

---

# VALIDAÇÃO DO RPA NA AFERIÇÃO DE ÁREA DOS IMÓVEIS DE ALVORADA DO SUL-PR

## VALIDATION OF RPA IN THE ASSESSMENT OF THE AREA OF PROPERTIES IN ALVORADA DO SUL-PR

## VALIDACIÓN DE UNA RPA EN LA MEDICIÓN DE ÁREAS DE INMUEBLES EN ALVORADA DEL SUR-PR

Felipe Bufalo<sup>1</sup>  
Rigoberto Lázaro Prieto Cainzos<sup>2</sup>  
Luciano Nardini Gomes<sup>3</sup>  
Ângela Cristina Alves de Melo<sup>4</sup>

---

**RESUMO:** Este trabalho tem como finalidade a aferição da utilização de produtos cartográficos obtidos através de um RPA (*remotely piloted aircraft*), utilizando câmeras de pequeno porte de alta resolução, no município de Alvorada do Sul. O processo se deu início na elaboração do plano de voo, através da divisão do município em regiões, em seguida foram realizados os voos e coletado os coordenados dos pontos de controle, posteriormente o material foi processado até gerar a ortofoto, (imagem georeferenciada). Ao analisar a qualidade do produto verificou-se que os dados processados apresentavam qualidade e precisão suficiente, posteriormente foram realizadas as medições das edificações, comparando os resultados coletados de forma tradicional medido *in loco*. O grande diferencial deste método é apresentação do produto final, uma imagem digital de alta resolução georeferenciada, além das vantagens apresentadas pela facilidade de realização do estudo.

**Palavras-chave:** Aerofotogrametria. Produtos cartográficos. Ortofotos.

**ABSTRACT:** The purpose of this work is to assess the use of cartographic products obtained through a remotely piloted aircraft (RPA), using high resolution small cameras in the municipality of Alvorada do Sul. The process began with the elaboration of the flight plan., by dividing the municipality into regions, then the flights were performed and the coordinates of the control points were collected, later the material was processed until generating the orthophoto, (georeferenced image). Analyzing the quality of the product, it was verified that the processed data presented sufficient quality and precision, later the measurements of the buildings were made, comparing

---

1 Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL). E-mail: felipebufalo97@hotmail.com.

2 Professor Doutor no Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL). E-mail: rigoberto.cainzos@unifil.br.

3 Professor Doutor na Universidade Estadual de Londrina (UEL). E-mail: lunago@gmail.com.

4 Professora Doutora no Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL). E-mail: angela.melo@unifil.br.

the results collected in a traditional way measured in loco. The great advantage of this method is the presentation of the final product, a georeferenced high resolution digital image, in addition to the advantages presented by the ease of conducting the study.

**Keywords:** Aerophotogrammetry. Cartographic Products. Orthophotos.

**RESUMEN:** Este trabajo tiene como objetivo evaluar el uso de productos cartográficos obtenidos a través de una RPA (aeronave pilotada a distancia), utilizando pequeñas cámaras de alta resolución, en el municipio de “Alvorada del Sur”. El proceso se inició con la elaboración del plan de vuelo, al dividir el municipio en regiones, seguidamente se realizaron los vuelos y se obtuvieron las coordenadas de los puntos de control, para posteriormente procesar el material y generar la ortofoto (imagen georreferenciada). Al analizar la calidad del producto, se verificó que los datos procesados presentaron suficiente calidad y precisión, lo que permitió posteriormente realizar las mediciones de las edificaciones y ser comparadas con los resultados obtenidos anteriormente de manera tradicional medidos “in loco”. La ventaja de este método es la presentación del producto final, que consiste en una imagen digital de alta resolución georreferenciada, además de las ventajas que presenta la facilidad para la realización del estudio.

**Palabras clave:** Aerofotogrametria. Productos cartográficos. Ortofotos.

## INTRODUÇÃO

Com o surgimento dos RPA (*remotely piloted aircraft*), houve significativa redução nos custos da aerofotogrametria, tornando viável sua utilização em levantamentos de menor porte.

O recadastramento imobiliário serve como base para a implementação de informações atualizadas no banco de dados municipal, incluindo o mesmo as características físico-territorial para a readequação dos valores tributários dos imóveis contidos no município.

