

USO DE DRONES PARA AUXILIO DE LEVANTAMENTO TOPOGRAFICO: COMPARATIVO ENTRE *LASER SCANNER*, DRONE (ORTOFOTO) E ESTAÇÃO TOTAL.

Jéssika de Almeida Mota Campos¹, Marcones Santos Moraes², Helena Bernardes Cortez³, Juliana Fernandes Souza⁵ e Vinicius Nogueira Fróes.⁵

¹ Uni-ANHANGUERA - Centro Universitário de Goiás, jessikaeng@gmail.com; ² Uni-ANHANGUERA – Centro Universitário de Goiás, marcones.santos@gmail.com; ³ Uni-ANHANGUERA - Centro Universitário de Goiás, hbcagrimensura@yahoo.com.br, ⁴ Instituto Federal de Goiás, julianaflly69@gmail.com e ⁵ Uni-ANHANGUERA - Centro Universitário de Goiás, vnfroes@gmail.com.

RESUMO

No mercado, há disponibilidade de diversas tecnologias voltadas ao levantamento topográfico, estas tecnologias têm como objetivo representar com maior precisão possível, áreas destinadas ao mapeamento, onde um dos fins desejados, pode ser a geração de um modelo digital do terreno (MDT). Para o presente estudo foram realizados comparativos relacionado à precisão dos levantamentos topográficos de uma área destinada a ampliação de um empreendimento, com objetivo de mapear a área localizada a margem direita de uma guarita, e teve como base, o mapeamento fornecido pelo contratante (levantamento feito com estação total), com o objetivo de “as built”. No levantamento foram utilizados uma estação total RTS 112L, o laser scanner terrestre modelo FARO Focus 3D X330 posicionadas em pontos georreferenciados e pré estabelecidos, e o drone DJI modelo Phantom 4 Pro que sobrevoa a área captando imagens para o processamento, que vem a gerar uma ortophoto. A comparação se deu através do software AutoCad 2016, que possibilitou a tomada de medidas, para comparação. Contudo foi possível a análise de precisão entre as diferentes tecnologias, diferenças estas que entre laser e drone, comparados a estação total, variaram na ordem de metros, enquanto que comparados laser e drone variaram na ordem de centímetros. Concluiu-se que devido a pequena diferença nos levantamentos realizados com drone e laser scanner terrestre, os mesmos se tornam mais precisos.

PALAVRAS-CHAVE: Drone. Levantamento Planialtimétrico. *Laser Scanner*.

ABSTRACT

In the market, several technologies are available for topographic survey, these technologies aim to represent, as accurately as possible, areas for mapping, where one of the desired purposes may be the generation of a digital terrain model (TDM). For the present study, comparisons were made in relation to the accuracy of topographic surveys of an area designed to expand an enterprise, with the objective of mapping the area located on the right bank of a booth, based on the mapping provided by the contractor with total station), with the aim of "as built". In the survey were used a total RTS 112L station, the FARO Focus 3D X330 laser

scanner positioned at georeferenced and pre-established points, and the DJI Phantom 4 Pro drone that flies over the area capturing images for processing, which generates a orthophoto. The comparison was made using AutoCad 2016 software, which made it possible to take measurements for comparison. However, it was possible to perform a precision analysis between the different technologies. These differences between laser and drone, compared to the total station, varied in the order of meters, whereas laser and drone values varied in the order of centimeters. It was concluded that due to the small difference in the surveys performed with drone and laser scanner terrestrial, they become more accurate.

KEYWORDS: Comparative. Analyze. Technologies. Laser Scanner.

1. INTRODUÇÃO

Para que seja definido um projeto de engenharia, primeiramente deve se definir o local a ser implantado e posteriormente a coleta de dados com informações sobre o relevo e outras estruturas que possam existir no local. A estação total é comumente utilizada para realizar o levantamento dos dados topográficos, tais levantamentos utilizando este aparelho tornam os custos onerosos e levam tempo a serem concluídos, e em alguns casos, o tempo é fator determinante para a conclusão de obras as quais são exigidas em curtos prazos.

