

USO DE RECEPTOR TOPOGRÁFICO NA CORREÇÃO DO POSICIONAMENTO DE ORTOMOSAICO E MODELO DIGITAL DO TERRENO PRODUZIDO À PARTIR DE AEROFOTOGRAMETRIA

M. T. Silva¹, O. L. Lemos¹

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil

Comissão IV - Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens

RESUMO

A fotogrametria é considerada a ciência que reconstrói o espaço tridimensional a partir de imagens bidimensionais, podendo gerar produtos como mapas, listas de coordenadas, modelo tridimensionais, etc. Com o desenvolvimento da nanotecnologia e de softwares e máquinas com alta capacidade de processamento, novas tecnologias surgiram, promovendo uma revolução na fotogrametria digital. Uma das ferramentas que contribui para tais avanços foram as Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs), principalmente pela sua versatilidade. Normalmente, são necessários Pontos de Controle (GCPs) coletados com receptores de alta precisão para fornecer coordenadas ao processamento fotogramétrico. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a precisão dos produtos originários do processamento fotogramétrico de imagens capturadas por RPA modelo Phantom 4, utilizando GCPs coletados com receptor GNSS de precisão submétrica. O erro de posicionamento dos produtos finais foi de 0,38; 0,58 e 0,76 metros nos eixos X, Y e Z – respectivamente. Sendo assim, percebe-se que tais receptores podem ser utilizados para reduzir o erro de posicionamento dos produtos da aerofotogrametria.

Palavras chave: Geoprocessamento, Fotogrametria, Topografia.

ABSTRACT

The photogrammetry is considered as the science that reconstructs the tridimensional space using bidimensional images, generating products such as maps, coordinate lists, tridimensional models, etc. With the nanotechnology's, software's and machines with high processing capacity development, the digital photogrammetry has passed through a revolution. The Remotely Piloted Aircrafts (RPA) are one of the tools that contributes for these advances, mostly, due to its versatility. Normally, it's necessary to collect Ground Control Points (GCPs) with high precision GNSS receivers, to provide the coordinates to the photogrammetric processing. In this way, the present work aimed to assess the precision of the products resulted from the photogrammetric processing of images captured with a Phantom 4 RPA, using GCPs collected with a GNSS receiver that has submetric precision. The final products' positioning error was 0.38; 0.58 e 0.76 meters on the X, Y and Z axes – respectively. Therefore, it can be noticed that these receivers can be used to reduce the aerophotogrammetry's products positioning error.

Keywords: Geoprocessing, Photogrammetry, Topography.

1- INTRODUÇÃO

Em meados do século XIX, poucas décadas após o surgimento das fotografias, o francês Aimé Laussedat já teve a intenção de utilizá-las para realizar medições. A partir de então a fotogrametria veio se desenvolvendo como a ciência e tecnologia que reconstrói o espaço tridimensional a partir de imagens bidimensionais. Seus produtos são diversos, podendo se apresentar na forma de mapas, listas de coordenadas, modelo tridimensional, etc. (Coelho e Brito, 2007).

Desde o seu surgimento, quando os produtos e processos eram analógicos; até os dias de hoje, em que

os procedimentos ocorrem em ambiente digital, a fotogrametria passou por uma grande revolução. Tais avanços foram proporcionados principalmente pelo desenvolvimento de máquinas e softwares com alta capacidade de processamento e de equipamentos eficientes para aquisição de dados.

Dentre estes equipamentos, destacam-se as Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs), que de acordo com o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) do Ministério da Defesa (DECEA, 2016), são aeronaves pilotadas a partir de uma estação de pilotagem remota, diferindo dos aeromodelos por serem utilizadas com propósitos não recreativos. Estes

equipamentos são considerados ideias para coleta de dados para diversos setores do mercado, principalmente pela capacidade de admitirem missões de alto risco (Bernardi et al, 2014).

De acordo com Woodget et al. (2015), a emergência de pequenas RPAs contribuiu significativamente para a mudança metodológica que os levantamentos topográficos tem sofrido. Fonstad et al. (2013), consideram que tal ferramenta produz dados de qualidade e resolução comparáveis com os obtidos por sensores tipo LiDAR ou pela fotogrametria clássica; mas com maior facilidade e menor custo.

