

COMPARATIVO ENTRE METODOLOGIAS DE LEVANTAMENTOS PLANIALTIMÉTRICOS DRONE x GPS GEODESICO

COMPARISON OF PLANIALTIMETRIC DRONE X GPS GEODESIC SURVEY METHODOLOGIES

Thyago Fonseca Pereira ¹

Eduardo Gouveia Santiago Lage ²

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil - Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos

² Engenheiro Civil, Especialista em Saneamento e Meio Ambiente - Instituto Tocantinense
Presidente Antônio Carlos (Orientador)

RESUMO: Os levantamentos planialtimétricos são utilizados pra determinar a capacidade do solo, a melhor forma de uso do solo e ainda elaborar medidas de conservação e proteção do solo. Para isso, podem ser utilizados diversos instrumentos, onde a finalidade determinar qual mais eficiente a ser utilizado. Com isso, objetivo deste trabalho é desenvolver o projeto planialtimétrico em uma barragem, localizada no município de Aliança do Tocantins, com o objetivo de comparar os métodos de GPS e de DRONE para observar qual mais eficiente. **METODOLOGIA:** Buscou-se comparar o uso do DRONE Vante Phantom 4 Advanced e do GPS geodésico do modelo TOPCON HIPER+. A área de estudo é uma barragem, localizada no município de Aliança do Tocantins, a 3,5 km da sede do município, às margens da BR 153. **RESULTADOS:** Comparando os dois modelos digitais, verificou-se que o levantamento feito pelos dois métodos ficaram com uma precisão ótima, de acordo com cada precisão determinada pelos equipamentos utilizados, em questão dos resultados o dois métodos, pode-se afirmar que são eficazes para o levantamento planialtimétrico. Entretanto, observou-se um erro do DRONE no nível d'água que corresponde a uma diferença de 4m quando comparado aos dados obtidos pelo GPS. Pode-se justificar isso pelo fato do DRONE não ter conseguido captar, de modo eficaz, a superfície do lago da barragem, mas, as cotas fora do lago ficaram muito próximas. **CONCLUSÃO:** Observou-se que o levantamento feito com o GPS geodésico utilizando o método estático rápido exige mais tempo em relação ao DRONE apenas na parte de campo. Enquanto, o DRONE é mais indicado para resolver problemas de precisão em cálculos de volumes, produtividade e níveis de detalhes nos levantamentos planialtimétricos, no entanto, o uso do DRONE pode impactar fortemente nos custos do projeto.

Palavras chave: Drone, Levantamento Topográfico, GPS, Aliança do Tocantins.

ABSTRACT: Planialtimetric surveys are used to determine soil capacity, the best land use and to elaborate soil conservation and protection measures. For this, various instruments can be used, where the purpose is to determine which one is most efficient to use. Thus, the objective of this work is to develop the planialtimetric project in a dam, located in the municipality of Aliança do Tocantins, in order to compare the GPS and DRONE methods to see which one is more efficient. **METHODOLOGY:** We sought to compare the use of the DRONE Vante Phantom 4 Advanced and the geodetic GPS of the TOPCON HIPER + model. The study area is a dam, located in the municipality of Aliança do Tocantins, 3.5 km from the city headquarters, on the margins of BR 153. **RESULTS:** Comparing the two digital models, it was found that the survey made by the two methods were with an optimum accuracy, according to each precision determined by the equipment used, in the results of the two methods, it can be said that they are effective for the planialtimetric survey. However, a water level DRONE error was observed which corresponds to a difference of 4m when compared to the data obtained by GPS. This may be justified by the fact that the DRONE was unable to effectively capture the surface of the dam lake, but the offshore quotas were very close. **CONCLUSION:** It was observed that the survey made with geodetic GPS using the fast static method requires more time compared to DRONE only in the field. While DRONE is best suited for solving problems in calculating volume, productivity and level of detail in planialtimetric surveys, however, using DRONE can strongly impact project costs.

Keywords: Drone, Topographic Survey, GPS, Tocantins Alliance.

1 INTRODUÇÃO

A topografia é uma ciência relacionada aos estudos da geometria aplicada, conforme Borges (1992) esse estudo é fundamental para examinar e resolver problemas ligados no campo, onde a solução demanda a junção da teoria e prática.

Os levantamentos planialtimétricos são essenciais para observar acidentes geográficos e outras condições do relevo para determinar a capacidade do solo, a melhor forma de uso do solo e ainda elaborar medidas de conservação e proteção do solo (JESUS; OLIVEIRA, 2018).

Os equipamentos usados para efetuar um levantamento planialtimétrico para a representação do terreno ou da superfície, podem variar de acordo com a finalidade do trabalho, e podem também potencializar ações e estratégias,

conforme o grau de precisão e detalhamento necessário. (VEIGA; ZANETTI; FAGGION, 2012).

