

## CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS COM DRONES

Antônio Lacerda Ventura<sup>1</sup>

Edson de Sousa<sup>1</sup>

José Artur Venancio<sup>1</sup>

Matheus Cardoso Barros<sup>1</sup>

Marco Antônio de Oliveira Coelho<sup>2</sup>

Myriam Kienitz Lemos<sup>3</sup>

### Introdução

As tecnologias para obtenção de dados topográficos estão em constante evolução. Tanto na manipulação dos equipamentos quanto na interpretação dos dados e geração de mapas ou plantas “é necessário ter um sólido conhecimento sobre instrumentação, técnicas de medição, métodos de cálculo e estimativa de precisão (KAHMEN; FAIG, 1988 apud VEIGA; ZANETTI; FAGGION, 2012, p. 02). Levantamentos topográficos podem ser realizados para o cálculo de volume de materiais contaminantes e controle de processos erosivos em voçorocas e taludes com alto risco ao trabalhador.

Durante muitos anos o principal equipamento utilizado foi o teodolito, conjuntamente com o nível topográfico e a mira. Estes equipamentos exigiam pelo menos dois profissionais em campo, as anotações eram feitas em cadernetas e o trabalho lento, em função das condições do relevo, demandava muito tempo para que se conhecesse o terreno. A estação total, instrumento eletrônico que faz leituras angulares e de distâncias, significou um avanço nas varreduras topográficas aportando maior precisão, rapidez na geração e análise de dados e menor exposição dos profissionais aos possíveis riscos da atividade (BRANDALIZE, S/D). Sistemas de medição a partir de sinais de satélites e o *laser scanner* são outros recursos que auxiliam nas atividades do topógrafo, mas implicam em investimento elevado, portanto

---

<sup>1</sup> Graduandos em Engenharia Civil pelo UGB/FERP (2021).

<sup>2</sup> Mestre em Modelagem Computacional em Ciência e Tecnologia (UFF).

<sup>3</sup> Doutora em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (UFRJ).

nem sempre acessíveis. Recentemente o drone, tecnologia que vem se destacando pelas inúmeras aplicações, mostra-se um possível recurso para auxiliar nos levantamentos e medições topográficas.

Neste estudo apresentam-se os resultados encontrados numa aplicação piloto experimental com a integração das tecnologias estação total e drone em um local identificado com erosão causada pela intensidade da precipitação em alguns períodos do ano.

## **Metodologia**

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada que utiliza como procedimento um estudo de caso, a partir do qual foram levantados dados topográficos mediante a integração de duas tecnologias: a estação total e o drone.

### *O estudo de caso*

O levantamento topográfico foi realizado em um terreno na cidade de Barra Mansa, situado no Bairro São Judas Tadeu, Rua São João s/n. A extensão total do terreno é de 164.290,00 m<sup>2</sup>, dentro do qual foi realizado um talude com 3.000,00 m<sup>2</sup>. Neste talude foi identificada a área de 327,60 m<sup>2</sup> afetada pela erosão.

### *Procedimentos*

Na primeira visita técnica ao terreno utilizou-se a estação total para o levantamento de dois pontos de referências e o drone para a varredura de todo o espaço da área do talude. Foram colocadas placas de demarcação para a identificação do espaço levantado. Sequencialmente realizou-se a análise e o confrontamento dos dados gerados pelos equipamentos no *software* Civil 3D e Google Earth.

### *Materiais*

Os recursos tecnológicos necessários para a execução do estudo foram a Estação Total Nikon DTM 322, Mavic Pro (fábrica Dji), Drone Deploy Dji Go 4, Agisoft Metas Shape profissional (2020), Google Earth e o Autocad Civil 3D (AUTODESK, 2016) e o GPS L1/L2 Topcon Hiper.

### *Análise dos dados*

Com a área da topografia identificada iniciou-se a coleta de dados com a estação total, baseada nos pontos rastreados pelo GPS. Realizou-se o cálculo para o plano de voo do drone utilizando-se o Google Earth para criar uma poligonal da área selecionada em KML. Exportou-se essa poligonal para o Drone Deploy onde programou-se o plano de voo calculando o GSD e a altitude de voo. Em campo, selecionou-se os pontos de apoio no terreno para a melhor visualização do drone. Com o aplicativo Dji Go 4 conectou-se ao drone para dar início ao mapeamento. Com a Estação Total Nikon DTM 322 e acessórios (tripé e bastão com prisma) levantou-se os pontos de apoio selecionados no terreno. Reuniu-se as informações de ambos os equipamentos e utilizou-se o programa *Colet* para fazer o descarregamento da estação total em arquivo *.txt* dos pontos de apoio. Em seguida, exportou-se as informações para o Autocad Civil 3D para dar início ao desenho. Com a exportação do *.txt* da estação total, importou-se os dados para o *Agisoft Metal Shape* para realizar o alinhamento de fotos aéreas e pontos de apoio gerando uma orthofoto MDT e MDS, com informações georreferenciadas no formato *.Tiff*.