Para que os processamentos possam ocorrer de forma acurada, as fotografias necessitam possuir parâmetros de orientação interior (obtidos quando da calibração da câmera) e os parâmetros de orientação exterior (medidos pela unidade de medida inercial e pelo receptor GNSS aerotransportado). Normalmente, estes receptores tem erro semelhante àqueles conhecidos como sendo de navegação (em torno de 10 metros). No entanto, quando se deseja que o produto final possua maior acurácia, normalmente se coleta Pontos de Controle (GCPs) com receptores de precisão milimétrica, como os para fins geodésicos.

No entanto, tais receptores são de custo elevado, o que pode inviabilizar a execução de projetos caso não se possua capital suficiente para investir nessa tecnologia. Dessa forma, quando uma precisão milimétrica no produto final não é mandatória, pode-se optar por aparelhos intermediários, que possuam precisão submétrica com os dados pós-processados. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a precisão dos produtos originários do processamento fotogramétrico de imagens capturadas por Aeronave Remotamente Pilotada utilizando Pontos de Controle coletados com receptor GNSS cuja precisão é submétrica.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento foi executado em uma propriedade rural no município de Barra da Estiva. A área se enquadrada no bioma Caatinga, estando inserida na Região Hidrográfica Nacional do Atlântico Leste, Região de Planejamento e Gestão das Águas do Rio das Contas (INEMA, 2017), porção oeste do município, conforme pode-se observar na Figura 1. O clima do município é classificado como Úmido Subúmido (C2 r W1 B'2), com temperatura e precipitação anual médias de 19,1 °C e 1007,5 mm – respectivamente; estando a uma altitude média de 1040 metros (Azevedo e Silva, 2000). As fitofisionomias características do município são a Caatinga Arbórea Densa, com palmeiras e o Cerrado Arbóreo Aberto, com Floresta-de-Galeria (SEI, 2017).

A coleta de dados foi efetuada no dia 15 de abril de 2017 das 12:00 às 12:15, utilizando-se uma RPA Phantom 4, da marca DJI. Nela esteve acoplado um sensor digital modelo FC330 de 12 megapixels de

resolução, capaz de capturar as faixas RGB do espectro eletromagnético. O voo foi executado no modo autônomo, tendo o planejamento sido feito no aplicativo Drone Deploy, onde se inseriu os parâmetros presentes na tabela 1.

Os GCPs foram sinalizados a campo usando tijolos com uma marca de tinta preta no centro (para que fossem visíveis na imagem) e coletados com receptor GNSS modelo Mobile Mapper 10, da marca Ashtech. Tal aparelho calcula seu posicionamento com base na fase da portadora (L1). Os dados colhidos por tal aparelho foram pós-processados e corrigidos no software Mobile Mapper Office 4.8 utilizando informações fornecidas por duas estações coletoras da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do IBGE – Jáiba-MG e Vitória da Conquista-BA; com isso a precisão chegou a até 50 cm.

O processamento fotogramétrico das fotografias (aerotriangulação, ortorretificação, mosaicagem e georreferenciamento) foi feito visando a construção de um mosaico de ortofotos e um modelo digital do terreno.

3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado do processamento fotogramétrico, obteve-se um ortomosaico e um modelo digital do terreno com resolução espacial de 3,71 e 7,41 cm – respectivamente, que podem ser visualizados na figura 2. Em estudo semelhante, Ferreira et al. (2013) obtiveram um mosaico com 1 cm e MDT com 6 cm de resolução espacial utilizando uma RPA da empresa Mikrokopter com câmera digital de 12 megapixels.

Analisando-se a figura 3, pode-se perceber que a sobreposição de imagens alcançada foi maior que 9 imagens em grande parte da área, o que garante a qualidade do produto – principalmente no que se refere às informações tridimensionais da área de estudo. Além disso, pode-se visualizar na mesma figura o trajeto da aeronave com o erro de localização das fotografias tomadas, sendo que o erro em Z é representado pela cor da elipse, e o erro em X e Y é representado pelo formato e direção da elipse.

O erro médio do posicionamento das imagens em X foi de 4,24 metros, enquanto no eixo Y foi de 2,25 metros. Observa-se que a elipse dos erros está orientada na mesma direção da linha de voo (WNW-ESE), isso provavelmente ocorreu pelo fato de a captura de imagens ter sido feito em pleno movimento, e não com a opção de que aeronave faça uma pausa antes de tomá-las. Já em Z, o erro de posicionamento foi de 2,18 metros, totalizando um erro de 5,44 metros nas três dimensões.

