

USO DE ARP DE PEQUENO PORTE PARA MAPEAMENTO EM ÁREAS URBANAS

Antonio Gaudencio Guimarães Filho ¹, Rafael Domingos de Mello da Hora ¹, João Paulo Lopes da Cunha ¹, Douglas Silva Pimentel ¹ e Darlô Barbosa da Silva Sobrinho ²

¹2º Centro de Geoinformação, Brasília-DF, {guimaraesfilho.antonio, dahora.rafael, joaopaulo.cunha, pimentel.douglas}@eb.mil.br

²Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia, Brasília-DF, darlo.sobrinho@eb.mil.br

RESUMO

Este estudo possui o objetivo de discutir sobre a utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) para mapeamento em áreas urbanas, levantamentos topográficos de imóveis e feições. Nos últimos anos, o uso desta tecnologia tem sido difundido por diversos fatores, como por exemplo, a facilidade de uso e o baixo custo. Levantamentos topográficos convencionais são utilizados para mapeamento de informações patrimoniais de imóveis urbanos. Para a verificação da viabilidade da tecnologia ARP, foi realizado um comparativo entre os dois mapeamentos sob o enfoque da acurácia posicional e o uso ou não de pontos de controle. Os resultados com o uso de poucos pontos demonstram que a tecnologia ARP permite economia de tempo, recursos financeiros e alta acurácia posicional.

Palavras-chave — ARP, Acurácia Posicional, mapeamento ágil, levantamentos topográficos de imóveis.

ABSTRACT

This study aims to discuss the use of unmanned aerial vehicle (UAV) for mapping in urban areas, surveys of properties and features. In recent years, the use of this technology has been diffused by several factors, such as ease of use and low cost. Conventional topographic surveys are used for the mapping of property information of urban properties. To verify the

feasibility of UAV technology, a comparison was made between the two mappings under the approach of positional accuracy and the use or not of control points. The results with the use of few points demonstrate that UAV technology allows time savings, financial resources and high positional accuracy.

Key words — UAV, positional accuracy, agile mapping, topographic surveys of properties.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia dos ARP (Aeronaves Remotamente Pilotadas) não é algo novo, uma vez que alguns países como Estados Unidos, Inglaterra e Israel já utilizam tais aeronaves para uso militar a algumas décadas, conforme apresentado em [1]. Porém, devido aos avanços de hardwares e softwares de código aberto a criação de ARPs de pequeno porte se tornou possível e acessível ao público em geral, viabilizando seu uso por diversas áreas de engenharia e entretenimento. Dentre essas áreas, o agronegócio se tornou um foco no Brasil devido a redução de custos em produção e praticidade de operação. De modo bastante sucinto, a atividade mais realizada com esse tipo de aeronave nas produções agrícolas é a de aerofotogrametria para gerar informações sobre uma determinada plantação, como por exemplo [2].

Analisando o emprego dos ARPs, vislumbrou-se um uso onde se necessita gerar uma carta ortoimagem de uma determinada área de modo rápido, fornecendo informações precisas, atualizadas e confiáveis da superfície de interesse. Desta feita, foram feitos estudos de ARP e de softwares de processamentos de imagens que permitissem realizar tal atividade.

No mercado nacional não existem, ainda, aeronaves consideradas ideais para realizar tal trabalho, porém, é possível executar a atividade proposta com ARP comerciais e que já vem sendo utilizadas para fins similares, obtendo resultados aceitáveis sob aspecto técnico e principalmente operacional. Dentre as marcas que existem a disposição, se destaca a chinesa DJI que produz o modelo *Phantom*.

Existem na literatura diversos estudos que comprovam a qualidade de geração de Modelos Digitais de Superfície (MDS), Modelos Digitais de Terreno (MDT) e ortoimagens com imagens obtidas desse ARP. Como, por exemplo, [3] e [4].

