

AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA POSICIONAL DE PRODUTOS CARTOGRÁFICOS OBTIDOS POR AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (ARP)

**DIEGO CAMPANA LOUREIRO¹, LUCAS CALDAS DE OLIVEIRA², RAPHAEL
PRAZERES DA SILVA³, WELINGTON GONZAGA DO VALE⁴**

¹ Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, CCAA/UFS, São Cristóvão - SE, email: campanaloureiro@gmail.com.

² Eng. Agrícola, UFS, São Cristóvão - SE.

³ Graduando em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, CCAA/UFS, São Cristóvão - SE.

⁴ Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, CCAA/UFS, São Cristóvão - SE.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: Com o uso crescente de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) na obtenção de produtos cartográficos digitais, houve uma revolução nos métodos de levantamento aerofotogramétrico. Os parâmetros de sobreposição longitudinal e lateral de imagens aéreas são cruciais para a observação estereoscópica e a qualidade dos produtos cartográficos. O presente trabalho objetivou avaliar a acurácia posicional de ortoimagens e MDT gerados a partir de fotografias aéreas com diferentes sobreposições longitudinais e laterais obtidas por ARP. O levantamento foi realizado no Campus Rural da UFS, em São Cristóvão-SE. As ortoimagens e os MDTs foram submetidos a análise de tendência e precisão em suas componentes posicionais, de acordo com o Decreto n° 89.817/1984. A acurácia altimétrica dos MDTs com algumas sobreposições apresentou tendência e pode gerar análises e produtos inconsistentes com a realidade de campo. O estudo mostrou que a sobreposição 70x70% foi a mais eficiente para a aquisição de ortoimagem e MDT e que, sobreposições maiores não provocam reduções nos erros planialtimétricos.

PALAVRAS-CHAVE: modelo digital de terreno; aerofotogrametria; ortoimagens

EVALUATION OF POSITIONAL ACCURACY OF CARTOGRAPHIC PRODUCTS OBTAINED BY REMOTELY PILOTED AIRCRAFT (RPA)

ABSTRACT: With the increasing use of Remotely Piloted Aircraft (RPA) in obtaining digital cartographic products, there has been a revolution in aerial photogrammetric survey methods. The parameters of longitudinal and lateral overlap of aerial images are crucial for stereoscopic observation and the quality of cartographic products. This study aimed to evaluate the positional accuracy of orthoimages, and Digital Terrain Models (DTMs) generated from aerial photographs with different longitudinal and lateral overlaps obtained by RPA. The survey was conducted at the Rural Campus of UFS in São Cristóvão-SE. The orthoimages and DTMs were subjected to trend analysis and precision in their positional components, following Decree No. 89.817/1984. The altimetric accuracy of the DTMs with some overlaps showed a trend and may generate inconsistent analyses and products with the field reality. The study demonstrated that a 70x70% overlap was the most efficient for acquiring orthoimages and DTMs, and larger overlaps do not result in reductions in planimetric and altimetric errors.

KEYWORDS: digital terrain model; aerial photogrammetry; orthoimages

INTRODUÇÃO: O crescimento e a utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) é notável em diversas áreas técnicas (TORRADO, 2016), dentre elas a agricultura, cujas atividades demandam a utilização de áreas significativamente grandes, sendo relevante a elaboração de Modelos Digitais do Terreno (MDT). De acordo com Nex e Romandino (2014), os MDTs são capazes de atender, com eficiência, diversas situações ligadas a sistematização da área, a partir da obtenção de informações geográficas, gerando ortoimagens, modelos tridimensionais, cálculos de volume e aterro, entre outros produtos utilizados para a tomada de decisões e identificação de potenciais problemas que impactam a produtividade. Entretanto, a coleta de dados para elaboração de MDTs apresentam obstáculos, além de demandar tempo e altos recursos, sendo a utilização de ARP uma solução viável com excelentes resultados (ROSA et al., 2018; SOPCHAKI et al., 2018). O aumento de MDT obtidos por ARP, tem levantado questionamentos sobre a sua qualidade, assim, no Brasil, esse controle se dá pelo Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984 (BRASIL, 1984), que estabelece o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC). Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar a acurácia posicional de ortoimagens e MDT gerados a partir de fotografias aéreas com diferentes sobreposições longitudinais e laterais obtidas por ARP e tem como objetivos específicos, verificar a acurácia e precisão de ortoimagens e MDTs obtidos por ARP, classificar de acordo com o Decreto nº 89.817 e determinar qual a sobreposição aerofotogramétrica mais eficiente.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo da avaliação da acurácia posicional de produtos cartográficos obtidos por ARP foi realizado na Fazenda Experimental “Campus Rural da Universidade Federal de Sergipe – UFS”, localizado em São Cristóvão -SE. O levantamento aerofotogramétrico foi realizado em área com variação de altitude entre 21 e 31 m, com predominância na área de solo exposto, pequenas manchas de vegetação rasteira (gramíneas), poucas árvores e relevo suave. O levantamento aerofotogramétrico foi realizado com ARP Dji Phantom 3 Professional com as seguintes características: peso de 1,3 kg, resolução 12,4 Megapixels, tamanho máximo da imagem 4000x3000, 23 min como tempo máximo de voo e 5km de distância máxima do rádio. O sensor óptico de captura de imagens utilizado foi o modelo EXMOR, da Sony, com as seguintes características: 6.16mm (largura do sensor), 4.62mm (altura do sensor), 20mm (Distância focal equivalente a 35mm), 4000px (Largura da imagem), 3000px (Altura da imagem) e 3.61mm (Distância focal verdadeira). Para aquisição das fotografias aéreas foram realizados 25 voos com diferentes sobreposições longitudinais e laterais a uma altura média de 96,65m, através do aplicativo Dronedeploy. Neste trabalho foram implantados 40 pontos de apoio, sinalizados com pratos descartáveis na cor azul com 20 cm de diâmetro, destes, 25 foram utilizados como pontos de controle (PC) no processamento das imagens e 15 foram utilizados como pontos de verificação (PV) para a avaliação de acurácia posicional dos MDTs. As imagens foram processadas no *software* fotogramétrico Agisoft Photoscan, realizado em quatro etapas: alinhamento das fotos e calibração das câmeras, geração da nuvem de pontos densa, modelagem tridimensional para geração dos MDTs e geração das ortoimagens. Para a verificação da acurácia planimétrica foi utilizado o *software* QGIS, juntamente com as coordenadas dos pontos coletados por receptor GNSS, para verificação do erro planimétrico, através da distância horizontal. Para a avaliação da acurácia altimétrica, utilizou-se os valores extraídos do MDT, o erro foi calculado subtraindo o valor da altitude derivado do GNSS pela do MDT. E através do *software* GeoPec, foi realizada a avaliação da acurácia posicional. As análises estatísticas para verificação da precisão das informações planialtimétricas, foram realizadas de acordo com o Decreto n. 89.817/1984, aliada às tolerâncias da ET-CQDG. Em seguida os produtos cartográficos foram submetidos a análise de tendência e precisão em suas componentes posicionais e classificados de acordo com o Padrão

