

## LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO POR MEIO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT)

BRUNO TIMÓTEO RODRIGUES<sup>1</sup>, MIKAEL TIMÓTEO RODRIGUES<sup>1</sup>, TIAGO MAKOTO OTANI<sup>2</sup>, FELIPE DE SOUZA NOGUEIRA TAGLIARINI<sup>1</sup>, SERGIO CAMPOS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNESP - Universidade Estadual Paulista (Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, Botucatu-SP)

<sup>2</sup> UENP - Universidade Estadual do Norte do Paraná (Rodovia BR-369 Km 54, Vila Maria, CP 261 - CEP 86360-000 Bandeirantes)

Apresentado no  
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018  
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

**RESUMO:** Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) são apontados como a nova revolução das geotecnologias após o sistema GPS, adequando possibilidades que estão surgindo com praticidade logística e financeira da área de levantamentos por meio de aeronaves remotamente pilotadas. Objetivo do trabalho foi desenvolver levantamento topográfico em uma área agrícola, fazendo-se uso de um de Veículo Aéreo Não Tripulado, modelo MAVIC Pro da DJI, empregando princípios de aerofotogrametria. Para tanto, a missão de sobrevoo definiu parte da Fazenda Escola Prof. Dr. Eduardo Meneghel Rando, (UENP/CLM), na cidade de Bandeirantes - PR, caracterizada por uma extensão de três (3) hectares. Com a da detecção automática de pontos homólogos, bem como a amarração entre os pares de imagens, utilizando o aplicativo de modelagem foi possível encontrar pontos de amarração entre as 321 imagens geradas no levantamento, uma vez que foi modelado com sucesso o ortomosaico. Estes parâmetros permitiram gerar a ortofoto e seus respectivos modelos digitais de superfície. O levantamento topográfico em uma área agrícola, fazendo-se uso de um de VANT, mostrou-se satisfatório. A plataforma utilizada no aerolevanteamento, o VANT e o sensor fotográfico nele acoplado, demonstraram ser capaz de atender satisfatoriamente a metodologia adotada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aerofotogrametria por VANT, Sensoriamento Remoto, Topografia

### TOPOGRAPHIC SURVEY USING UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV)

**ABSTRACT:** The Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) are designated as the new geotechnology revolution after the GPS system, adapting possibilities that are emerging with logistic and financial practicality of the surveying area through remotely piloted aircraft. The objective of this work was to develop a topographic survey in an agricultural area, using an Unmanned Aerial Vehicle model, MAVIC Pro model from DJI, using aerophotogrammetry principles. For that, the overflight mission defined part of the Fazenda Escola Prof. Dr. Eduardo Meneghel Rando, (UENP / CLM), in the city of Bandeirantes - PR, characterized by an extension of three (3) hectares. With the automatic detection of homologous points, as well as the mooring between the pairs of images, using the modeling application it was possible to find mooring points among the 321 images generated in the survey, once the orthostatic was successfully modeled. These parameters allowed to generate the orthophoto and its respective digital surface models. The topographic survey in an agricultural area, making use of one of UAV, proved satisfactory. The platform used in the aerial survey, the UAV and the photographic sensor in it coupled, proved to be able to satisfactorily fulfill the methodology adopted.

**KEYWORDS:** Aerophotogrammetry by UAV, Remote Sensing, Topography

**INTRODUÇÃO:** Com o surgimento e inserção dos Veículos Aéreos Não-Tripulados (VANTs) na agricultura, os levantamentos topográficos passam a ganhar uma nova transição de modelo padrão, uma quebra de paradigma com as novas possibilidades e seus respectivos benefícios de custos