Com o avançar da tecnologia em vários setores da engenharia civil houveram inovações no processo de levantamento de dados, principalmente com o uso do laser scanner 3D, que assim como outros métodos, também tem custos onerosos, mas tem o fator tempo a seu favor. Isso se dá ao fato da precisão na obtenção de dados, que, segundo os fabricantes giram em torno de milímetros. O equipamento utiliza feixes de luzes que beiram o campo óptico, onde o raio luminoso incide nos diversos pontos a serem mapeados. As distâncias são obtidas através do tempo de retorno da luz ao aparelho. Este é um processo totalmente automatizado, pois o equipamento se utiliza de softwares que o auxilia no processamento de dados, diferentemente de outros que são calculados com o auxílio de planilhas, muitas vezes preenchidas a mão.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizados dados de três tecnologias distintas, obtidos a partir de um levantamento. Ambos levantamentos foram analisados de forma criteriosa para que não viesse a fugir os pequenos detalhes para que não fosse possível grandes diferenças provenientes da delimitação do traçado a área, onde foram demarcados pontos georreferenciados.

Este trabalho consistiu no estudo de caso de um levantamento planialtimétrico feito em uma área particular na cidade de Goiânia - GO, sendo executado com auxílio de três equipamentos: estação total, laser scanner terrestre e drone, cujo os meios para obtenção de dados se diferem.

O levantamento realizado com a estação total, era existente e foi fornecido pelo contratante, o mesmo se tratava de um trabalho realizado com intuito de “as built”¹, onde foram possíveis a tomada de medidas e o detalhamento das construções existentes no local, sendo possível também, o detalhamento de curvas de níveis do terreno, para este tipo de mapeamento foi levantado a quantidade de profissionais envolvidos, tempo necessário para a coleta de dados e o tempo aproximado para gerar o mapa.

Com esses dados fornecidos pela estação total, as medidas foram tomadas como verdadeiras, com isso foi gerada uma orthofoto obtida pelo drone, onde a mesma foi utilizada ao fundo do levantamento feito com o laser scanner terrestre.

O levantamento realizado com laser scanner terrestre se deu através do posicionamento do aparelho em dezoito pontos predeterminados pelo profissional responsável pelo manuseio da máquina, onde cada ponto é georreferenciado, feito com o auxílio de um receptor GNSS. Após o posicionamento é dado o comando iniciar do aparelho, o mesmo emite feixes de luzes que beiram o campo ótico, a luz é incidida em cada ponto e tem o seu tempo de retorno ao aparelho coletado, isto faz com que o aparelho tenha uma distância do ponto. Logo após a coleta de dados, foi gerado uma nuvem de pontos, que detalhou com precisão milimétrica a topografia do terreno, bem como as construções já existentes.

Conforme as especificações técnicas do catálogo da Faro Focus, 2013, pode se destacar as seguintes características para o modelo FARO Focus 3D X330:

Gama de precisão: 122-488 De kpts / seg. 614 m; 976 kpts / seg. 307 m

Focus3D X 330 gama: 0,6 m - 330 m incidência vertical interno ou externo de 90% da superfície reflectora

Velocidade de medição (pontos / seg.): 122,000 / 244,000 / 488,000 / 976,000

Erro Slot1: ± 2 mm

Resolução: 70 megapixels

Velocidade máxima de escaneamento vertical: 5.820 rpm e 97 Hz

O levantamento feito com drone, se deu com planejamento prévio de voo, onde são definidos os locais de decolagem e pouso do aparelho, isto foi feito com a utilização do aplicativo Dronedeploy (disponibilizado pelo fabricante do aparelho) onde foi feita a definição manual da área e o próprio aplicativo definiu as linhas de voo do aparelho. As linhas são os caminhos percorridos pelo aparelho ao mesmo tempo em que registra imagens, este plano é normatizado pela ANAC (Agência Nacional de Aviação civil) pelo Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC - E) nº 94/2017 que classifica as aeronaves remotamente pilotadas (RPA's), em três tipos, classe 1,2 e 3 e dispõe das regras para utilização dos mesmos, As imagens captadas no trajeto são processadas e otimizadas para a montagem de um mosaico.