A partir de 1960, a Força Aérea e a Marinha dos Estados Unidos da América desenvolveram trabalhos sobre um sistema de navegação por satélite que culminou na elaboração do GPS (*Global Positioning System*) que é um sistema de geoposicionamento por meio da transmissão ondas de radiofrequência por satélites artificiais que geram um posicionamento na superfície da Terra. A princípio, o objetivo do sistema era localizar o posicionamento de alvos militares, mas depois passou a ser muito utilizado para execução de trabalhos geodésicos e topográficos (CARVALHO, 2009).

Outro equipamento muito utilizado para o levantamento planialtimétrico é o DRONE. Os drones são pequenas aeronaves não tripuladas, conhecidas como VANT (veículo aéreo não tripulado). Essa aeronave é controlada por controle remoto e possuem câmeras embutidas que podem obter imagens e conforme a necessidade gerar dados para um levantamento planialtimétrico (FORTUNATO, 2018).

O estudo da topografia é fundamental para o profissional, pois possibilita a criticidade da execução do projeto, de modo lógico, voltado à precisão no dados de seus projetos para registrar o seu trabalho de modo claro e ordenado.

Pelo exposto, o presente estudo tem como objetivo desenvolver o projeto planialtimétrico em uma barragem, localizada no município de Aliança do Tocantins, com o objetivo de comparar os métodos de GPS e de DRONE para observar qual mais eficiente.

2 METODOLOGIA

A área de estudo é uma barragem, localizada no município de Aliança do Tocantins, a 3,5 km da sede do município, às margens da BR 153, sob as coordenadas 8746099.56N e 723703.01E conforme indicados nas figuras 1 e 2.

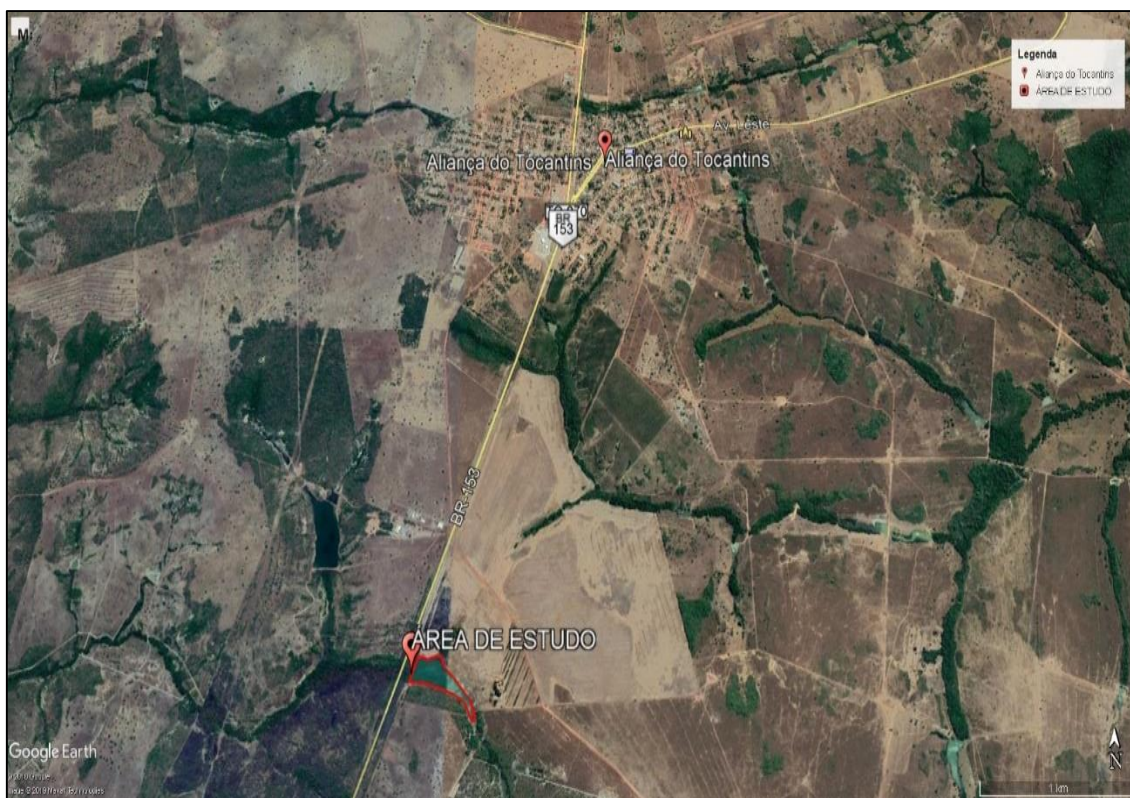


Figura 1 - Localização da cidade de Aliança do Tocantins
 Fonte: Google Maps (2019).



Figura 2 - Localização da área de estudo (ZONA 22/ DATUM WGS84 / 17/08/2019).
 Fonte: Google Maps (2019).

2.1 LEVANTAMENTO DE CAMPO

O levantamento de dados em campo foi realizado por dois aparelhos com os métodos definidos pelos seus manuais; o GPS geodésico e o DRONE.