operacionais e tempo de trabalho em analogia aos métodos tradicionais. Segundo Rodrigues et al. (2017) o principal ponto que proporcionou a popularização dos VANTs foi o fato da acessibilidade financeira à tecnologia, o que antes, a exemplo da Fotogrametria, com alto custo de viabilidade, era apenas disponível para o setor público e grandes empresas de engenharia. Geralmente os avanços das geotecnologias inicialmente ocorrem no mercado militar, felizmente estas tecnologias posteriormente ganham espaço no mercado civil, proporcionando grandes benefícios, foi assim com o GPS e está sendo com os VANTs (RODRIGUES et al., 2017). Os VANTs ou Drones (como são popularmente conhecidos) são apontados como a nova revolução das geotecnologias após o sistema GPS, adequando possibilidades que estão surgindo com praticidade logística e financeira da área de levantamentos por meio de aeronaves remotamente pilotadas. Assim sendo, objetivo do presente trabalho foi desenvolver uma metodologia de levantamento topográfico em uma área agrícola, fazendo-se uso de um de Veículo Aéreo Não Tripulado, por meio de princípios de fotogrametria e sensoriamento remoto.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área alvo do imageamento está situada localizada na Fazenda Escola Prof. Dr. Eduardo Meneghel Rando, estabelecida dentro da Universidade Estadual do Norte do Paraná – Campus Luiz Meneghel (UENP/CLM), na cidade de Bandeirantes - PR, caracterizada por uma extensão de três (3) hectares. Nas Figuras 1 é demonstrado os segmentos onde foi desenvolvido o levantamento com o plano de voo do VANT, apontando a rota da missão para captura das imagens com objetivo de construção do mosaico ortorretificado. As imagens foram obtidas em julho de 2017 por meio de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) do tipo multirrotor (Quadrirrotor), modelo MAVIC Pro da DJI. O sistema Compass realiza a leitura da informação geomagnética com o auxílio do GPS (Global Position System) aumentando a acurácia do cálculo da posição e altura do VANT/Drone. O VANT também possui um sistema de estabilização da câmera, um Gimbal de três eixos, que auxilia na qualidade das imagens obtidos da plataforma durante o voo, possibilitando uma boa coleta de imagens. O sensor acoplado no VANT para aquisição das imagens, CMOS de 1/2, 3 pol para captura de imagens a 30 fps, possui resolução de 4000 x 3000, com 12 Megapixels, com comprimento focal de 4.73 mm, capaz de gerar imagens com GSD (Ground Sample Distance) de até 1,38 cm/pix. Os modos de captura de imagens disponíveis incluem disparo sequencial, contínuo e de modo intervalado. A velocidade para capturar as imagens foi estipulada em 7 m/s (aproximadamente 25,2 km/h), podendo haver variação dependendo da velocidade e direção do vento. As imagens possuem recobrimento/sobreposição frontal (Overlap) de 80% e lateral (Sidelp) de 80%. Considerando o tamanho físico e a distância focal do sensor, a altura máxima do voo foi estipulada em 65 metros, observando também as condições do levantamento e o regulamento especial da Anac, que define as regras gerais para o uso civil de aeronaves não tripuladas no Brasil. O teto de voo de 120 metros definido pela Anac não foi alcançado, pois a área recoberta é relativamente pequena e o sensor usado apresenta pequena distância focal. A missão produziu imagens aéreas em formato JPEG, incluindo os arquivos acessórios de sincronização de cada cena. As imagens possuem ponto de amarração, no sistema de coordenadas geográficas (latitude/ longitude), sendo adotado o SIRGAS 2000 como datum horizontal. Durante as incursões em campo, foram coletados pontos de controle por meio de receptor GPS objetivando garantir a calibração e o georreferenciamento das imagens, além da melhoria da acurácia do posicionamento e resultado final (Ortomosáico), realizado pelo prof. Dr. Luiz Carlos Reis, de topografia e geoprocessamento (UENP/CLM), juntamente com o aluno de mestrado Leonardo Lucilhia (UENP/CLM). Portanto, adotou-se a equação proposta por Falkner (1995) para calcular a área de recobrimento de imagens aerofotogramétricas, onde:

$$Ac = (Av/Df \cdot Ls) \cdot (Av/Df \cdot Cs)$$

Em que:

Ac = Área coberta

Av = Altura do voo em relação ao solo

Df = Distância focal

Ls = Largura do sensor

Cs = Comprimento do sensor

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Com a da detecção automática de pontos homólogos, bem como a amarração entre os pares de imagens, utilizando o aplicativo de modelagem foi possível encontrar pontos de amarração entre as 321 imagens geradas no levantamento, uma vez que foi modelado com sucesso o ortomosaico (Figura 1).