Além das características dos imóveis, o cadastro deverá conter informações sobre o local do imóvel, sendo estas: a localização da quadra e lote que estiver contido e características da via ou logradouro público, como pavimentação, etc.

A Prefeitura Municipal de Alvorada do Sul através do recadastramento imobiliário visa o aumento de arrecadação tributária municipal e a melhora do controle sobre as finanças locais, tornando o município menos dependente das transferências intergovernamentais, aumentando a receita do município e mantendo o funcionamento dos serviços e programas públicos.

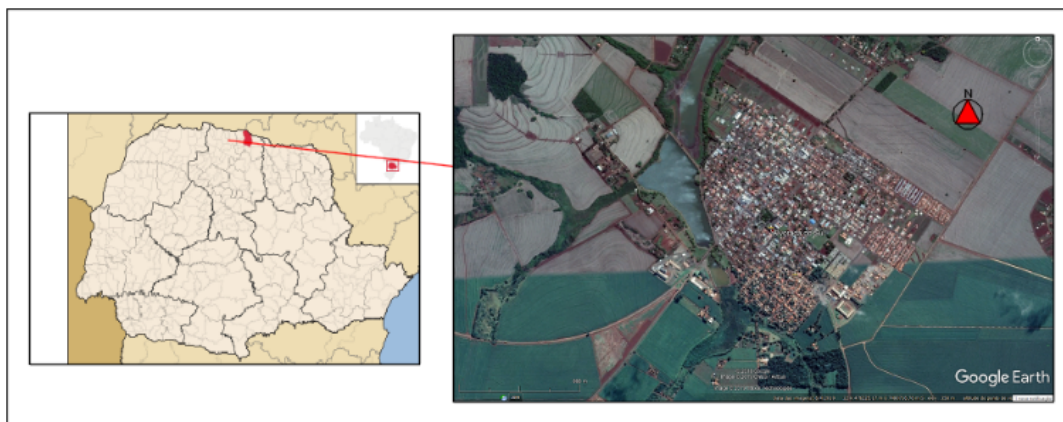
O avanço tecnológico e a execução de aerofotogrametria com RPA foi a melhor opção quando comparada aos métodos convencionais de medição topográfica para a realização deste estudo. A metodologia se dá a partir da elaboração de um modelo digital planimétrico aéreo da malha urbana, possibilitando assim, o cálculo das áreas edificadas de forma mais precisa.

Há de se considerar também as vantagens financeiras e a economia no tempo de execução, pois com este tipo de levantamento é possível fazer um mapeamento de grandes áreas em um pequeno espaço de tempo e com uma equipe de profissionais menor. Outra vantagem deste método é a possibilidade de ter um banco de dados atualizado da área de estudo.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é mostrar as vantagens da utilização do RPA para o recadastramento imobiliário na cidade de Alvorada do Sul (PR), utilizando o método GNSS/RTK. (*Global Navigation Satellite System/ Real Time Kinematic*).

## METODOLOGIA

O município de Alvorada do Sul situa-se no extremo norte do estado do Paraná. Tem 66 anos de existência como município, e aproximadamente 12 mil habitantes distribuídos em 421, 86 km<sup>2</sup>. O campo de estudo em questão contempla apenas seu perímetro urbano de 6.435,00 metros (Figura 1).



Fonte: Prefeitura de Alvorada do Sul, adaptado por Bufalo, 2019.

**Figura 1.** Localização do município de Alvorada do Sul.

O equipamento utilizado foi o GNSS RTK Hi Target V60, contempla dois aparelhos, a “Base” (Figura 2), equipamento fixo onde são coletadas as coordenadas do ponto escolhido. Este local selecionado servirá como base para o controle (amarrações e correções) das coordenadas coletadas pelo segundo aparelho “Rover” (Figura 3). O Rover é um equipamento móvel, que através de posicionamento GNSS L1/L2 RTK, permite o georreferenciamento e ortorretificação dos dados coletados.

O receptor HI-TARGET V60, apresenta 220 canais, contendo placa mãe Trimble BD970 e é compatível com outros receptores GNSS RTK no mercado mundial. Apresentam uma capacidade interna de 1 GB, além de uma memória Micro SD card de 8 GB. O receptor V60 suporta se necessário também uma memória expandida de até 32GB.



Fonte: Bufalo, 2019.

**Figura 2.** Base RTK..



Fonte: Bufalo, 2019.

