



## MAPEAMENTO PLANIALTIMÉTRICO COM RECEPTORES GNSS, ESTAÇÃO TOTAL E AERONAVES REMOTAMENTE PILOTÁVEIS

Rita de Cássia Freire Carvalho<sup>1</sup>, José Renato Emiliano Santos<sup>2</sup>, Luana Menezes Vianna<sup>1</sup>, Mateus Tinôco Silva<sup>1</sup>, Odair Lacerda Lemos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente do Curso de Engenharia Florestal/ UESB/ Vitória da Conquista, BA. freirecarvalho@yahoo.com.br, lua\_ana@msn.com, mateus.tinoco.silva@gmail.com.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo/UESB/ Vitória da Conquista, BA. renato.jose20@gmail.com

<sup>4</sup> Departamento de Engenharia Agrícola e Solos/UESB – Estrada do Bem Querer, Km 04, Caixa Postal 95, 45083-900, Vitória da Conquista, BA. olemos@uesb.edu.br.

### Resumo

Conhecer a superfície do terreno é a finalidade dos levantamentos planialtimétricos, assim o objetivo desse trabalho foi comparar e realizar o mapeamento planialtimétrico obtido através dos equipamentos como a estação total, receptores GNSS e uma ARP. Para a coleta de dados foram utilizados: receptor geodésico JAVAD TRIUMPH I (JAVAD), topográfico MM10 (Mobile Mapper 10), estação total Geodetic G2<sup>+</sup> e a ARP DJI Phantom 4. Para a determinação dos pontos de coleta, utilizou-se uma malha de 55 pontos regulares espaçados de 30x30 metros, obtida por meio de uma imagem SRTM, adquirida no projeto TOPODATA disponível no site INPE. Os dados dos receptores foram processados e ajustados com auxílio do *software* Justin e a ARP passou por processamento de imagens capturadas (ortorretificação, mosaicagem, e georreferenciamento) através do Agisoft photoscan. No ArcGis 10.1 os dados dos aparelhos passaram por geoprocessamento para extração do modelo de superfície através da ferramenta TIN. Os resultados mostraram as diferenças de altitudes, que aparelhos possuem melhores resultados quando utilizados após o processamento e que a aeronave remotamente pilotada apresenta resultados com qualidade tão boa quanto à topografia tradicional.

**Palavras-chave:** Sensoriamento remoto; Drone; GPS.

## MAPPING PLANIALTIMETRIC WITH RECEIVERS GNSS, ESTAÇÃO TOTAL AND REMOTELY PILOTED AIRCRAFT

### Abstract

To know the surface of ground it is goal of surveys planialtimetric, the goal of this job it is to compare and accomplish of mapping planialtimetric obtained through of equipments as the total station, receivers GNSS and RPA. For collect in data were used: receptor geodetic JAVAD TRIUMPH I (JAVAD), topographic MM10 (Mobile Mapper 10), total station Geodetic G2<sup>+</sup> and the RPA DJI Phantom 4. For determination of points in collect, used a mesh of 55 points spaced of 30X30 meters, obtained through an image SRTM, acquired at the project TOPODATA available at the website INPE. The data of receivers they were processed and adjusted with support of *software* Justin and RPA underwent processing captured images(Orthorectification, mosaicking and geocoding) through of Agisoft photoscan. At the ArcGis 10.1 the data of gadgets passed geoprocessing for extraction surface model tool TIN. The results they showed differences altitude, devices have better results when used after processing and that remotely piloted aircraft It presents results with as good quality as the traditional topography.

**Key words:** Sensing remote; Drone; GPS



## Introdução

O levantamento e mapeamento planialtimétrico é realizado com a finalidade de conhecer a superfície do terreno. Segundo Cordini (2014) são vários os procedimentos que existem para representar o relevo de uma determinada área. Sendo possível a utilização de equipamentos como: estação total, receptores do Sistema de Global de Navegação por Satélite (GNSS) e Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) tecnologia que surgiu recentemente.

