

# TOPOGRAFIA COM DRONES E GNSS

Sergio Vicente Denser Pamboukian<sup>1</sup>

**INTRODUÇÃO:** as Geotecnologias estão cada vez mais presentes na Engenharia Civil. Os levantamentos topográficos tradicionais que utilizam instrumentos como teodolito, nível e estação total, por exemplo, podem, em parte, serem substituídos com inúmeras vantagens por levantamentos semi-automatizados utilizando-se tecnologias como GNSS, drones, câmeras multiespectrais e softwares de processamento de imagens. O grande desafio para o futuro engenheiro é dominar estas novas tecnologias que estão cada vez mais presentes em suas áreas de atuação. A proposta deste trabalho é mostrar como um levantamento planialtimétrico pode ser realizado utilizando novas tecnologias: captação de imagens feitas por drones, georreferenciamento destas imagens a partir de pontos de controle obtidos por GNSS e processamento das imagens em softwares específicos para gerar produtos como curvas de nível e modelo 3D do terreno, entre outros.

**METODOLOGIA:** para a utilização de Drones em levantamentos topográficos, o primeiro passo é obter os cadastros e certificados necessários em órgãos reguladores como a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e Ministério da Defesa (MD). A homologação de drones junto à ANATEL é necessária porque estes equipamentos possuem transmissores de radiofrequência em seus controles remotos e, em alguns casos, no próprio veículo aéreo, para a transmissão de imagens, e que podem causar interferências em outros serviços (ANATEL, 2019). A ANAC criou regras para as operações civis de aeronaves não tripuladas e o cadastro no Sistema de Aeronaves não Tripuladas (SISANT) da ANAC é obrigatório para a maioria dos drones existentes hoje no mercado (ANAC, 2019). O DECEA é o órgão responsável pelo controle do espaço aéreo brasileiro, sendo necessário solicitar autorização ao DECEA, através do sistema SARPAS, antes de efetuar um voo (DECEA, 2019). Existem diversas leis, decretos, portarias e outros instrumentos legais que regulamentam a atividade de aerolevanteamento, ou seja, obtenção de informações sobre a superfície terrestre com o auxílio de câmeras e outros sensores espaciais com a finalidade de gerar produtos como curvas de nível, mapas altimétricos e modelos 3D, por exemplo. Para executar aerolevanteamento a empresa deve ter cadastro no Ministério da Defesa (MINISTÉRIO DA

---

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia Elétrica pela POLI/USP, Professor do curso de Engenharia Civil/EEUPM, coordenador do Laboratório de Geotecnologias da EEUPM, sergio.pamboukian@mackenzie.br

DEFESA, 2019). Para a operação de drones, também é necessário conhecer diversas normas como, por exemplo, o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC-E nº 94) e a ICA100-40 que dispõe sobre os sistemas de aeronaves remotamente pilotadas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro. Também é obrigatória a contratação de um seguro aeronáutico. O piloto deve ser cadastrado no DECEA e conhecer todas as normas de voo seguro como, por exemplo, operar apenas em áreas distantes de terceiros e sempre solicitar autorização de uso do espaço aéreo ao DECEA. Cumprida esta etapa inicial, o passo seguinte é criar um Plano de Voo que indicará a rota do drone durante o levantamento. Alguns softwares, como o Drone Deploy (DRONEDEPLOY, 2019) e o Pix4D Capture (PIX4D, 2019), executam esta tarefa. Nestes aplicativos pode-se configurar a área de cobertura, a altura do voo, o ângulo da câmera e a porcentagem de sobreposição de imagens, além de estimar o tempo de voo e a quantidade de baterias utilizadas, entre outras coisas. Os drones possuem um GPS interno e conseguem georreferenciar as fotos adquiridas pela câmera. Porém, o erro de posicionamento deste sistema é muito grande (cerca de 5m), o que o torna inviável para a maioria dos trabalhos de topografia. A solução é utilizar um *Global Navigation Satellite System* (GNSS), comumente conhecido como GPS topográfico, para a demarcação de pontos de controle no solo e o levantamento de suas coordenadas com a precisão adequada. O equipamento Stonex S800 (STONEX, 2019) disponível no Laboratório de Geotecnologias (LABGEO) da Escola de Engenharia (EE) da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM), em condições climáticas e de visibilidade de satélites favoráveis, possui precisão milimétrica quando seus dados são processados pelo “Serviço *online* para pós-processamento de dados GNSS” do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019). Os pontos de controle levantados por GNSS devem ser visíveis nas fotos e ajudarão o software de pós-processamento a ajustar o georreferenciamento das mesmas. Após o voo, as fotos serão processadas por um software específico (Metashape, Pix4D Mapper, QGIS e outros) para que sejam gerados produtos como nuvem de pontos, ortomosaico das fotos, Modelo Digital do Terreno (MDT), Modelo Digital de Superfície (MDS), curvas de nível, mesh (modelo 3D), mapa de classificação, entre outros. O modelo 3D pode, posteriormente, ser utilizado para a geração de arquivos compatíveis com as impressoras 3D existentes hoje no mercado (AGISOFT, 2019; PIX4D, 2019; OSGEO, 2019).