**Figura 3.** Rover.

O sistema operacional utilizado pelo equipamento é o ARM 9G20 400MHz CPU, compatível ao Linux OS, que permite suportar a transmissão de dados mais rápidas. Por sua vez o rádio transceptor UHF permite que o V60 trabalhe como comutador entre a base e o rover no mesmo receptor.

O RPA utilizado neste trabalho foi o Phantom 4 Advanced (Figura 4), da fabricante chinesa DJI (Dà-Jiāng Innovations Science and Technology), que possui sistema de navegação GNSS L1 de 72 canais, sistema de medição inercial (IMU), câmera com sensor colorido (RGB) de 20 megapixels de 1 polegada. Possui também obturador mecânico usado para eliminar a distorção do obturador de rolamento, processo que pode ocorrer ao tirar imagens de objetos em movimento rápido ou ao voar em altas velocidades.



Fonte: Bufalo, 2019.

**Figura 4.** RPA Phantom 4.

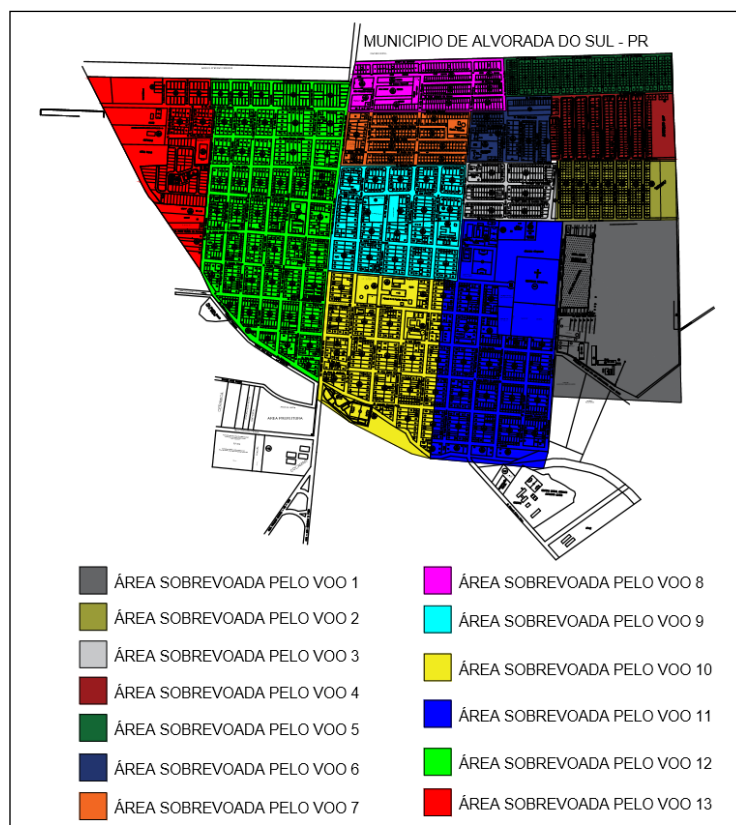
O equipamento possui dois módulos de bússola e duas IMUs, que são importantes sensores que garantem estabilidade e confiabilidade durante o voo. Também constam com um sistema de bateria inteligente, com autonomia de voo de 30 minutos, que garante realizar voos a uma distância de até 8 Km do local de partida.

O Phantom 4 Advanced, apresenta um sistema de programação onde se define as informações do plano de voo, como área demarcada de levantamento, velocidade, altitude e a direção focal da câmera, desta forma se mantem um padrão de informações e dados mais precisos sem a necessidade de controle manual, tornando o processo automático.

Os softwares utilizados para este trabalho foram:

- Drone deploy
- DJI Go 4
- Photoscan da Agisoft
- Auto CAD Civil 3D da Autodesk

A primeira etapa do trabalho consistiu na definição da área a ser levantada/sobrevoada, subdividindo o perímetro urbano em treze subáreas (Figura 5), a fim de facilitar a realização do levantamento com o RPA.



Fonte: Prefeitura de Alvorada do Sul, adaptado por Bufalo, 2019.

**Figura 5.** Mapa dos planos de voos.

A partir da definição da área a ser mapeada é gerado um plano de voo, utilizando o software *Drone Deploy*, gerando um arquivo KML, (Keyhole Markup Language), formato de arquivo utilizado pelo software *Google Earth*.