de Exatidão Cartográfica (PEC) em conjunto com o Padrão de Cartografia Digital (PCD) – PEC-PCD.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Com relação aos valores de discrepância posicional planimétrica, as médias oscilaram entre 0,045 e 0,072 atendendo a erros centimétricos e sem tendência, com RMS de 0,056 a 0,079m. A ortoimagem com sobreposição de 65x70% apresentou valores de média e RMS similares à sobreposição de 85x85%, rejeitando a hipótese de que a utilização de uma sobreposição maior acarretaria uma redução dos erros planimétricos. Todas as sobreposições avaliadas apresentaram resultados acurados em suas componentes posicionais para a escala de 1:250 e classificação PEC-PCD variando entre as classes B e C, com predominância da classe B quando utilizada sobreposição longitudinal maior ou igual a 75%. As ortoimagens só foram acuradas na classe A na escala de 1:350, e somente para as sobreposições 70x70%, 80x70%, 85x65% e 85x70%. Os dados oscilaram sem seguir um padrão de diminuição do erro de acurácia posicional com o aumento das sobreposições. É notável que a ortoimagem produzida com a sobreposição de 70x70% apresentou menores valores de discrepâncias métricas (média, máximos, mínimos e RMS) quando comparadas com as demais sobreposições. Os resultados mostraram que os modelos gerados com a sobreposição lateral de 70% apresentaram maior precisão do que com a sobreposição de 80%. Já Dandois et al. (2015), encontraram que sobreposições maiores, especialmente a sobreposição longitudinal, é crucial para minimizar o erro de estimativa de altura do dossel da floresta. Fatores ambientais como vegetação, condições climáticas e relevo, também podem aumentar os valores das discrepâncias posicionais nas ortoimagens. Analisando os resultados obtidos na avaliação dos MDTs para a equidistância de 10 cm, observou-se que a utilização de diferentes sobreposições não exerceu influência. Alguns MDTs apresentaram tendência, estes foram classificados quanto aos valores de suas discrepâncias, mas não são indicados para serem utilizados como fonte de informação sobre o terreno e não são considerados acurados. Os resultados foram semelhantes aos de Domingo (2019) onde modelos com melhores acurácias foram obtidos utilizando uma sobreposição de 70% quando comparada com uma sobreposição de 80%.

CONCLUSÕES: O estudo mostrou que a sobreposição 70x70% foi a mais eficiente para a aquisição de ortoimagem e MDT e que, sobreposições maiores não provocam reduções nos erros planialtimétricos.

REFERÊNCIAS:

BRASIL, **Decreto nº 89.817/84, de 20 de junho de 1984.** Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Brasília, Diário Oficial da União, Brasil, 22 de julho 1984.

DANDOIS, J. P., OLANO M., ELLIS, E. C. Optimal Altitude, Overlap, and Weather Conditions for Computer Vision UAV Estimates of Forest Structure. **Remote Sensing**, 2015; 7(10):13895-13920.

DOMINGO, D. et al. Effects of UAV Image Resolution, Camera Type, and Image Overlap on Accuracy of Biomass Predictions in a Tropical Woodland. **Remote Sens**, 21 February 2019.

NEX, F.; REMONDINO, F. UAV for 3D mapping applications: **A review**. Applied Geomatics, 2014. 1-15.

ROSA, C. N.; PICCILLI, D. G. A.; TASSI, R.; FAVARETTO, J. R.; LIMBERGER, M.F. Utilização de veículos aéreos não tripulados em projetos de drenagem urbana. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ - Vol. 41 - 1 / 2018.**

SOPCHAKI, C. H; PAZ, O. L. S; GRAÇA, N. L. Z. S; SAMPAIO, T. V. M. Verificação da qualidade de ortomosaicos produzidos a partir de imagens obtidas com aeronave remotamente pilotada sem o uso de pontos de apoio. **RAEGA - Temático de Geotecnologias**, Curitiba, v.43, p. 200 -214, 2018.

TORRADO, J. O. E. Ortomosaicos y modelos digitales de elevación generados a partir de imágenes tomadas con sistemas UAV. **Tecnura**, v. 20, n. 50, p. 119–140, 2016.