Com o uso dos GPCs, as imagens tiveram seu erro de posicionamento bastante reduzido, fazendo com que os produtos finais tivessem erro de posicionamento de 0,38; 0,58 e 0,76 metros nos eixos X, Y e Z (respectivamente), totalizando um erro de 2,19 metros. Na tabela 2 pode-se visualizar os valores médios dos erros.

Em trabalho semelhante utilizando um multirrotor, Carrera-Hernández et al. (2016) coletaram GCPs com um receptor Trimble R7 no modo Real Time Kinematic (RTK) e obtiveram um erro nos produtos finais de 3,29 cm na horizontal e 1,84 cm na vertical. Hugenholtz et al. (2017) também coletaram GCP com o Trimble R7 no modo RTK, mas utilizando uma aeronave de asa fixa encontraram um erro de 18 cm na horizontal e 29 cm na vertical.

4- CONCLUSÕES

Dessa forma, conclui-se que os receptores topográficos podem ser considerados uma alternativa economicamente viável e tecnicamente confiável para redução do erro de posicionamento dos produtos obtidos a partir da aerofotogrametria.

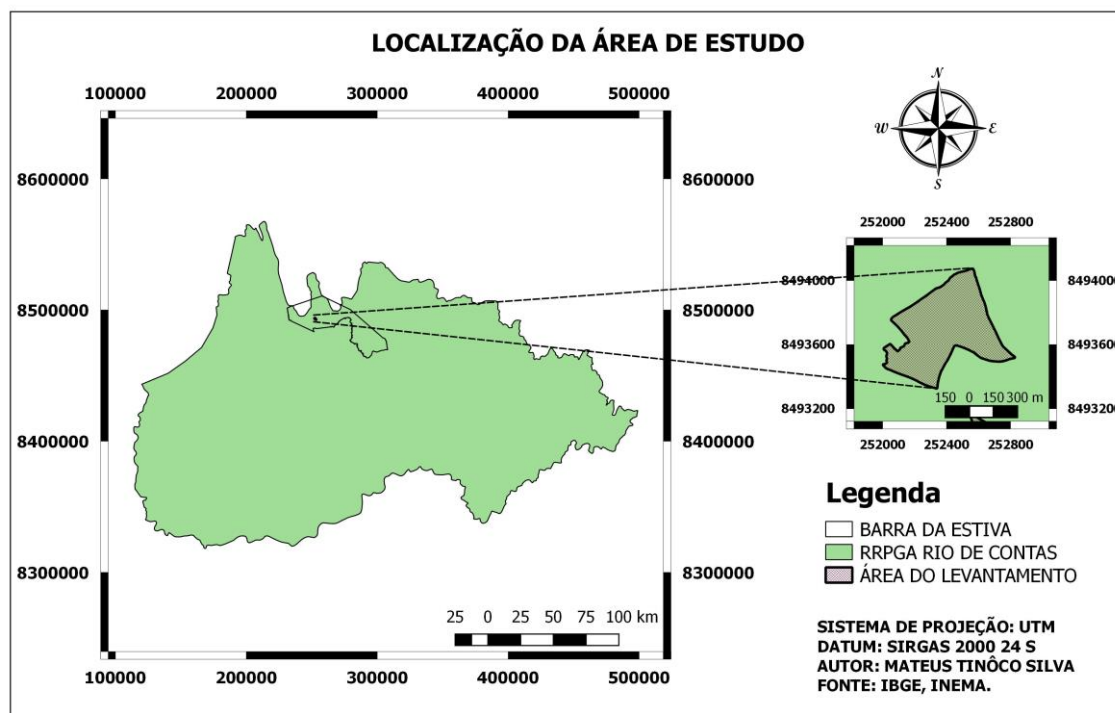


Fig. 1 – Localização da área de estudo

TABELA 1 – PARÂMETROS DO LEVANTAMENTO EXECUTADO

Resolução da Câmera (megapixel)	Distância Focal (mm)	Recobrimento Lateral (%)	Recobrimento Longitudinal (%)	Altitude de voo (m)	Número de imagens	Área Imageada (m²)	GSD (cm)
12	3,61	80%	80%	100	340	180000	4,3