Segundo Loch (2007), para obter um resultado adequado na geração de ortofotos são necessários alguns cuidados e técnicas adequadas de voo e tratamento de imagens, como superposição longitudinal e transversal, velocidade do voo e altitude.

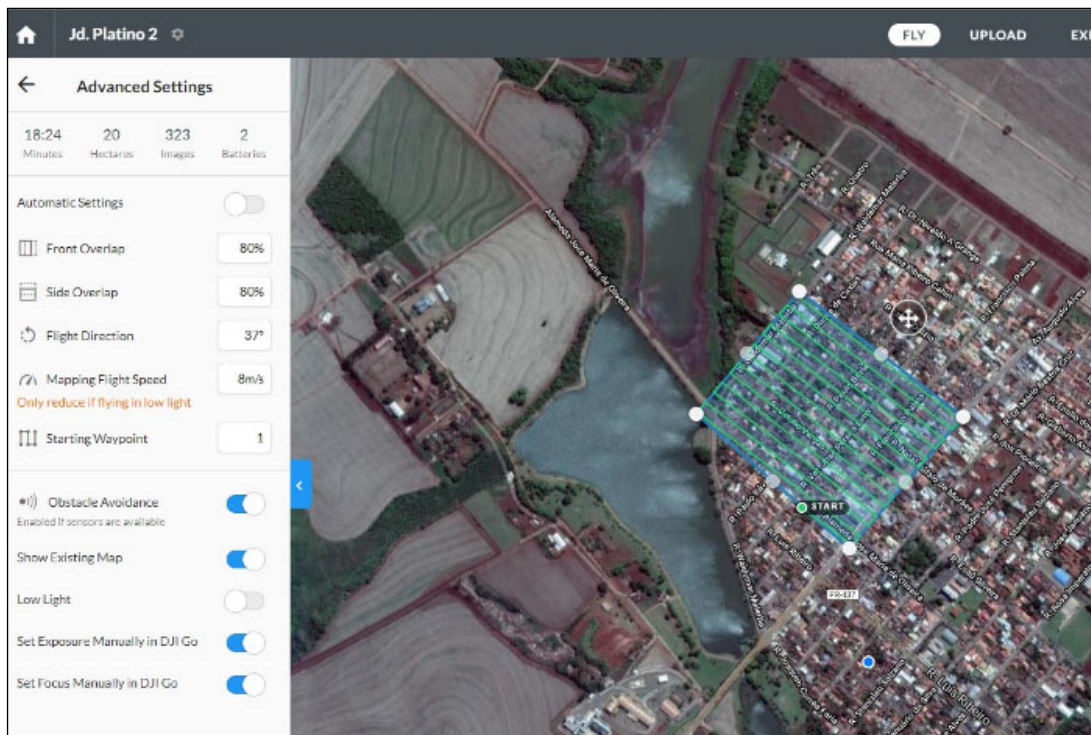
O primeiro parâmetro definido é o Ground Sample Distance – GSD, este é similar à resolução espacial, ou seja, o menor objeto que pode ser identificado em solo através

da imagem. Este parâmetro está relacionado com a altura de voo e a qualidade do sensor (câmera) embarcado no Veículo Aéreo Não Tripulado - VANT que neste caso foi utilizado o GSD de 4 cm/pixel. Além disso, durante o planejamento do voo é definida a sobreposição longitudinal e lateral entre as linhas e faixa de voo com intuito de garantir a qualidade geométrica do dado gerado.

Para a realização deste trabalho foi definido os seguintes parâmetros:

- Altura de voo: 90 m;
- Velocidade= 8 m/s;
- Sobreposição: Longitudinal: 80%; Lateral: 80%;

O produto gerado é importado para o DJI Go 4, o qual serve para controle e acompanhamento do voo realizado pelo RPA (Figura 6).



Fonte: Bufalo, 2019.

**Figura 6.** Plano de voo Drone Deploy.

Após definido e planejado o voo, foi estabelecido o método de posicionamento e distribuição dos pontos de controle a serem implantados na respectiva área de estudo. Os pontos de apoio são usados no georreferenciamento dos dados, ou seja, na transformação entre o sistema, linha por coluna da imagem digital para o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator – UTM, o qual é usado para a geração dos dados resultantes da aerofotogrametria, fator essencial na geração das Ortofotos, (imagem georreferenciada).

