

# EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE VANT E IMPRESSORA 3D NA ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

Wesley de Sousa da Silva<sup>1</sup>

Juliana Moulin Fosse<sup>2</sup>

1. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia - Rod. BR 465, km 7, CEP 23890-000 – Seropédica – RJ. (wesleyss@ufrj.br)

2. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia - BR 465, km 7, CEP: 23.890-000, Seropédica – RJ. (jumoulin@ufrj.br)

## ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the feasibility of generating a 3D model obtained through photogrammetric survey, using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV), and materialized by a 3D printer. The UAV and 3D printer are two technologies that can collaborate with the generation of new cartographic products. They decrease the time of the field survey and the generation of the materialized product. And also, they help in the visualization, understanding and decision making about the mapped area. The study region of this research was a gravel extraction deposit in the municipality of Belford Roxo, RJ, Brazil. A UAV was used for the photogrammetric survey and a Global Navigation Satellite System (GNSS) survey was used for the increase of the accuracy. The resulting data were processed generating the photogrammetric 3D model that was exported to a printable format. As the exported model was not complete, a base was created to support it. Concluding, this model was printed in a 3D printer with a specific thermoplastic material. The final product was considered satisfactory, adequately representing the mapped area.

**Keywords:** UVA Photogrammetry; 3D Model; 3D Printer.

## INTRODUÇÃO

Um VANT pode ser definido como uma aeronave motorizada, não tripulada, que pode ser autônoma, semiautônoma, controlada remotamente, ou a combinação destes. (ROSALEN e AMAZONAS, 2019) O seu uso pode ser muito diversificado, tais como, monitoramento do meio ambiente e de área de risco, aplicação de produtos agrícolas destinados ao agronegócio, segurança pública e levantamentos para obtenção de dados aerofotogramétricos e de sensoriamento remoto, ente muitos outros. Uma das vantagens de um levantamento fotogramétrico com VANT é obtenção de grande quantidade de informações geoespaciais em um curto período. Aliado a tecnologia da impressão 3D, hoje acessível, essa tecnologia pode resultar em relevantes produtos cartográficos.

Apesar de não é ser uma tecnologia nova, as impressoras 3D se popularizaram nos últimos anos, tornando possível a materialização de objetos que antes só podiam ser visualizados em 2D, por meio de tela ou em papel (PORTO, 2016). Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi fazer o levantamento fotogramétrico por VANT de uma área correspondente a uma jazida de extração de saibro, gerar o modelo 3D correspondente e imprimi-lo por meio de uma impressora 3D, a fim de investigar a qualidade do modelo 3D gerado através dos dados providos do VANT.

## METODOLOGIA E RESULTADOS

A região escolhida para a realização do levantamento aerofotogramétrico foi uma jazida de extração de saibro, situada no município de Belford Roxo - RJ. O levantamento foi feito usando um VANT multirotor, da marca DJI, modelo Phantom 4, conforme ilustrado na Figura 1.a. O sensor RGB, correspondente aos comprimentos de onda do espectro eletromagnético na faixa do vermelho, verde e azul, embarcado na aeronave, possui 12 MP de resolução e distância focal de 20 mm. Também foi utilizado um par de receptores GNSS, da marca Geomax, modelo Zenith 25 (Figura 1.b), cujo método empregado para o georreferenciamento foi o RTK (*Real Time Kinematic* - Posicionamento Cinemático em Tempo Real).



Figura 1. Equipamentos usados no levantamento de campo: (a) VANT Phantom 4  
(b) receptores GNSS Geomax Zenith 25 e coletora.

Fonte: (a) DJI (2016) e (b) Geomax (2017).

O receptor GNSS base foi estacionado em um local próximo à área da jazida, efetuando rastreando os satélites por cerca de 3 horas. Enquanto isso, com o receptor móvel, foram rastreados 28 pontos de controle, anteriormente materializados. Cada ponto de controle teve um tempo de rastreamento de 10s. Os pontos de controle foram materializados formando um xis com cal de pintura no chão e teve um espaçamento aproximado de 400 metros entre eles, visando uma boa distribuição.

Antes da realização do voo fotogramétrico foi necessário fazer um plano de voo. O plano de voo foi feito utilizando o aplicativo *DroneDeploy*, disponível gratuitamente. As faixas de deslocamento do VANT foram ajustadas conforme a altitude e as sobreposições das fotos a ser tiradas, o que afeta diretamente o GSD (*Ground Sample Distance* - Distância de amostra do solo). Ele é o tamanho do pixel na imagem, expresso em centímetros, que nesse levantamento foi de aproximadamente 4,7 cm, em uma altura de voo de 110 metros, com sobreposição das fotos de 80% longitudinal e 70% lateral. A duração do voo foi de cerca de 30 minutos. A Figura 2 ilustra o plano de voo fotogramétrico, onde as linhas verdes sobre a imagem do terreno indicam o caminho a ser percorrido pelo VANT, determinadas com base na área do polígono delimitador da área, sobreposição das fotos e altura de voo.



