

Influência do uso de pontos de controle de campo na melhoria da acurácia dos dados coletados por meio de VANT nas periciais ambientais

C. A. Trindade ^{a,*}, J.C.S. Nunes ^b

^a Grupo de Perícias de Meio Ambiente, Setor Técnico-Científico da Polícia Federal em Minas Gerais (SETEC/MG), Belo Horizonte (MG), Brasil

^b Graduanda em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte (MG), Brasil

*Endereço de e-mail para correspondência: carlos_cart@hotmail.com. Tel.: +55-31-9151-5007.

Recebido em 07/12/2017; Revisado em 10/04/2018; Aceito em 12/04/2018

Resumo

Este trabalho avalia a qualidade dos produtos gerados pelo processamento fotogramétrico de fotografias aéreas tomadas por veículos aéreos não tripulados (VANTs), os modelos digitais de superfície e as ortofotos. Foram realizados três conjuntos de produtos, sendo o primeiro com as fotografias aéreas com as coordenadas do VANT, o segundo com as mesmas fotografias, mas com a introdução de uma medida de escala e o terceiro processado com pontos de controle de precisão centimétrica na região de estudo. A comparação entre as discrepâncias entre os pontos presentes nas ortofotos e seus homólogos pontos medidos em campo, mostrou que o terceiro método é melhor quando se é necessária grande precisão. Em relação à medição da dimensão das áreas, identificou-se discrepância significativa entre a área medida sobre a ortofoto determinada sem pontos de campo e a área medida sobre ortofoto com pontos de campo. Por sua vez, a área medida sobre a ortofoto gerada sem pontos de campo, porém com uma medida de distância determinada (modelo escalado) apresentou discrepância em torno de 1% em relação à área padrão. Cada trabalho de perícia na área ambiental, onde se necessita realizar medição de áreas ou de volumes, possui especificações de precisão particulares, exigindo análise da metodologia a ser aplicada. A realização de um voo com uso de pontos de controle aumenta a confiabilidade do produto final, entretanto a realização de pelo menos uma medida de distância no modelo tridimensional se mostrou suficiente para aumentar a precisão da determinação de áreas nas ortofotos.

Palavras-Chave: VANTs; Processamento Fotogramétrico; Precisão; Perícia Ambiental.

Abstract

This work evaluates the quality of the products generated by photogrammetric processing of aerial photographs taken by unmanned aerial vehicles (UAVs), digital surface models and orthophotos. Three sets of products were performed, the first one with aerial photographs with the UAV coordinates, the second with the same photographs, but with the introduction of scale, and the third one with centimeter precision control points collected in the region of study. The comparison between the discrepancies of the points present in the orthophotos and their counterparts measured points in the field showed that the third method is the best when great accuracy is required. In relation to the measurement of the size of the areas, a significant discrepancy was identified between the area measured on the orthophoto determined without control points and the area measured on the orthophoto determined with control points. On the other hand, the area measured on the orthophoto generated without control points, but with measure of a determined distance (scaled model) presented a discrepancy around 1% in relation to the standard area. Each work of expertise in the environmental area, where it is necessary to perform measurement of areas or volumes, has particular specifications of precision, requiring analysis of the methodology to be applied. The accomplishment of a flight using control points increases the reliability of the final product; however, the accomplishment of at least one measure of distance in the three-dimensional model was shown enough to increase the accuracy of the determination of areas in orthophotos.

Keywords: UAVs; Photogrammetric Processing; Precision; Environmental Expertise.

1. INTRODUÇÃO

O uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs) já é uma realidade na execução dos trabalhos de campo no Grupo de Meio Ambiente do Setor Técnico-Científico da Polícia Federal de Minas Gerais. Uso de tais equipamentos tem ganhado espaço devido à agilidade na obtenção das imagens, na qualidade dos dados adquiridos e na possibilidade de se materializar o local dos exames da forma como encontrada pelos Peritos por ocasião dos trabalhos de campo. Comparado com imagens satelitais, o uso do VANT favorece a obtenção de dados de forma rápida, com relativo baixo custo e com resolução espacial muito maior [1]. O setor dispõe de um VANT do tipo multirrotor, modelo/marca Phantom 3 Pro / DJI, equipamento de partida no mercado deste tipo de equipamento. O veículo é dotado de um receptor GNSS (*Global Navigation Satellite System* – sistema global de navegação por satélite) que permite atribuir valores de coordenadas geodésicas como um atributo das fotografias registradas. A partir do conjunto de fotografias do local, é realizado o processamento fotogramétrico que gera, como produtos finais, ortofotos e modelos digitais de superfície (MDS) [2]. Tais produtos são os insumos básicos para os trabalhos periciais, que consistem, em geral, na constatação de área de vegetação degradada, determinação de intervenção em área de preservação permanente na orla de represas, determinação do cálculo de volume ilegal de minerais extraídos e determinação de áreas de invasão de propriedade da União [1,2].