Para a determinação dos pontos de apoio, foi necessário, primeiramente, definir o ponto de instalação da Base RTK (Figura 7) onde é coletada a coordenada de um piquete, este ponto é amarrado ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGB, para a determinação das coordenadas e precisões deste ponto Base foi utilizado o serviço de PPP (Posicionamento Por Ponto Preciso) do IBGE.



Fonte: Bufalo, 2019.

**Figura 7.** Posicionamento da base RTK.

Concluído esta etapa é iniciada a demarcação dos pontos de apoio, que são locais dentro do plano de voo, onde são coletadas as coordenadas com a utilização do Rover. Estes pontos são representados através de cruzetas feitas com cal branco, 4cm de espessura por 60 cm de comprimento aproximadamente, como mostra a Figura 8, a fim de tornar visível os pontos escolhidos nas fotos.



Fonte: Bufalo, 2019.

**Figura 8.** Demarcação dos pontos de apoio com cruzetas em cal branco.

As coordenadas são coletadas no centro da cruz utilizando o Rover (Figura 9), que amarrado com o receptor Base, faz a correção dos dados, tornando mais preciso o levantamento. O processo é realizado em vários locais dentro do plano de voo, variando de acordo com o plano de voo elaborado.

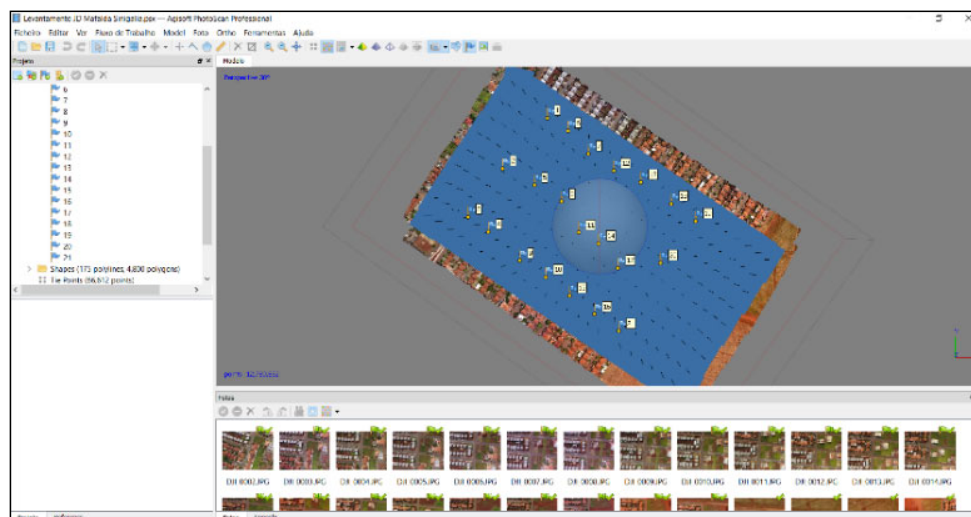


Fonte: Bufalo, 2019.

**Figura 9.** Coleta das coordenadas de apoio.

Somente depois de concluída a coleta dos pontos de apoio e dado o início do plano de voo ocorre a realização das fotos.

As fotos geradas pelo RPA foram importadas e processadas no software *Photoscan* da *Agisoft*, juntamente com as coordenadas dos pontos de controle, onde através do citado software é realizado o processo de alinhamento prévio das imagens com as coordenadas, como mostra a Figura 10.

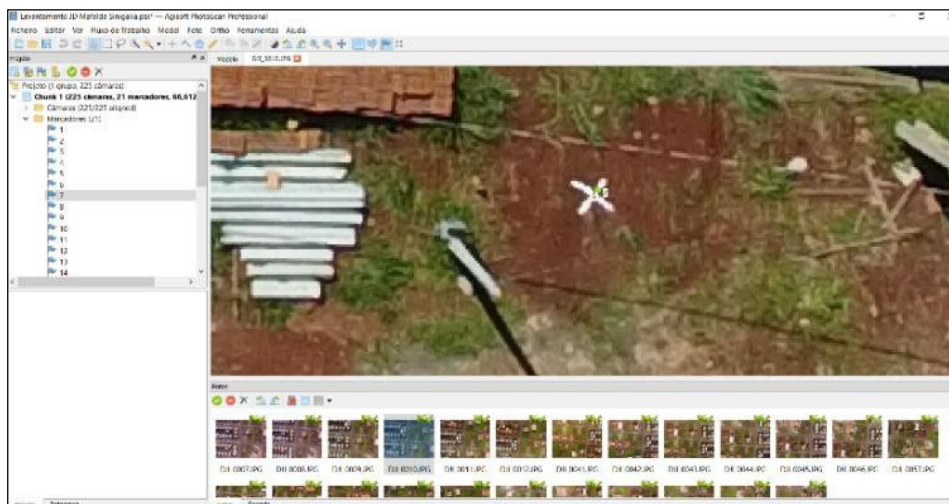


Fonte: Bufalo, 2019.