Ressalta-se que as aeronaves são apenas ferramentas para se obter imagens aéreas, de qualidade e com as informações necessárias para se gerar os produtos necessários da região de interesse. Tendo posse dessas informações é necessário processar as imagens para gerar as ortoimagens e modelos digitais. Tal processamento, se realizado pelo método convencional de aerofotogrametria, demanda tempo e o conhecimento técnico que poucos possuem. No entanto, existem softwares de processamentos de imagens que geram essas informações de modo preciso e em pouco tempo. Dentre os mais difundidos estão o *Pix4DMapper* e o *PhotoScan*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, em uma área patrimonial no Distrito Federal, foi realizado o levantamento patrimonial do imóvel, de modo convencional, da região construída, seguindo as seguintes etapas:

a. Implantação de 2 (dois) pontos de apoio que foram georreferenciados com equipamento GNSS. Posteriormente, foi realizado o levantamento geodésico utilizando o rastreador GPS Trimble modelo 5700. Os dados rastreados foram utilizados no transporte de coordenadas que tomou como base a estação RBMC de código BRAZ (Brasília/DF). O processamento dos pontos foi realizado conforme as técnicas descritas pelas Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos do IBGE[5].

b. posteriormente, foi gerada uma poligonal fechada, envolvendo as áreas construídas da área patrimonial. A referida poligonal foi levantada com utilização da estação total, onde os dados foram processados utilizando o Software DataGeoSis, respeitando os parâmetros estabelecidos na Especificações e Normas para levantamentos geodésicos associados ao sistema geodésico brasileiro[6].

c. Após o levantamento completo das edificações, cercas e demais artefatos, todos os vetores foram editados e preparados para a confecção da planta e memorial descritivo do imóvel. A Figura 1 representa uma parte da planta confeccionada.

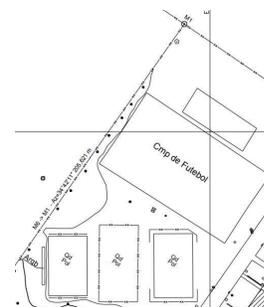


Figura 1. Extrato da planta patrimonial confeccionada pelo método de levantamento convencional.

Após o levantamento convencional, sob a mesma área, houve um voo com aeronave *Phantom 4 Pro* que forneceu as imagens adquiridas para testes. As imagens foram processadas no software *Pix4DMapper*, utilizando uma licença para testes, onde foi gerada a ortoimagem e MDS do quartel. Tal procedimento foi realizado da seguinte forma:

a. voo à aproximadamente a 120 m da superfície, com duração completa de 15 min, obtendo-se 117 imagens;

b. dois processamentos, sendo um utilizando 5 pontos de controle em solo, distribuídos por toda área, e outro sem utilizar qualquer ponto de apoio. Porém, para o georreferenciamento das imagens finais e reconstrução do feixe perspectivos, foram utilizados os rastreios do receptor GNSS embarcado no ARP ;

c. foram vetorizadas no QGIS, versão 2.18, as seguintes feições: campo de futebol, quadra de basquete, quadra de tênis e quadra de vôlei. Após isto, foram medidas as distâncias, azimutes, perímetros e áreas das feições;

Com ambos levantamentos realizados foi possível comparar a acurácia posicional dos vetores adquiridos pela forma convencional e os adquiridos por meio da ortoimagem processada com ponto de apoio e sem ponto de apoio. Foram analisadas as áreas e os perímetros das feições, bem como as distâncias e os azimutes entre os pontos que compõem as feições, a fim de verificar se a forma das feições é invariável nos diferentes métodos de aquisição.

3. RESULTADOS

A vetorização, sobre a ortoimagem, das feições foi feita de modo análogo ao realizado no levantamento convencional, onde as quinas das quadras são coincidentes com os vértices das feições. Tal procedimento foi adotado para as demais feições com as ressalvas do campo de futebol que no pé de cada trave há um vértice.