O fato das fotografias aéreas possuírem como atributo valores de coordenadas gera produtos de forma georreferenciada. Com o objetivo do aumento da precisão dos dados gerados, pode ser realizado o levantamento topográfico ou geodésico de pontos de controle, por meio de uma estação total ou um par de receptores GNSS de precisão, de forma a servir de apoio ao georreferenciamento dos dados e na correção geométrica das imagens captadas pelo VANT [3]. Os pontos de apoio devem ser dispostos em local plano, com boa visibilidade (contraste e dimensões apropriadas dependendo da altura do voo) e afastados de objetos altos, de forma a possuírem boa visualização destes nas imagens registradas. Alguns trabalhos, como a mensuração de volume em áreas mineradas, não necessitam necessariamente estar georreferenciados, mas possuírem valor de escala preciso em relação ao terreno real. Tal medida pode ser realizada com uma trena a *laser* [4].

Como referido equipamento foi recém-incorporado ao setor técnico-científico, houve a necessidade de se verificar as precisões que este permite obter nos trabalhos de campo.

O presente trabalho visa avaliar a qualidade das ortofotos e MDSs obtidos a partir do processamento

fotogramétrico de fotografias aéreas tomadas por meio do VANT disponível no SETEC/SR/PF/MG.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada a cobertura fotográfica de 88 fotos em cerca de 38.000 m² (3,8 ha) de uma área localizada no município de Nova Lima/MG. O sobrevoo foi realizado a uma altura de 40 metros, com recobrimento de 80% longitudinal e 80% lateral entres as fotos, gerando ortofotos com resolução espacial de 1,7 cm e MDS com resolução espacial de 6 cm. Utilizou-se a câmera embarcada no Phantom 3 com resolução de 12 MP.

Ato contínuo foi realizado o levantamento de pontos de controle com receptor GNSS de precisão de forma a servir de parâmetro para a avaliação da qualidade dos dados gerados com o VANT. Todos os pontos de controle, bem como os dados gerados, foram levantados no sistema de coordenadas planas UTM, *datum* horizontal SIRGAS2000, fuso 23. Foram gerados três conjuntos de ortofotos e MDSs. O primeiro utilizando como entrada somente as fotografias com coordenadas obtidas pelo receptor GNSS do VANT. O segundo utilizou estas mesmas fotografias, porém com a determinação de uma medida de distância em campo, de forma a escalar (colocar em escala) o modelo. O terceiro foi processado utilizando 7 pontos de controles de precisão centimétrica distribuídos na região de estudo.

A avaliação considerou a discrepância 10 (dez) outros pontos de checagem medidos com precisão centimétrica em campo e seus homólogos presentes nas ortofotos. Além da qualidade posicional, verificou-se o valor das áreas vetorizadas sobre as ortofotos. Nesse caso, utilizou-se como padrão a área da ortofoto gerada com uso de pontos de controle.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A *Tab. 1* apresenta os valores máximos, mínimos e médios, além do desvio padrão referente às discrepâncias planialtimétricas identificadas.

Os resultados obtidos indicam que o uso de pontos de controle com precisão centimétrica é o melhor método a ser empregado quando se necessita de grande precisão por fornecerem precisão horizontal e altimétrica em ordem de poucos centímetros. Observou-se que o desvio padrão planialtimétrico resultante com alvos pré-sinalizados foi significativamente menor, indicando que o uso dos pontos de controle contribui para a melhoria da qualidade do produto final. Os modelos tridimensionais sem uso de pontos de campo apresentaram erros maiores nos componentes planimétricos e altimétricos. Os valores planimétricos nestes dois modelos ficaram em média em torno de 3 a 4 metros, o que era de se esperar, tendo em vista que utilizam como referência geográfica as coordenadas

fornecidas pelo receptor do VANT, que é de navegação, com precisão nominal na ordem de 10 metros.

