação também apresentou um resultado muito satisfatório, com resolução espacial de 12 cm. Pode-se observar o relevo e as cotas altimétricas do loteamento em questão. O MDE é muito importante para realizar o estudo de drenagem e tomar decisões estratégicas sobre algum tipo de obra ou solução necessária.

Chegando-se às etapas finais, foi realizado o processo de vetorização dos lotes (a maioria com 500 m2) e confecção das peças técnicas (planta topográfica e memorial descritivo).

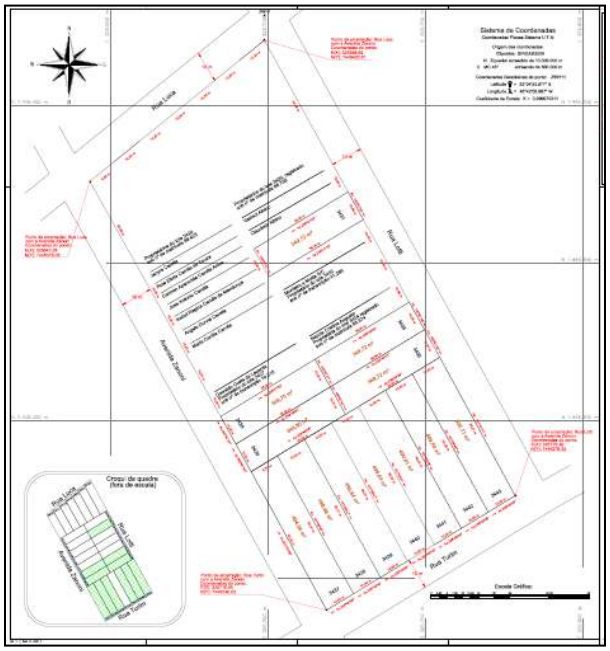
Figura 9 – Vetorização dos lotes.




Fonte: Autores (2021) e Métrica Topo (2021).

As peças técnicas são responsáveis por realizar o cadastro dos lotes e das áreas de estudo no registro de imóveis responsável pela comarca. Os modelos são tratados de acordo com as orientações e especificidades de cada registro de imóveis. Como se pode observar na Figura 10, as peças técnicas foram realizadas quadra a quadra, indicando apenas os lotes objeto de regularização fundiária, medidas perimetrais, azimutes e pontos de amarração georreferenciados.

Figura 10 – Exemplo de Peças Técnicas.



Fonte: Autores (2021) e Métrica Topo (2021).

## 4 CONCLUSÕES

Este é um trabalho que inaugurou as pesquisas relativas à regularização fundiária de loteamentos e assentamentos com o uso de RPAS no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos. Este trabalho está em andamento, entretanto já foram regularizadas algumas parcelas da área total, dando o direito real e titulação da terra para as pessoas que ali habitam ou proprietários. Neste trabalho, foi apresentada uma fração da problemática e dos processos envolvidos neste tipo de ação, pode-se dizer que em função do cumprimento das normativas e orientações oficiais, o trabalho obteve êxito, ainda que parcialmente finalizado.

As próximas etapas do trabalho serão as seguintes: reproduzir o processo para o restante do loteamento e realizar obras de melhoria urbana, como, por exemplo, pavimentação e abertura de ruas e quadras em desconformidade com o projeto original.

A problemática apresentada é antiga e conhecida pela população local, sobretudo devido ao fato de que os agentes da cidade acabam não se comunicando na mesma linguagem, fato que dificulta o processo. Ainda assim, existem diversos problemas de cunho social, político e jurídico. De qualquer forma, a ação

regularizadora é o caminho para solucionar os problemas e garantir uma melhor qualidade de vida aos moradores e assegurar a função social da cidade.

**AGRADECIMENTOS**

Os autores gostariam de agradecer o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e fomento das pesquisas aqui apresentadas e a todos os envolvidos neste trabalho.

**REFERÊNCIAS**

AGISOFT- SOFTWARE FOTOGRAMÉTRICO. 2021. Disponível em: https://www.agisoft.com/.

AGUIAR, V. A. VANT, uma ameaça à Fotogrametria?. ANEA artigos. ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S.A. 2013. Disponível em: http://www.anea.org.br/artigos/VANTeFotogrametria.pdf. Acesso: 26/05/2020.

FREITAS, C. S.; PEQUENO, L. R. B. Produção habitacional na Região Metropolitana de Fortaleza na década de 2000: avanços e retrocessos. Revista Brasileira Estudos Urbanos e Regionais. V.17, N.1, p.45-59, 2015.

IBGE. Geociências, Cartas e Mapas. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas.html.

IBGE-PPP (Posicionamento por ponto preciso). 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html.

ICA/ ACI. Mission. Disponível em: https://icaci.org/mission/. Acesso: 22/05/2021.

LEI N° 10.257 de 10 de julho de 2001: Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 11/09/21.

MANUAL DE ENGENHARIA CONFEA – CREA – MINISTÉRIO DAS CIDADES. Normas e procedimentos recomendados de engenharia ao cadastro urbano no Brasil. Disponível em: https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads/cartilha_cadastrourbano.pdf.

MÉTRICA TOPO – SOFTWARE TOPOGRÁFICO. 2021. Disponível em: https://www.metrica.com.br/.

TAYLOR, David R. F. 1991. A conceptual Basis for cartography/new directions for the information era. Cartographica vol.28, n.4, University of Toronto Press, Canada, 1991, p.1-8.