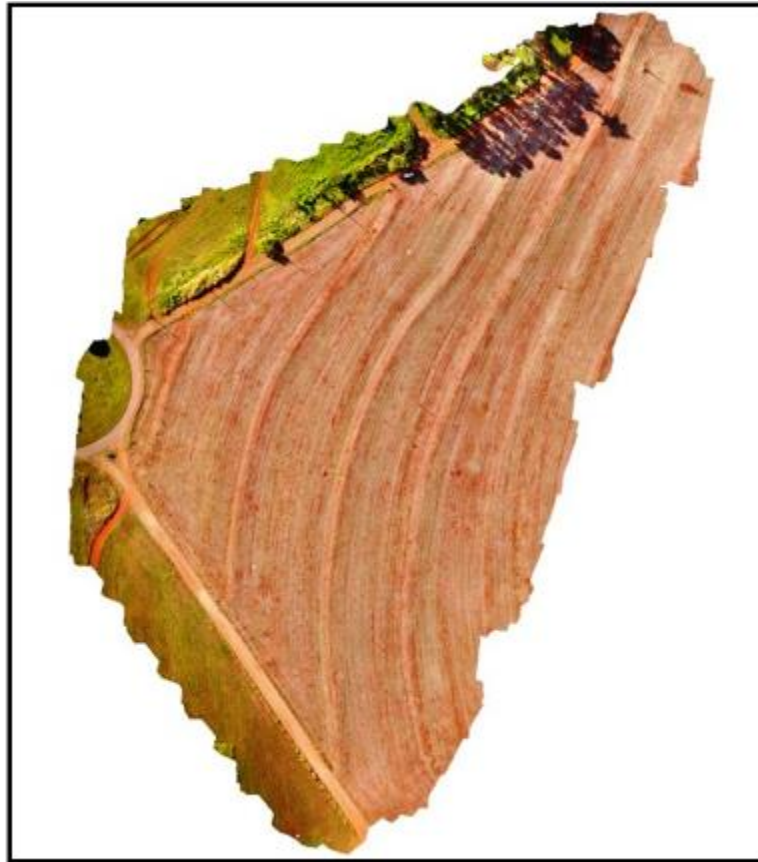


FIGURA 1. Ortomosaico proveniente do aerolevanteamento.

Ainda analisando o mosaico relativo à missão de imageamento, foram identificados e mapeados os Locais da câmera (Figura 2a), onde o erro Z é representado pela 'cor' das elipses. Os erros X, Y são representados pela 'forma' das elipses. As localizações estimadas da câmera são marcadas com um ponto preto. Desta forma, baseado no gráfico sob a imagem, bem como a legenda, observa-se que a região periférica do levantamento possui uma maior tendenciosidade ao erro, pois as imagens que compõem esta região da área de estudo não possuem pontos homólogos de áreas adjacentes, com isso, também não vão possuir dados de correlação para calibrar a periferia do mosaico, deste modo, diminuído a acurácia das bordas com relação aos perímetros centrais. Quanto maior for a elipse com relação localizações estimadas da câmera (pontos pretos), menos confiável será os valores deste perímetro, tanto da elipse, quando da região na qual compõe. Outro importante parâmetro derivado a partir da detecção automática de pontos homólogos utilizando a modelagem do aplicativo foi a geração do Modelo Digital de Elevação (Figura 2b), com densidade de ponto de 82,34 (nuvem de pontos por metro quadrado). Tal operação foi produto de uma densa nuvem de pontos. O tempo de vôo, de acordo com o planejado, durou em torno de quinze (15) minutos e cinquenta e cinco (55) segundos. Posteriormente, as imagens foram processadas para gerar o ortomosaico, levando pelo aplicativo aproximadamente oitenta (80) minutos. Desta forma, se somado o tempo de voo do VANT/Drone ao processamento das imagens, temos como resultado um período total de levantamento topográfico, de uma área com extensão de três (3) hectares, noventa e cinco (95) minutos e cinquenta e cinco (55) segundos. Com relação ao tempo despreendido ao se utilizar técnicas de levantamento topográfico convencional, fazendo-se uso de Estação Total, Vogel et al. (2011), prospectou de uma área de vinte (20) hectares, com tempo de vinte e sete (27) horas em campo, bem como, de seis (6) horas de pós-campo em escritório, totalizando trinta e três (33) horas de prospecção e finalização (em

caso de condições climáticas adequadas) em uma mesma área de estudo, uma vez que métodos tradicionais existe os entraves de acessibilidade restrita e/ou terreno acidentado.