A estação total é um instrumento eletrônico que surgiu na década de 1990, muito utilizado para medir ângulos e distâncias. A estação permite o armazenamento de dados internamente o que facilita o trabalho no campo e possibilitando uma sofisticação maior que o teodolito.

O receptor de navegação por satélite é um sistema de radionavegação, que fornece as coordenadas precisas de posicionamento tridimensional e informação sobre a navegação e o tempo (Figueiredo, 2005). Assim, os receptores GNSS permitem determinar as coordenadas geográficas, como a latitude, longitude e altitude de pontos sobre a superfície terrestre.

A Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) conhecida popularmente como drone, é uma tecnologia recente dos anos 2000 e veio para revolucionar os levantamentos topográficos, permitindo o trabalho no campo muito mais rápido do que a estação total e receptores GNSS. A ARP é utilizada para coleta de dados na topografia, mas diferente da estação que utiliza o caminhamento pela superfície do solo para a aquisição dos dados o popular drone utiliza-se de voos e os princípios da fotogrametria aérea para obtenção das coordenadas e altitude.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi comparar o mapeamento planialtimétrico obtidos por estação total, aparelhos GNSS e ARP.

## Material e Métodos

A coleta de dados foi realizada em área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, no município de Vitória da Conquista, localizado nas coordenadas  $14^{\circ} 53' 17''$  de latitude Sul,  $40^{\circ} 48' 9''$  de longitude Oeste e 875 metros de altitude. A escolha da área foi baseada na sua variação de relevo.

Para a coleta de dados foram utilizados: receptor geodésico JAVAD TRIUMPH I (JAVAD), topográfico MM10 (Mobile Mapper 10), estação total Geodetic G2<sup>+</sup> e a ARP DJI Phantom 4. Para a determinação dos pontos de coleta, utilizou-se uma malha de 55 pontos regulares espaçados de 30x30 metros, obtida por meio de uma imagem reamostrada da missão *Shuttle Radar Topography Mission – SRTM*, adquirida no projeto TOPODATA disponível no site INPE. De acordo com Carvalho e Bayer (2008), os produtos SRTM fazem parte de um conjunto de imagens de radar e se distinguem dos demais produtos por serem sensores capazes de reproduzir altitudes, trata-se de um modelo digital do terreno (MDT), ou seja, representa em três dimensões espaciais o relevo, latitude, longitude e altitude (x, y, z).

Os métodos de levantamento foram posicionamento relativo estático rápido para os receptores MM10 e posicionamento em tempo real (*Real Time Kinematic – RTK*) para o JAVAD.



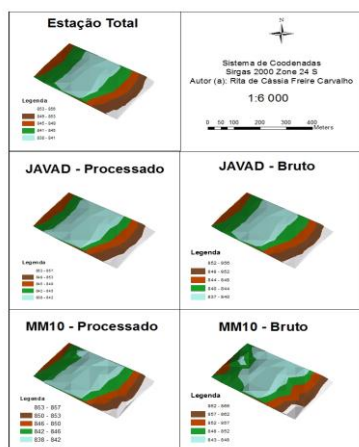
Os dados de altitude passaram por ajustamento por meio do software de pós-processamento Justin, para isso foram utilizadas as bases BAVC – Vitória da Conquista e JAMG – Jaíba, pertencentes à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC. Em seguida, foram tabulados numa planilha do excel e comparados entre si os valores da cota máxima e mínima e os valores da amplitude.

Acoplado à ARP estava um sensor digital modelo FC330 que capta imagens de 12 megapixels. O planejamento do voo foi feito no aplicativo Pix4Dcapture no qual se inseriu os parâmetros de voo desejados. O processamento das imagens capturadas (ortorretificação, mosaicagem, e georreferenciamento) foi realizado no software Agisoft photoscan a partir das informações de localização e de altitude contidas no log de voo. Foram coletados pontos de controle com o receptor GNSS Mobile Mapper 10, para ajustar a localização das imagens – pelo fato de o receptor acoplado à aeronave possuir precisão em torno de 10 metros.