Figura 2. Plano de voo.

O software usado para fazer o pós-processamento das observáveis GNSS foi o software *Topcon Tools*. O método de posicionamento usado no receptor base foi o Relativo Estático. A correção do receptor base foi feita usando as RBMCs (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GNSS), que no estado do Rio de Janeiro eram na época: RIOD e ONRJ. Uma vez com as coordenadas do receptor base foram processadas, o ajustamento das coordenadas dos pontos de controle foi feito na coletora do receptor.

O processamento do levantamento aerofotogramétrico, foi feito usando o software *Pix4Dmapper*, também proprietário. A opção de processamento usada foi a *3D models* (Modelos 3D). Foi identificado os pontos homólogos nas imagens e feito a calibração dos parâmetros internos e externo da câmera. Também nessa parte, foi feita a inclusão dos pontos de controle. Para que o resultado fosse somente a área da jazida, foi criada uma caixa de processamento, onde foi recortado a nuvem de pontos e processado apenas a área de interesse. A nuvem de pontos foi densificada e a partir dela foi gerado o modelo 3D da jazida (Figura 3). A área total do modelo foi de aproximadamente de 27 ha. Em seguida o modelo 3D foi salvo como um arquivo OBJ (*Object File Wavefront 3D*).

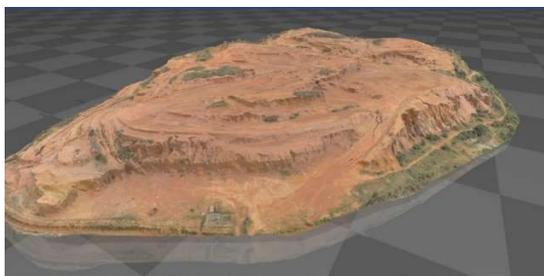


Figura 3. Modelo 3D da jazida gerado no software Pix4Dmapper.

Para um modelo 3D para ser impresso em uma impressora 3D, o modelo necessita estar completamente fechado, ou seja, sem nenhum orifício em sua superfície. E como o modelo 3D da jazida era apenas uma “casca” da superfície, foi criada uma base para

apoiar o modelo e fechá-lo, usando o aplicativo *Microsoft 3D Builder*. Depois de gerada a base o arquivo, este foi exportado para a extensão STL (*STereoLithography* - Estereolitografia) que é a principal linguagem de arquivos para a impressão 3D. Para o fatiamento e geração do código de impressão foi utilizado o software *Repetier-Host*, gratuito. O modelo foi impresso na impressora 3D Stella, com uso de filamento PLA em duas cores, marrom para a base e laranja para a área da jazida. As dimensões do modelo impresso foram de aproximadamente 10cm x 15cm x 1cm, resultando em uma escala xy aproximada de 1:5000 e em z de 1:600, quando comparado com as dimensões reais da jazida. Foram usados 13 m de filamento e 4,5 horas para a impressão 3D do modelo. A Figura 4 ilustra o modelo 3D impresso.



Figura 4. Modelo 3D impresso.

## CONCLUSÃO

A forma mais comum e consolidada de representar dados geoespaciais é através de plantas topográficas e mapas, porém com os avanços e acessibilidade da tecnológica, torna-se possível novos modos de representação e apresentação de produtos cartográficos para o usuário, favorecendo assim a visualização e a tomada de decisões. A interação do VANT com a impressora 3D não está limitada apenas ao levantamento e representação do relevo, mas também em edificações e obras de artes. Um outro exemplo a ser estudado é o levantamento 3D de edificações feitas por VANT. Nesse caso, qual será a qualidade do produto gerado na impressora 3D? E o não uso de pontos de controle em levantamentos como o que foi feito aqui. Será que afeta a qualidade do modelo 3D.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DJI Phantom 4. Disponível em: <<https://www.dji.com/br/phantom-4-adv>>. Acesso em 03 set. 2020.
- GEOMAX GNSS. Zenith15/25 Pro Series Installation Guide. GeoMax AG: Widnau, Suíça, v. 3, p. 1-18, 2017.
- PORTO, T. M. S. Estudo dos avanços da tecnologia de impressão 3D e da sua aplicação na construção civil. 2016. (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- ROSALEN David; AMAZONAS Davi. Mapeamento com Aeronave Remotamente Pilotada de Navegação Precisa em Tempo Real. In: ANAIS DO XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2019, Santos. Anais eletrônicos... São José dos Campos, INPE, 2019.