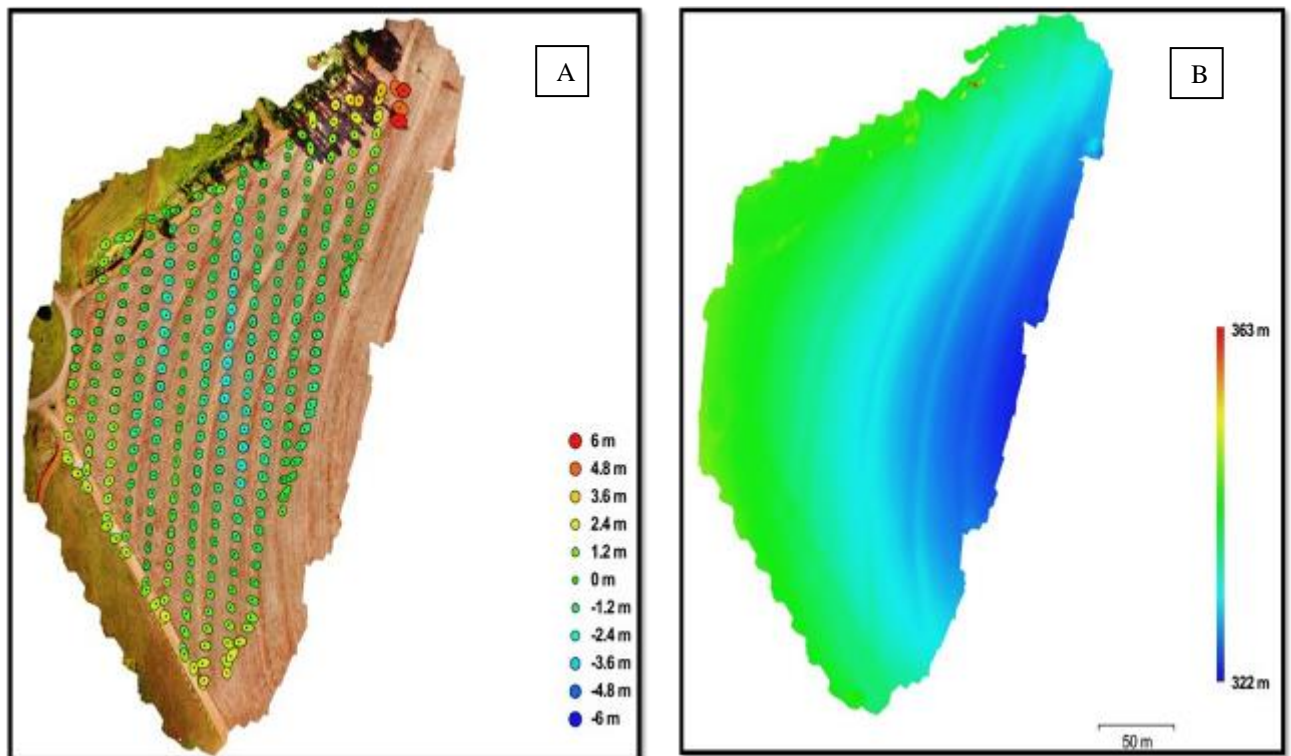


FIGURA 2. (A) Localizações da câmera e estimativas de erro. (B) Modelo digital de elevação.

**CONCLUSÕES:** O levantamento topográfico em uma área agrícola, fazendo-se uso de um de Veículo Aéreo Não Tripulado, por meio de princípios de fotogrametria e sensoriamento remoto mostrou-se satisfatório. A plataforma utilizada no aerolevanteamento, o VANT MAVIC Pro e o sensor fotográfico nele acoplado, demonstraram ser capaz de atender satisfatoriamente a metodologia adotado, com vantagem operacional quanto a rapidez para realizar o levantamento em campo e pós-campo.

#### REFERÊNCIAS:

FALKNER, E. **Aerial Mapping**. Methods and Applications, Boca Raton. 1ed. 322p, 1995.

RODRIGUES, B. T.; RODRIGUES, M. T.; CAMPOS, S.; CAMPOS, M.; TARUMOTO, M. B. **Possibilidades e métodos de utilização no uso de DRONES/VANTS na agricultura**. In: PUTTI, F. F.; SILVA, A. L. C.; GABRIEL FILHO, L. R. A. (Orgs). *Tecnologias em agricultura sustentável*. Tupã-SP: Editora ANAP - Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista, 2017. p. 249-269.

VOGEL, E.; MARQUES, F. P.; ROCHA, I. R.; OLIVEIRA, R. C.; SARAIVA, C. C. S. **Estudo de caso de um levantamento topográfico altimétrico realizado com estação total e laser Scanning terrestre**. Mundo Geo. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2011/09/08/estudo-de-caso-de-um-levantamento-topografico-altimetrico-realizado-com-estacao-total-e-laser-scanning-terrestre/>>. Acesso em: 09 out. 2017.