**Figura 10.** Alinhamento prévio das fotos com os pontos de apoio.



Uma vez concluído o alinhamento prévio por parte do software, é realizado o alinhamento manual foto a foto, onde são retificadas as coordenadas obtidas pelo software em suas respectivas marcações feitas em solo (cruzetetas), como mostra a Figura 11.



Fonte: Bufalo, 2019.

**Figura 11.** Alinhamento manual das coordenadas de controle.

Concluído esta etapa de controle, dá-se início ao processamento das imagens obtidas; processo este demorado e que exige equipamentos adequados para ser concluído, chegando ao produto final, a “Ortofoto”.

## RESULTADOS

Com a ortofoto do perímetro urbano gerado (Figura 12), é realizado o processo de importação dos mesmos para o software Auto CAD Civil 3D 2018 da *Autodesk*, tornando-se possível a partir deste processo a medição de qualquer área, distância ou coordenadas nos mapas gerados.



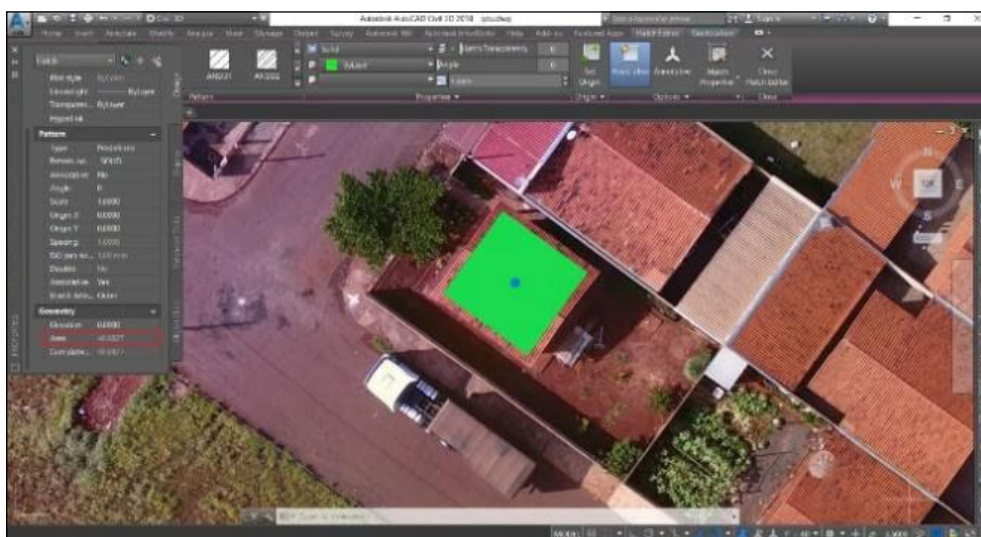
Fonte: Bufalo, 2019.

**Figura 12.** Ortofoto do perímetro urbano do município de Alvorada do sul.

Tendo como objetivo do presente levantamento o recadastramento imobiliário do município, foram realizadas as medições das edificações existentes. O processo de coleta de dados das edificações é realizado através da medição de toda a projeção da cobertura do imóvel e descontado a projeção do beiral, parte do telhado que ultrapassa a linha de projeção das paredes, desta forma, é possível calcular a área edificável do imóvel sujeito à tributação.

A Figura 13, mostra de forma detalhada o processo anteriormente exposto. Por ser esta, uma edificação em que não ocorreu nenhum processo de ampliação desde o último levantamento, foi possível comparar os dados obtidos com o levantamento com RPA ao contido no arquivo tributário municipal.