**RESULTADOS:** diversos levantamentos experimentais já foram realizados em conjunto com alunos do curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie (EEUPM) em atividades como Projetos Integradores, Iniciações Científicas e em componentes curriculares (Topografia Campo). As aeronaves utilizadas foram o drone DJI Phantom 4 Pro e o drone DJI Matrice 100 (DJI, 2019). As áreas escolhidas para o voo de drones

e levantamento do relevo foram a do *campus* Alphaville da UPM e também o sítio de uma aluna da EEUPM situado em Mogi das Cruzes. Com os dados levantados foi possível gerar diversos produtos (ortomosaico, MDT, MDS, curvas de nível, modelo 3D e outros). Os modelos 3D permitiram a impressão em 3D das áreas estudadas utilizando as impressoras instaladas no LABGEO/EEUPM. A qualidade dos produtos gerados é excelente. O ortomosaico, por exemplo, possui resolução espacial de 1cm, enquanto as melhores fotos obtidas por satélites atualmente não passam de 40cm. O georreferenciamento das imagens utilizando pontos de controle GNSS também possuem erros muito baixos, na faixa de poucos milímetros. Dependendo do objetivo do levantamento, esses dados são perfeitamente aceitáveis. Caso a acurácia necessária não seja atingida, a solução é optar pelo levantamento dos pontos de controle utilizando equipamentos tradicionais como a Estação Total. Esse tipo de equipamento também deve ser utilizado em áreas onde o GNSS apresenta problemas na recepção do sinal dos satélites (áreas com muitas árvores ou prédios, por exemplo).

**CONCLUSÕES:** as novas tecnologias podem atualmente substituir (em parte) alguns tipos de levantamentos topográficos que eram realizados com equipamentos tradicionais (teodolitos, níveis, estações totais e outros) com uma qualidade superior (no caso das imagens obtidas, por exemplo), com muito mais rapidez e com acurácia dentro de limites aceitáveis para a maioria dos objetivos. O conhecimento destas novas tecnologias é essencial para os futuros engenheiros, pois o mercado de trabalho está em constante mudança para acompanhar este desenvolvimento que trás melhor qualidade para os projetos, reduz custos e reduz o tempo necessário para o levantamento de um relevo. É necessário um investimento inicial para compra de equipamentos e treinamento de pessoal, mas o retorno é bastante rápido.

**Palavras-chave:** Topografia. Drones. GNSS. Georreferenciamento.

**Área do Conhecimento:** Geociências.

**Financiamento:** CAPES, CNPq, MackPesquisa.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC) **Cadastro de Drones**. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/cadastro-de-drones>>.

Acesso em: 01 out. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). **Drones devem ser homologados para evitar interferências**. Disponível em:

<<https://www.anatel.gov.br/institucional/component/content/article?id=1485>>. Acesso em: 01 out. 2019.

**AGISOFT. Metashape — photogrammetric processing of digital images and 3D spatial data generation.** Disponível em: <<https://www.agisoft.com/>>. Acesso em: 01 out. 2019.

**DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS).** Disponível em: <<https://servicos.decea.gov.br/sarpas/>>. Acesso em: 01 out. 2019.

**DJI. Drone Solutions for a New Generation of Work.** Disponível em: <<https://www.dji.com/br>>. Acesso em: 01 out. 2019.

**DRONEDEPLOY. The leading drone software that elevates your business.** Disponível em: <<https://www.dronedeploy.com/>>. Acesso em: 01 out. 2019.

**INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Serviço online para pós-processamento de dados GNSS - IBGE-PPP.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 30 set. 2019.

**MINISTÉRIO DA DEFESA. Aerolevamento.** Disponível em: <<https://www.defesa.gov.br/aerolevamento>>. Acesso em: 30 set. 2019.

**PIX4D. Measure from images. A unique photogrammetry software suite for drone mapping.** Disponível em: <<https://www.pix4d.com/>>. Acesso em: 01 out. 2019.

**STONEX. Survey GNSS.** Disponível em: <<https://www.stonex.it/prodotti/gnss/survey-gnss/>>. Acesso em: 01 out. 2019.

**THE OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION (OSGEO). QGIS. A Free and Open Source Geographic Information System.** Disponível em: <<https://qgis.org/en/site/>>. Acesso em: 01 out. 2019.