Especificações técnicas do drone modelo DJI Phantom 4 Pro, segundo o fabricante:

Peso (incluindo bateria e hélices): 1388g

Tamanho diagonal: 350mm

Velocidade máxima de decolagem: modo sport, 6m/s | modo gps, 5m/s

Velocidade máxima de pouso: modo sport, 4m/s | modo gps, 3m/s

Velocidade máxima: 72 km/h (Modo Sport) | 58 km/h (Modo-A) | 50 km/h (Modo-P)

Ângulo máximo de inclinação: 42° (Modo Sport) | 35° (Modo-A) | 25° (Modo-P)

Velocidade máxima angular: 250°/s (Modo Sport) | 150°/s (Modo-A)

Teto máximo de serviço: acima do nível do Mar: 19685 pés (6000m)

Tempo máximo de voo: aproximadamente 30 minutos

Sistema de posicionamento por satélite: GPS E GLONASS

3. RESULTADOS

Com o levantamento realizado, obteve se uma área para cada tecnologia conforme a tabela 1 demonstra os dados.

Os resultados obtidos estão dispostos na tabela 1 e 2.

Tabela 1: resultados de medidas comparativas da área

Equipamento	Medida de área	Diferença
Estação Total	2.312,103 m ²	-
Laser scanner terrestre	2.312,095 m ²	0,008 m ²
Drone	2.309,407 m ²	2,696 m ²

Com base em pesquisas feitas, a tabela 2 demonstra o tempo que foi necessário para realizar o levantamento com cada tecnologia a quantidade de profissionais envolvidos para a execução das mesmas.

Tabela 2: Tempo X Número de Profissionais Necessário

Levantamento	Nº de profissionais	Tempo necessário
Estação total	2	3 dias
Laser scanner ter.	1	1 dia
Drone	1	1 dia

4. DISCUSSÃO

Com base nos levantamentos analisados foi possível a tomada de medidas de áreas distintas existentes em ambos os levantamentos, o foco principal foi a área localizada próxima a uma guarita na parte superior direita do mapeamento, conforme imagem abaixo (Fig.1), esta foi o motivo do levantamento, pois a mesma estava destinada a ampliação do empreendimento existente.

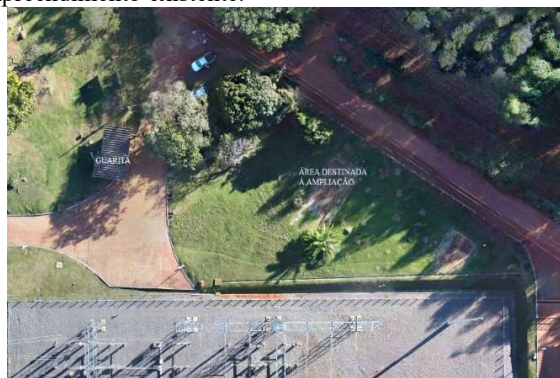


Figura 1: área destinada a ampliação
 Fonte: DMC Engenharia

As imagens abaixo mostram o resultado da delimitação da área feita em cada método de mapeamento, nelas é possível a visualização dos pontos georreferenciados, presentes nas extremidades.