O resultado do comparativo foi satisfatório, já que a medição presente no acervo municipal era de 40,80 m<sup>2</sup> e pelo RPA chegou-se a um valor de 40,68 m<sup>2</sup> de área edificável, obtendo uma variação mínima entre ambas, abaixo do permitido pelo Decreto-lei n° 89.817/1984, (BRASIL, 1984).



Fonte: Bufalo, 2019.

**Figura 13.** Medição das edificações.

Por se tratar o levantamento com RPA um produto aéreo digital, a análise de acurácia posicional aplicada a este projeto é baseado no Padrão de Exatidão Cartográfica - PEC. O PEC brasileiro é definido pelo Decreto-lei n° 89.817 de 1984 e regulamentado pela Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR, e por norma permite que para a planialtimetria haja uma relevância de 5 a 10%.

Com as medições realizadas, foram geradas planilhas divididas por bairros, nelas constam as quadras e os lotes e o valor edificado de cada lote.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos comprovam que os dados planialtimétricos gerados pela aerofotogrametria por RPA apresentam alta qualidade e precisão, além de proporcionar uma grande quantidade de dados para uma determinada área. Além disso, este apresenta algumas vantagens quando comparados aos métodos tradicionais de levantamento topográfico.

O grande diferencial deste método é a apresentação do produto final, visto que

o resultante do cadastramento convencional é feito apenas por planilhas (método analógico), enquanto o produto final gerado por aerofotogrametria com RPA, gera uma imagem digital de alta resolução georreferenciada, sendo assim, disporá de um documento de alta precisão para eventuais esclarecimentos.

Outras vantagens estão relacionadas ao ganho com o tempo e a diminuição de custos para a execução deste tipo de trabalho, o que possibilitaria uma maior repetibilidade destes estudos. Uma próxima análise que poderia ser executada no futuro neste projeto seria realizar comparações baseadas em dados levantados pelas duas tecnologias e comparadas um a um, para verificar as diferenças matemáticas entre as superfícies geradas via medição *in loco* e por Aerofotogrametria.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Requisitos gerais para veículos aéreos não tripulados e aeromodelos**. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/transparencia/audiencia/2015/aud13/anexoI.pdf>. Acesso em: 09 maio 2019.

BRASIL. **Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984**. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Brasília, 1984. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/D89817.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm). Acesso em: 09 maio 2019.

DECEA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Portaria DECEA nº 55/DGCEA, de 17 de maio de 2013**. Diretriz que disciplina a implementação dos Comitês responsáveis pelos assuntos relacionados aos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) nos Órgãos Regionais do DECEA, 2013.

DECEA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Portaria DECEA nº 282/DGCEA, de 22 de dezembro de 2016**. Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro, 2016.

DJI. **Controle de voo**. Disponível em: [https://developer.dji.com/mobile-sdk/documentation/introduction/flightController\\_concepts.html](https://developer.dji.com/mobile-sdk/documentation/introduction/flightController_concepts.html). Acesso em: 20 mar. 2019.

DJI. **Fly safe geo zone map**. [2018a]. Disponível em: <https://www.dji.com/flysafe/geo-map>. Acesso em: 20 mar. 2019.

DJI. **Phantom 4 Pro**. 2019. Disponível em: <https://www.dji.com/phantom-4-pro>. Acesso em: 20 mar. 2019.

HI-TARGET. **Especificações de funcionamento do V60**. 2019. Disponível em: <http://en.hitarget.com.cn/uploadfiles/files/2019/3/20190319062236570.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

HI-TARGET. **Especificações de performance do V60**. 2019. Disponível em: <http://en.hitarget.com.cn/uploadfiles/files/2019/5/20190507113132479.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

KOMAZAKI, J. M.; CAMARGO, P. O.; GALO, M.; AMORIM, A. Avaliação da qualidade geométrica de modelos digitais do terreno obtidos a partir de imagens adquiridas com VANT. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 27., 2017, Rio de Janeiro. Anais [...]*. Rio de Janeiro, 2017.

LOCH, C.; ERBA, D. A. **O cadastro técnico multifinalitário: rural e urbano**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

LOCH, C.; JATAHY, D. C. O cadastro técnico multifinalitário na gestão territorial de áreas metropolitanas. *In: COBRAC, 2016, Santa Catarina. Anais [...]*. Santa Catarina: UFSC, 2016.

SILVEIRA, M. T. **Visualização e medições estereoscópicas de imagens fotogramétricas digitais**. 2005. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Computação) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.