No *software* ArcGis 10.1 os dados dos aparelhos passaram por geoprocessamento para extração do modelo de superfície através da ferramenta TIN.

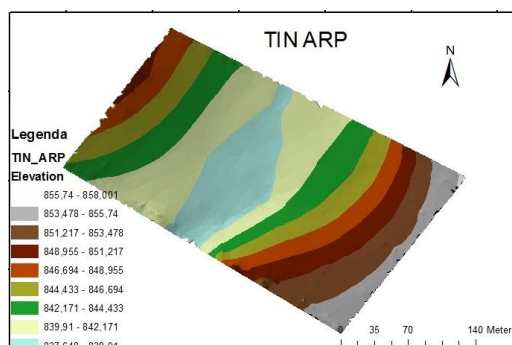
## Resultados e Discussão

Diante dos resultados dos aparelhos estação total, JAVAD e MM10, os dados obtidos, processados e sem processar mostraram as diferenças de altitudes obtidas (Figura 1).



**Figura 1.** Extração do modelo de superfície TIN nível dos receptores GNSS e estação total no *software* ArcGis 10.1 Estação Total, JAVAD Processado, JAVAD Bruto, MM10 Processado, D – MM10 Bruto.

Os dados de altitude do ARP podem ser visualizados na Figura 2.



**Figura 2.** Extração do modelo de superfície TIN nível do aparelho ARP no *software* ArcGis 10.1.



Os dados da estação e dos receptores JAVAD e MM10, e ARP mostra as diferenças de altitude obtidas através das cotas máxima e mínima (Tabela 1). A estação total, que constitui a topografia tradicional foi considerada como aparelho controle para comparação das altitudes dos receptores e ARP.

**Tabela 1.** Cota máxima, mínima e amplitude da estação total, receptores GNSS e ARP.

<b>Aparelho</b>	<b>Cota Máxima</b>	<b><math>\Delta</math> EA-Aparelho</b>	<b>Cota Mínima</b>	<b><math>\Delta</math> EA-Aparelho</b>	<b>Amplitude</b>
<b>Estação Total (EA)</b>	856,730	--	841,970	--	14,76
<b>JAVAD – Processado</b>	857,260	-0,530	842,220	-0,250	15,04
<b>JAVAD – Bruto</b>	856,030	0,700	840,990	0,980	15,04
<b>MM10 – Processado</b>	857,744	-1,014	842,384	-0,414	15,36
<b>MM10 – Bruto</b>	866,596	-9,866	848,446	-6,476	18,15
<b>ARP Phantom 4</b>	858,001	-1,271	837,648	4,322	20,353

Os resultados mostram inicialmente que aparelhos quando utilizados com processamento apresentam uma melhor precisão do que aparelhos utilizados sem processar, como acontece com o receptor MM10, o dado bruto mostra uma cota máxima de 866,596 metros muito superiores à cota máxima da estação total que é de 856,730. O MM10 processado possui cota máxima de 857,744 metros semelhantes à cota máxima da estação. O receptor JAVAD processado apresentou os melhores resultados quando comparados a estação total, o valor de cota máxima do receptor processado foi de 857,260 metros já o topográfico MM10 processado possui máxima de 857,744 metros. Segundo Volpato et. al. (2008) os receptores geodésicos são os mais acurados, com precisão de milímetros, capazes de captar duas frequências emitidas pelos satélites (L1 e L2) como é o caso do receptor JAVAD.

Ainda segundo Volpato et. al (2008) os receptores topográficos como o MM10 têm características de trabalho semelhantes ao geodésico, porém somente captam a frequência L1 e possuem precisão em centímetros. Os receptores topográficos, apesar de possuir precisão menor do que o geodésico possuem a vantagem de ter menor custo e maior facilidade de trabalho em campo.