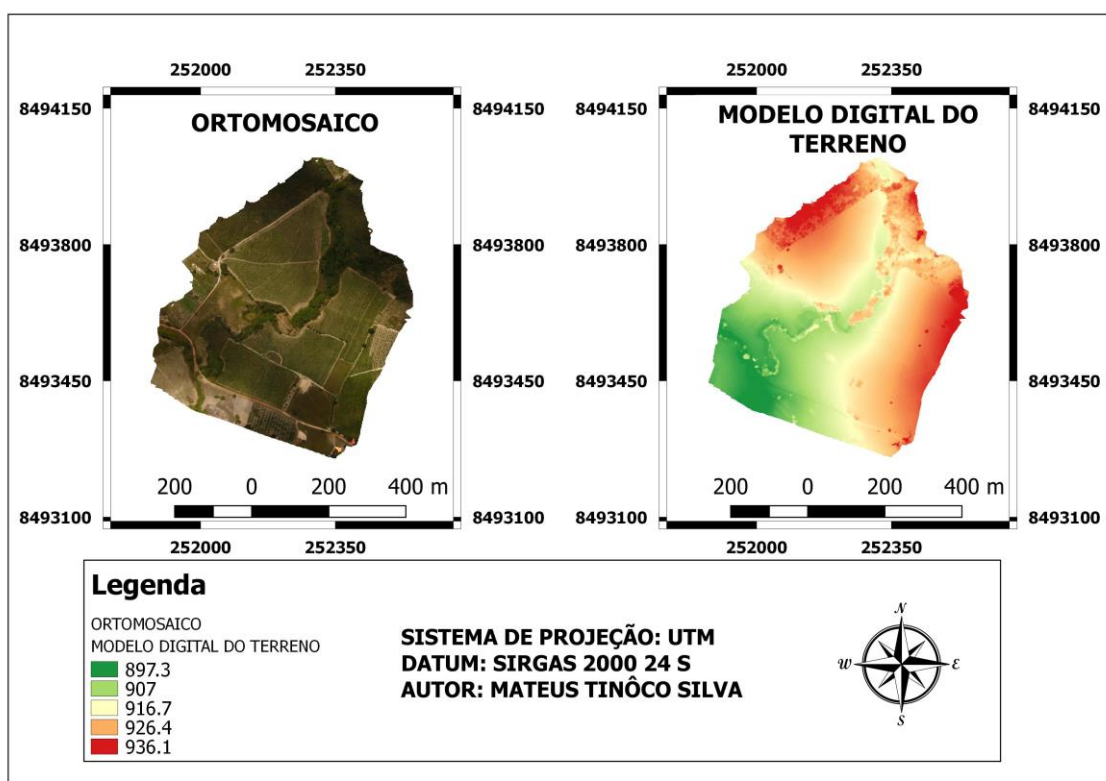


Fig. 2 – Mosaico de ortofotos e modelo digital do terreno

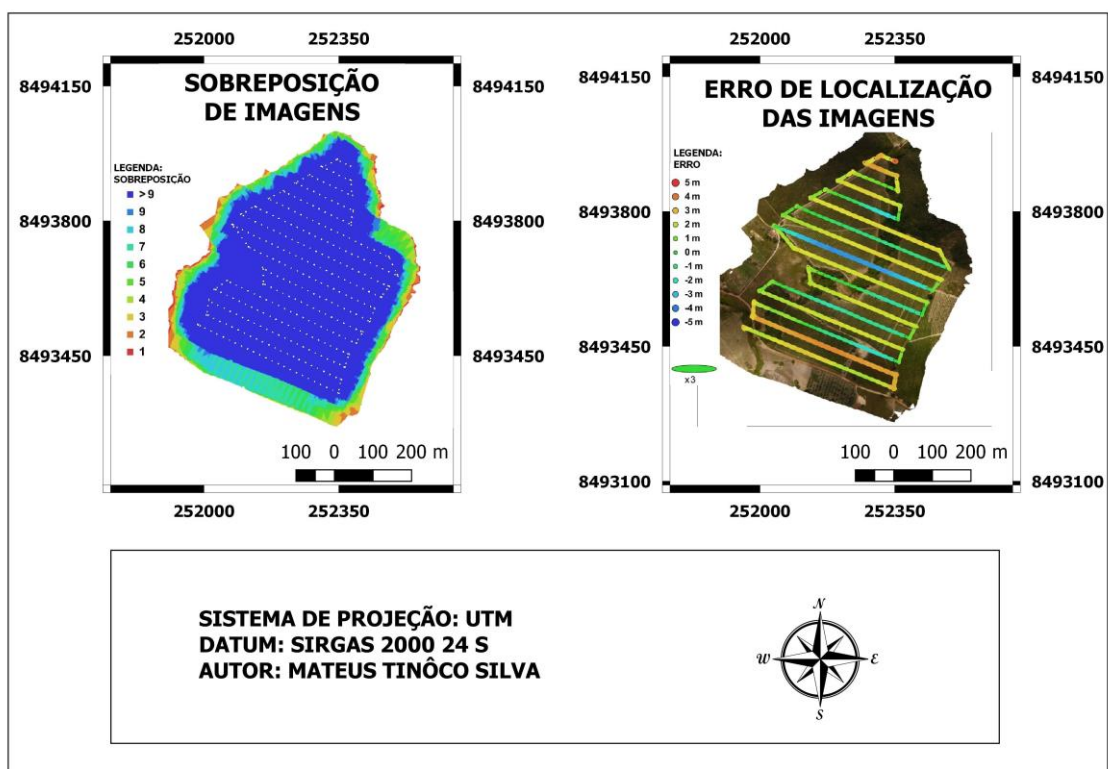


Fig. 3 – Parâmetros do processamento fotogramétrico.

TABELA 2 – ERROS DE POSICIONAMENTO

Erro	X (m)	Y (m)	Z (m)
IMAGENS	4,44	2,25	2,18
PRODUTOS	0,38	0,58	0,76

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azevedo, P.V. de; Silva, G.B. da, 2000. Potencial Agroclimático da Região da Chapada Diamantina no Estado da Bahia. Revista Brasileira de Meteorologia, Vol.15, Nº 1, pp. 77 – 88.

Carrera-Hernández, J. J.; Levresse, G.; Lacan, P.; Aranda-Gómez, J. J, 2016. A low cost technique for development of ultra-high resolution topography: application to a dry maar's bottom. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Vol. 33, Nº 1, pp. 122- 133.

Coelho, L.; Brito, J. N., 2007. Fotogrametria Digital, EdUERJ, Rio de Janeiro, 196 páginas.

DECEA. Ministério da Defesa - Comando da Aeronáutica – Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Aprova a atualização da ICA 100-40, que trata dos “Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro”. Portaria Nº 282/DCEA, 22 de dezembro de 2016. Boletim do Comando da Aeronáutica nº 019, de 02 fev. de 2017.