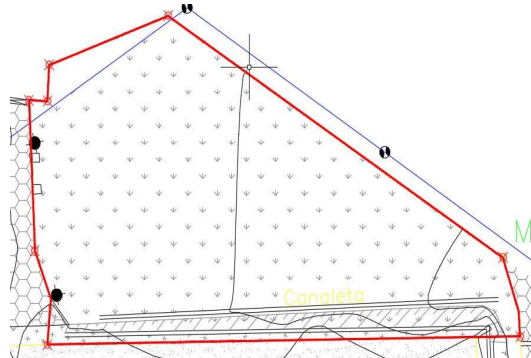


Figura 2: área produto do levantamento com estação total

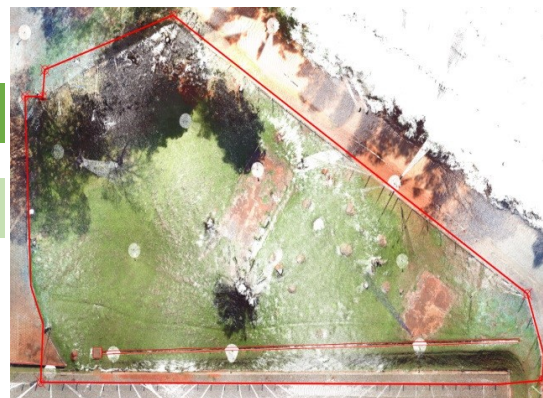


Figura 3: área produto do levantamento com estação total

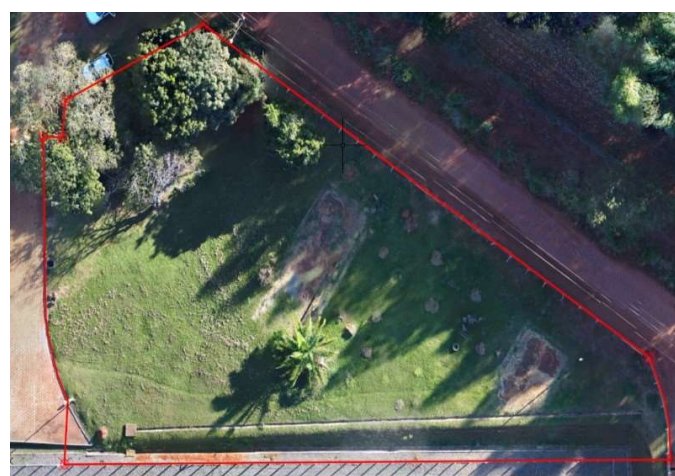


Figura 4: área produto do levantamento com drone.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho foi idealizado para comparação e análise da aquisição de dados em levantamentos planialtimétrico, ao iniciar esse o projeto de pesquisa, foi almejado um estudo de caso, onde fosse possível realizar um comparativo entre levantamentos topográficos, avaliando tecnologias distintas, considerando pontos como, precisão, mão de obra, apresentar o comparativo na execução do levantamento planialtimétrico utilizando tecnologias diferentes, ponderar sobre custo de novas tecnologias aplicadas à topografia, mão de obra especializada, tempo de execução e comentar avanços tecnológicos na área de topografia.

Para o presente trabalho os objetivos propostos, foram atingidos, com isso foi constatado que a estação total, comumente utilizada nos mais diversos tipos de mapeamentos, ainda se apresenta como tecnologia mais utilizada. Não foi possível a análise completa do processo de coleta e processamento de dados para geração do mapeamento, pois este foi fornecido pelo contratante, onde foi realizado com objetivo de “as built” (como construído),

portanto as medidas nele apresentadas foram tomadas como reais.

Todavia as hipóteses do laser scanner ser mais eficiente, provaram ser corretas, pois o mesmo se mostrou eficaz na coleta e no processamento dos dados obtidos em campo, onde a nuvem de pontos gerada, proporcionou a visualização dos objetos presentes in loco, bem como a medida precisa de distâncias e áreas, no entanto, a qualidade da imagem obtida não se mostrou com nível de nitidez satisfatório, isto devido a possibilidade do cliente final não ter optado pelo processamento completo da nuvem, onde para complemento da imagem a ser visualizada no mapeamento, foi utilizado o levantamento com auxílio do drone, que proporcionou uma visibilidade com maior nitidez.

Percebe-se que os três levantamentos analisados apenas dois, laser scanner terrestre e estação total, mostraram em planta, detalhes altímetros, com medidas de curvas de níveis do terreno, levando a conclusão de que o drone foi capaz de realizar apenas o levantamento planimétrico para este caso, contudo em pesquisas realizadas foi possível a constatação de que o mesmo tem a capacidade de realizar levantamentos altímetros, desde que este seja o objetivo.

Esse trabalho apresentou três tecnologias que já estão em aplicação, apesar de o laser scanner terrestre e o drone ainda não serem tão utilizados nos levantamentos quanto a estação total. Da mesma forma que na década de 90 possuir computador era um privilégio de poucos, hoje tornou-se comum, é possível que tecnologias como laser scanner terrestre e drone, se tornem usuais em levantamentos topográficos, aumentando a produtividade no mapeamento de áreas destinadas a trabalhos voltados a engenharia.