O MM10 bruto apresentou cotas de altitudes muito discrepante em relação aos demais, com valor mínimo de 848,446 metros muito elevados em relação ao valor mínimo da estação que foi de 841,970 metros, sendo assim considerado o pior aparelho quando utilizado sem processamento.

Os resultados revelam a amplitude dos aparelhos (diferença entre a cota máxima e mínima), a maior amplitude registrada foi de 20,353 da ARP. A coleta de dados das aeronaves difere da estação total, pois a coleta da estação acontece diretamente no solo, diferente da ARP na qual a aquisição dos dados é feita através do voo alcançando pontos onde os equipamentos de solo às vezes não alcançam. Os menores dados de altitudes da área de coleta de pontos correspondem a uma área alagada, na qual equipamentos como estação total não permite fazer a coleta de dados, já a ARP consegue fazer a coleta, pois os dados são obtidos através de imagens aéreas.



A ARP Phantom apresenta uma boa representação do relevo, semelhante à imagem da estação total. Para Silva Neto (2014), tanto a utilização de ARP como da topografia tradicional são bastante satisfatória para representação do relevo, apesar do popular drone apresentar uma precisão em centímetros e a estação em milímetros. A ARP possui a vantagem de facilitar o trabalho do operador no campo, com o tempo de seis minutos é possível fazer o voo e a coleta dos pontos. Para trabalhar com a estação total necessita de no mínimo dois operadores, um no prisma e outro no aparelho e um tempo maior de coleta. De acordo com Ferreira et. al (2013), a aeronave remotamente pilotada apresenta resultados com qualidade tão boa quanto a topografia tradicional.

## Conclusões

Diante dos resultados, percebe-se que a tecnologia para realização de levantamentos topográficos evoluiu o longo dos anos. A estação total, topografia tradicionalmente utilizada, receptores GNSS e aeronaves remotamente pilotadas são equipamentos utilizados para realização de mapeamento planialtimétrico, entretanto fazem-se necessários novos estudos com ARP's visando a ampla utilização desse equipamento.

Os receptores com tecnologia de navegação por satélite apresentam resultados satisfatórios quando utilizados com dados processados em relação à estação total, como já era previsto os geodésicos apresentam maior precisão do que os topográficos. A ARP possui inúmeras vantagens e veio para causar uma mudança notável nos trabalhos de campo, apesar de sua precisão ser em centímetros, ela pode alcançar precisão de milímetros quando utilizada com receptores geodésicos na coleta dos pontos de controle, os resultados são satisfatórios e o trabalho de campo obtido muito mais rapidamente.

## Referências

- CARVALHO T.M.; BAYER, M.. Utilização dos produtos da "Shuttle Radar Topography Mission" (SRTM) no mapeamento geomorfológico do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. v. 9, p. 35-41, 2008.
- CORDINI, J. **Altimetria**: teoria e métodos visando a representação do relevo. Florianópolis: UFSC, 2014.
- FERREIRA, A. M. R. ROIG, H. L. MAROTTA, G, S. MENEZES, P. H. B. J. **Utilização de aeronaves remotamente pilotadas para extração de mosaico georreferenciado multiespectral e modelo digital de elevação de altíssima resolução espacial**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2013, Foz do Iguaçu. Anais, Foz do Iguaçu: INPE, 2013.
- FIGUEIRÊDO, D. C. **Curso Básico de GPS**. Apostila. Setembro de 2005.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Topodata. Banco de dados geomorfométricos do Brasil. Grde de 30m. Disponível em: < <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>>. Acesso em: 20 abr.2016.
- SILVA NETO, M. **Topografia com Drones**: A evolução tecnológica. Drones & Engenharia. 2014 Disponível em: < <http://blog.droneng.com.br/topografia-com-drones/> > Acesso em: 05 out. 2016.
- VOLPATO, M. M. L. VIEIRA, T. G. C. ALVES, H. M. R. SOUZA, V.C. O. **GPS de navegação: dicas ao usuário**. Circular Técnica. EPAMIG. Belo Horizonte, MG. 2008.4p.