### **Resultados e Discussão**

A estação total e o drone são equipamentos distintos que realizam serviços que geram dados diferentes. A estação total cumpre a função terrestre de um levantamento topográfico. Produz uma malha de pontos com coordenadas x, y, z. A

partir das coordenadas podem-se extrair medidas altimétricas e planimétricas. É possível realizar um levantamento topográfico apenas com este equipamento, o que exige a coleta de muitos pontos para atingir uma acurácia exigida, pois quanto maior o número de pontos, maior o detalhamento. A título de exemplo, para cobrir uma área acidentada de 360,00 m<sup>2</sup> seriam necessários no mínimo 300 pontos. O que demandaria em torno de cinco horas de trabalho de quatro profissionais. A estação total possui um limite de 10.000 pontos de armazenamento. O drone realiza a varredura aérea e produz uma nuvem densa de pontos também com coordenadas x, y, z e medidas altimétricas e planimétricas. Um plano de voo num terreno de 360,00 m<sup>2</sup> é realizado em aproximadamente 8 min, demandando apenas um profissional. Neste exemplo, o drone pode gerar até 200 fotos e 36.000 pontos.

Para executar um serviço com a integração dos equipamentos são necessários apenas quatro pontos marcados com a estação total e um voo do drone. Neste caso, três profissionais atuando no local realizam o trabalho em no máximo 2h. Com isso obtém-se uma redução de aproximadamente 70% do tempo para a execução, que consequentemente impactará nos custos finais para o cliente.

Na aplicação experimental, a área de 327,60 m<sup>2</sup> afetada pela erosão no talude do estudo de caso (Figura 01), foi inviável realizar o levantamento topográfico apenas com a estação total. A instabilidade do terreno e a inclinação negativa impediram que o profissional auxiliar colocasse o bastão com o prisma no talude. Este cenário mostra a importância da integração das tecnologias na garantia da segurança dos profissionais, além da acurácia final do serviço. Na Figura 01, o ponto amarelo é o ponto georreferenciado para a partida da estação total. Os quatro pontos brancos mostram os locais das posições do auxiliar para a coleta das coordenadas x, y, z para a estação total e o drone. O levantamento foi realizado em 2h, por três profissionais: um topógrafo, um auxiliar e um operador do drone.

**Figura 01.** Talude com a erosão (em vermelho). Posição da estação total (em amarelo). Quatro pontos de apoio (em branco).



Fonte: Arquivo dos Autores

**Figura 02.** Orthofoto. Alinhamento de todas as fotos do drone nos quatro pontos coletados pela estação total, com o azimute verdadeiro.



Fonte: Arquivo dos Autores

A orthofoto (Figura 02) é uma imagem que mostra o resultado do alinhamento das 180 fotos geradas no plano de voo do drone, nos quatro pontos coletados pela estação total, com o azimute verdadeiro. A orthofoto em extensão *.Tiff* informa as coordenadas de cada ponto, que servirão de base para uma análise no Civil 3D.

## Considerações Finais

O estudo mostrou a viabilidade de realizar a integração das tecnologias estação total e drone em levantamentos topográficos. Observou-se uma redução significativa no tempo de execução do trabalho. Este resultado impacta diretamente no atendimento às necessidades dos clientes. Os produtos gerados por estes equipamentos, quando sincronizados, aportam maior riqueza de detalhes e garantia da qualidade final. Outros desdobramentos deste estudo estão em andamento. O projeto de integração das tecnologias estação total e drone foi submetido ao Inova-San – Programa de Educação Empreendedora e Inovação e até a presente data encontra-se entre os finalistas na categoria Meio Ambiente.

## Referências

BRANDALIZE, M.C.B.. **Apostila de Topografia para Engenharia Civil e Arquitetura.** PUC. Paraná. S/D. Disponível em <http://www.topografiageral.com/Download/TOPOGRAFIA.pdf>. Acesso em 11 ago. 2018.

DOUBEK, A., **Topografia.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p. 205, 1989. DronEng, Drones e Engenharia. <http://blog.droneng.com.br/topografia-com-drones-mitos-e-verdades/>, 2016.

VEIGA, L.A.K.; ZANETTI, M.A.Z.; FAGGION, P.L. **Fundamentos de Topografia.** Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. UFPR, 2012. Disponível em [https://moodle.ifsc.edu.br/pluginfile.php/162303/mod\\_resource/content/1/apos\\_topo.pdf](https://moodle.ifsc.edu.br/pluginfile.php/162303/mod_resource/content/1/apos_topo.pdf). Acesso em 21.02.2021.