3.1. Resultados obtidos com imagem gerada sem pontos de controle

As feições adquiridas foram analisadas sob o aspecto do azimute (ΔAz) entre os pontos das feições, a discrepâncias entre o comprimento ($\Delta dist$) das arestas, acurácia posicional dos vértices (RMSE Pts), discrepâncias entre as áreas ($\Delta \text{área}$) e perímetros (ΔPer), sendo que a base é o mapeamento convencional. Os resultados obtidos estão descritos no quadro 1.

Quadro 1. Resultados do comparativo de acurácia posicional entre o levantamento topográfico convencional e com ARP

	Campo Futebol	Quadra Basquete	Quadra Tênis	Quadra Vôlei
ΔAz média	0,644°	0,49°	0,557°	0,346°
ΔAz máx	2°	0,57°	0,86°	0,59°
RMSE Pts	2,46 m	2,28 m	2,85 m	3,25 m
$\Delta dist$ média	46cm	8cm	0,02cm	0,928m
$\Delta dist$ máx	15cm	14cm	29cm	1,88m
ΔPer	1,22m	0,33m	0,14m	3,71m
$\Delta \text{área}$	21,33m ²	4,27m ²	1,18m ²	32,99m ²

As figuras 2 e 3 ilustram as diferenças apresentadas no quadro 1. Onde os vetores em azul foram adquiridos pelo ARP e os vermelhos pelo método convencional.



Figura 2. Ortoimagem gerada sem ponto de controle do campo.



Figura 3. Ortoimagem gerada sem ponto de controle das quadras.

3.2. Resultados obtidos com ortorectificação gerada com pontos de controle

De forma semelhante ao item 3.1, a análise será realizada com as ortorectificações processadas com a utilização de 5 pontos de controle distribuídos em toda a área do imóvel. Os resultados obtidos estão descritos no quadro 2.

Quadro 2. Resultados do comparativo de acurácia posicional entre o levantamento topográfico convencional e com ARP

	Campo Futebol	Quadra Basquete	Quadra Tênis	Quadra Vôlei
ΔAz média	0,002°	0,028°	0,145°	0,084°
ΔAz máx	1,792°	0,128°	0,86°	0,185°
RMSE Pts	0,14m	0,08 m	0,18 m	0,86 m
$\Delta dist$ média	3,9cm	1,3cm	2,5cm	1,025m
$\Delta dist$ máx	31cm	6cm	33cm	2,18m
ΔPer	0,32m	0,03m	0,06m	4m
$\Delta \text{área}$	4,07m ²	0,680m ²	2,410m ²	37,22m ²

As figuras 4 e 5 ilustram os resultados obtidos no quadro 2.



Figura 4. Ortoimagem gerada com ponto de controle do campo.

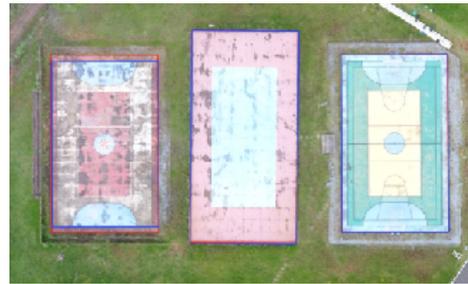


Figura 5. Ortoimagem gerada com ponto de controle das quadras.

4. DISCUSSÃO

Neste sumarizado estudo, os resultados obtidos destacam alguns pontos relevantes. Dentre os quais encontra-se a usabilidade do ARP para levantamentos de imóveis e de feições que não necessitam de um alto grau de acurácia posicional dos vértices.

O método do ARP registra diferença posicional de 2 a 3 metros e a forma ou representação vetorial das feições possui pequena alteração, exceto pelo cômputo da área. Além disso, estes resultados foram alcançados sem a necessidade de pontos de controle no terreno.

Por outro lado, a utilização de 5 pontos de controle reduz o deslocamento para valores submétricos, além disso, a forma das feições possui distorções mínimas, inclusive no cálculo de áreas.