Contudo não foi possível fazer um orçamento comparativo do custo para a realização desses levantamentos, pois, cada tecnologia se mostrou singular, tendo em vista que a aplicação do laser não se restringe ao levantamento planialtimétrico, o que por sua vez não seria conveniente, pois isso poderia denegrir a imagem do laser, causando um certo desprezo a tecnologia, desaproveitando o que pode ser oferecido pelo o mesmo, que hoje é comumente utilizado no levantamento de “as buil”, isto devido ao seu alto poder de detalhamento e precisão na tomada de medidas.

Todavia, este trabalho poderá servir como base para pesquisas futuras, a comparação do uso dessas tecnologias com o mesmo ou similar objetivo aqui apresentado, tendo como pontos analisados, a verificação de fatores como agilidade do trabalho, precisão nas informações, mão de obra disponível, custo e eficiência. Desta forma, este estudo visa contribuir para o conhecimento das tecnologias aqui apresentadas, assim como para a avaliação da sua aplicabilidade de maneira objetiva e ágil.

6. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 6023**: Informações e documentação: referências: elaboração. Rio Janeiro. 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 13133**: Execução de levantamento topográfico. Rio Janeiro. 1994.
- BORGES, Alberto de Campos. **Topografia Aplicada a Engenharia Civil**. 2° ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.
- BOTELHO, Mosar Faria; CENTENO, Jorge Antônio Silva. **Integração de Dados do Laser Scanner com a Banda Pancromática do Sensor QuickBird II Para a Identificação de Edificações Através das Redes Neurais Numa Abordagem Orientação a Regiões**, 2005;
- CENTENO, Jorge Antônio Silva; MITISHITA, Edson Aparecido. **Laser scanner aerotransportado no estudo de áreas urbanas: A experiência da UFPR**. Curitiba, Paraná: 2007.
- EVANGELISTA, Matthew. **Blockbusters, Nukes, and Drones: trajectories of change over a century¹**, 2016
- FAGGION, Pedro Luís; ZANETTI, Maria Aparecida Zehnpfennig; VEIGA, Luís Augusto Koenig. **Fundamentos da topografia**. UFPR, Curitiba, Paraná: 2012.
- FARO Laser Scanner Focus3D X 330; Características, Benefícios e especificações técnicas, Lake Mary, Florida, 2013.
- FREITAS, Eduardo; **Imagens Invadem o Campo. Dados de satélite, nuvem de pontos 3D e fotos aéreas cada vez mais presentes nos levantamentos**. Editora MundoGEO Revista InfoGNSS. Ano 6, Edição n° 35, 2011. 26 a 28 p
- FRÓES, Vinícius Nogueira. **Topografia e Geodésia** para o curso de engenharia civil. Uni anhanguera. Goiânia: 2016.
- GARRETT, Filipe. **Como funciona um drone?** Entenda a tecnologia por trás desses robôs. São Paulo. Brasil. 2015.
- GRANDO, Douglas Luiz; LAND, Valdemir; RHODEN, Anderson Clayton. **Levantamentos Topográficos – Estação Total x GPS RTK**. FAI, Itapiranga, Santa Catarina: 2014.
- JERONYMO, André Colares; PEREIRA, Pâmela Brunetto Alves; **Comparação de Métodos de Levantamento Topográfico, Utilizando Escâner a Laser, Estação Total e Fotogrametria Terrestre**, UFPR, Curitiba, Paraná: 2015.
- PASTANA, Carlos Eduardo Troccoli. **Topografia I e II – Anotações de Aula**. UNIMAR, Marília, São Paulo: 2010.
- ROCHA, Antônio Carlos Pereira, **Aplicações do scanner laser I-Site para levantamentos topográficos**. Ouro Preto, Minas Gerais: 2002.
- REGULAMENTO BRASILEIRO DE AVIAÇÃO CIVIL ESPECIAL (RBAC – E) N° 94/2017: Requisitos Gerais Para **Aeronaves Não Tripuladas** de uso Civil: Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). São Paulo, Brasil. 2017.