Ferreira, A. M. R; Roig, H.L.; Marotta, G. S.; Menezes P. H. B. J., 2013. Utilização de aeronaves remotamente pilotadas para extração de mosaico georreferenciado multiespectral e modelo digital de elevação de altíssima resolução espacial, em: Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu – PR, Brasil, pp. 9308-9315.

Fonstad, M. A.; Dietrich, J. T.; Courville, B. C.; Jensen, J. L.; Carbonneau, P. E., 2013. Topographic structure from motion: a new development in photogrammetric measurement. Earth Surface Processes and Landforms, Vol. 38, pp. 421-430.

Hugenholtz, C. H.; Whitehead, K.; Brown, O. W.; Barchyn, T. E.; Moorman, B. J.; Leclair, A.; Riddel, K.; Hamilton, T, 2013. Geomorphological mapping with a small unmanned aircraft system (sUAS): feature detection and accuracy assessment of a photogrammetrically-derived digital terrain model. Geomorphology, Vol. 194, pp. 16-24.

INEMA. Mapas Temáticos da Bahia. In: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: Acesso em: 11 abr. 2017.

SEI. Sistemas de Informações Municipais. In: Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Disponível em: Acesso em: 11 abr. 2017.

Woodget, A. S.; Carbonneau, P. E.; Visser, F.; Maddock, I. P, 2015. Quantifying submerged fluvial topography using hyperspatial resolution UAS imagery and structure from motion photogrammetry. Earth Surface Processes and Landforms, Vol. 40, pp. 47-64.