A **Tab. 2** apresenta o valor das áreas medidas sobre as ortofotos geradas, com o valor das discrepâncias identificadas. Foi escolhida uma área em que seus limites se encontravam bem definidas nas ortofotos (**Fig. 1**).

Em relação à medição da dimensão das áreas, identificou-se discrepância significativa entre a área medida sobre a ortofoto determinada sem pontos de campo. Esta diferença ficou em torno de 5%. A área medida sobre a ortofoto gerada sem pontos de campo,

porém com uma medida de distância determinada (modelo escalado) apresentou discrepância em torno de 1% em relação à área padrão. Assim, para a determinação de valores de área com precisão centimétrica, há necessidade da realização do levantamento de pontos de controle em campo. Verifica-se ainda que a realização da determinação de uma medida de distância determinada em campo melhora significativamente a precisão na determinação do valor de áreas. Tal medida poderia ser realizada com uso de uma trena a laser.

Tabela 1. Resumo descritivo referente às discrepâncias planimétricas.

Ortofotos e MDS	Máximo (m)			Mínimo (m)			Média (m)			Desvio Padrão		
	ΔE	ΔN	Δh	ΔE	ΔN	Δh	ΔE	ΔN	Δh	ΔE	ΔN	Δh
Receptor VANT	6,221	4,259	6,448	1,092	0,698	3,498	3,579	2,105	5,097	1,696	1,183	0,976
Receptor VANT + Escala	4,597	3,239	7,974	2,293	1,038	4,888	3,79	2,428	6,582	0,719	0,714	1,022
Com Pontos de Controle	0,164	0,185	0,094	0,002	0,012	0,008	0,08	0,084	0,043	0,048	0,059	0,025

Tabela 2. Áreas medidas sobre as ortofotos geradas, com as discrepâncias identificadas.

Descrição	Área (m ²)	Δ Área (m ²)	%
Área identificada sobre a ortofoto com pontos de controle (referência)	1.066,3	-	-
Área identificada sobre a ortofoto sem pontos de controle	1.010,8	55,5	5,2
Área identificada sobre a ortofoto sem pontos de controle + escala	1.075,7	9,4	0,9



Figura 1. Área medida sobre a ortofoto de referência

4. CONCLUSÕES

Cada trabalho de perícia na área ambiental, onde se necessita realizar medição de áreas ou de volumes, possui especificações de precisão particulares. O cálculo de áreas degradadas ou de áreas desmatadas pode ser realizado com especificações menos precisas que em locais onde é necessário realizar o cálculo de volume em áreas mineradas, principalmente em regiões onde se periciam minerais de alto valor.

A realização de um voo com uso de pontos de controle em campo aumenta a confiabilidade do produto final gerado, porém demanda mais tempo. A realização de pelo menos uma medida de distância no modelo tridimensional se mostrou suficiente para aumentar a precisão da determinação de áreas nas ortofotos. Com a existência de diversos modelos de VANT, com sensores de qualidades diferentes, há a necessidade de avaliar constantemente com rigor os dados gerados. O fato de tais equipamentos permitirem a geração de produtos digitais não significa que tais dados atendam às especificações necessárias, podendo incorrer na geração de dados incompatíveis para embasar laudos periciais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Setor Técnico-Científico da Polícia Federal em Minas Gerais (SETEC/MG) pelo suporte e pela permissão do uso do VANT para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] American Society of Photogrammetry - ASP. *Manual of Photogrammetry*, 1966.
- [2] A. M. R. Ferreira. *Utilização de aeronaves remotamente pilotadas para extração de mosaico georreferenciado multiespectral e modelo digital de elevação de altíssima resolução espacial*. Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2013.
- [3] J. F. G. Monico. *Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: Descrição, Fundamentos e Aplicações*. 1ª ed. São Paulo: Unesp, p. 287, 2000.
- [4] I. R. Lemes, *Influência do uso de pontos pré-sinalizados na qualidade de ortofotos geradas por imagens obtidas por RPAS*, 12º COBRAC, 2016.