Outro aspecto importante é o tempo do levantamento. No levantamento tradicional, o tempo total (locação de pontos + ajustamento + desenho e confecção de planta patrimonial) foi de 30 dias. Enquanto o tempo total com ARP foi de 7 dias, computado também o período para o levantamento e processamento de 5 pontos de controle.

Além do método de aquisição com o ARP ser ágil, outros produtos são gerados, diferentemente do método convencional. Por exemplo, ortoimagens e modelos digitais de superfície.

Um fato não previsto neste estudo ocorreu na feição quadra de vôlei. Nos dois casos, os resultados estavam com valores de discrepâncias elevados. Por fim, identificou-se que o método convencional realizou a aquisição da feição de modo incorreto, ou seja, ocorreu um erro grosseiro na delimitação da feição. Fato este identificado no ARP, conforme figura 5, e que demonstra a agilidade que o método propõe.

5. CONCLUSÕES

Inicialmente, é possível concluir que o método aplicado pode ser uma ferramenta para verificar a manutenção das formas de objetos identificados em ortoimagem gerados por softwares de processamento de imagens de ARP, além disso não há alteração significativa na forma da imagem entre os processamentos realizados com e sem pontos de controle.

As imagens geradas sem que haja a utilização de pontos de controle geram um deslocamento de cerca de 2,5 m. Isto pode ser observado com os RMSE de cada feição para o levantamento sem pontos de controle. Isto implica a possibilidade de utilização de imagens geradas por estes ARP e softwares em perímetros urbanos sem que seja possível coletar pontos de controle em solo.

Os vetores adquiridos de forma remota com utilização de imageamento por ARPs demonstrou ser um método possível a ser utilizado em levantamentos cadastrais e de grandes escalas quando é feito o uso de pontos de controle.

Porém, deve-se atentar para dificuldade de levantar pontos que estão sob coberturas como telhados ou copa de árvores. Estes casos ocasionam distorções na forma e no posicionamento dos elementos.

O tempo utilizado no imageamento por ARPs foi significativamente inferior ao levantamento convencional, considerando o tempo empregado na preparação das atividades, vetorização e finalização dos vetores.

Por fim, o ARP de baixo custo portando uma câmera digital convencional pode ser uma ferramenta promissora para levantamentos cadastrais de edificações, atendendo precisões suficientes para realização de medições em ortoimagem.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Remondino, F.; Barazzetti, L.; Nex, F.; Scaioni, M.; Sarazzi, D. UAV photogrammetry for mapping and 3D modeling - Current status and future perspectives. In: Int. Archives of Remondino, F.; Barazzetti, L.; Nex, F.; Scaioni, M.; Sarazzi, D. UAV photogrammetry for mapping and 3D modeling - Current status and future perspectives. In: Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (ISPRS), 38., 2011, Zurich. Conference UAV-g, Switzerland. Artigos, p. 25-31, On-line. Disponível em: <<http://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-infsci.net/XXXVIII-1-C22>>. Acesso em: 18 dez 2018.
- [2] Duft, D.G.; Sanches, G.M.; Luciano, A.C.S.; Montibeller, B.; Silveira H.L.F.; Sanches I.D.A.; Kolln O.T.; “Identificação de fechamento de dossel de cana-de-açúcar através de imagens de VANT”, Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Santos, SP, 28 a 31 maio 2017. ISBN:978-85-17-00088-1.
- [3] Cândido, A.K.; Encina, C.C.; Schlichting A.F.; Hauptental, M.R.; Filho, A.C.; Júnior, J.M.; Silva, N.M, “Modelo Digital de Superfície gerado a partir de imagens de VANT”, Anais 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, MS, 22 a 26 de novembro 2014 Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 296 -303
- [4] Almeida, I.C.; “Estudo sobre o uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (vant) para mapeamento aéreo com fins de elaboração de projetos viários”, Monografia, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2014.
- [5] Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS, Manual, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, abril de 2008.
- [6] Especificações e Normas para Levantamentos Geodésicos associados ao Sistema Geodésico Brasileiro, Especificação Técnica, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2017.