Os componentes do GPS geodésico utilizados foram um tripé, uma base nivelante, um antena topcon hiper+ (base), uma antena topcon hiper+(rover), um bastão e um bipé, indicados na figura 3.



Figura 3 - GPS Geodésico
Fonte: Arquivo do Autor (2019).

O DRONE utilizado é composto por um Vante Phantom 4 Advanced (aeronave não tripulada), um controle remoto, uma câmera de alta resolução e um smartphone com sistemas operacionais versões de ANDROID igual ou superior 6.0 ou IOS 6.0 ou superior, Indicado na figura 4.



Figura 4 - Modelo de DRONE utilizado na pesquisa
Fonte: DroneRush (2019).

2.1.1 LEVANTAMENTO COM GPS GEODÉSICO EM CAMPO

Utilizou-se um GPS geodésico do modelo TOPCON HIPER+, composto por uma BASE e um ROVER. Em campo foi executado o levantamento planialtimétrico, para a coleta de coordenadas geográficas e cotas de níveis da área em estudo supracitada. Para coletar esses dados foram realizada as seguintes etapas:

- (1) Foi cravado no solo um marco de concreto para ser utilizado como referência física do ponto da base do GPS; exemplo do marco indicado na figura 5
- (2) Após estacionar a antena, a base do GPS foi acionada na função de gravar dados brutos de coordenadas durante oito horas ininterruptas.



Figura 5 - Realização do levantamento geodésico
Fonte: Arquivo do Autor (2019).

Foram coletados dados brutos dos pontos com a antena ROVER, onde foram adotados pontos alinhados no nível da água da montante, na crista e na jusante da barragem. Realizou-se também seções de pontos nas margens da represa montante da barragem, e outras seções de pontos na jusante da barragens até a margens da BR153.

Nesse trecho foi necessário a abertura de picadas, pois a mata era densa (fechada) para que aumentasse a precisão da antena (ROVER) e de mais

alguns pontos aleatórios. No total foi realizado o levantamento de 44 pontos mais o ponto da base.

Em cada ponto foi determinado o método estático rápido, onde o tempo de espera de coleta de dados corresponde a 15 min, com o intuito de aumentar a precisão do levantamento planialtimétrico. Contudo, era esperado que o erro admitido fosse no máximo de 5mm (+1ppm).

2.1.1.1 PROCESSAMENTO DE DADOS

No escritório utilizou-se um computador, com os *softwares* TOPCON TOOLS® 7.5.1; AUTOCAD® 2019; TOPOGRAPH98®; PC CDU® e QGIS® 3.10.

Após descarregar os dados brutos do GPS no software PC CDU realizou-se para o processamento dos mesmos, onde o arquivo da base foi convertido em um arquivo formato RINEX e depois enviado ao site do IBGE para ajustar as coordenadas com a base do mesmo no método de posicionamento por ponto preciso (PPP).

Após a sincronização, com a base já ajustada pelo IBGE no *software* TOPCON TOOLS® 7.5.1, efetuou-se a análise numérica dos dados, ajustamento de rede e geração de relatórios. Os dados processados no método PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) foram exportados para o *software* AUTO CAD® e TOPOGRAPH98® para a elaboração dos mapas e curvas de níveis, o QGIS® 3.10 foi utilizado para gerar o MDT do terreno.

2.1.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO COM DRONE

No escritório, realizou-se um plano de voo para o DRONE, no *software* DRONE DEPLOY®, para realizar um voo automatizado e para que toda a área fosse ser mapeada.

Em campo, foram marcados os pontos de controle em todo o terreno, que são a referência para o pós-processamento do ortomosaico gerado durante o voo. Realizou-se um voo de aproximadamente 30 minutos sobre toda a área de estudo realizando o levantamento fotogramétrico.

2.1.2.1 PROCESSAMENTO DE DADOS

No escritório utilizou-se um computador com o *software* Metashape® (Photoscan Pro). Foi realizado o descarregamento das imagens no computador e gerado o ortomosaico que é a junção de todas as fotos que foram tiradas com o DRONE em campo.

Logo após a esse processamento efetuou-se a sobreposição dos pontos de controles realizados em campo e o georreferenciamento do ortomosaico pelo processo pixel a pixel por ajuste manual.

Após a imagem georreferenciada realizou-se um novo processamento da imagem que visa deixá-la pronta para a obtenção das curvas de nível e a geração do Modelo Digital do Terreno (MDT).

Todo esse processo exige um equipamento computacional de alto desempenho, onde a realização de todo o processamento pode demorar até 70 horas para ser finalizado em escritório. Mostrando assim que o uso de DRONES no levantamento topográfico, exige menos tempo de campo e muito mais em escritório.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 6, pode-se visualizar O MDT onde o ponto mais alto do levantamento se encontra na cota: 283.423 fora da seção do barramento. A seção do barramento encontra-se na cota média 280 e o nível d'água encontra-se na cota 277.513.

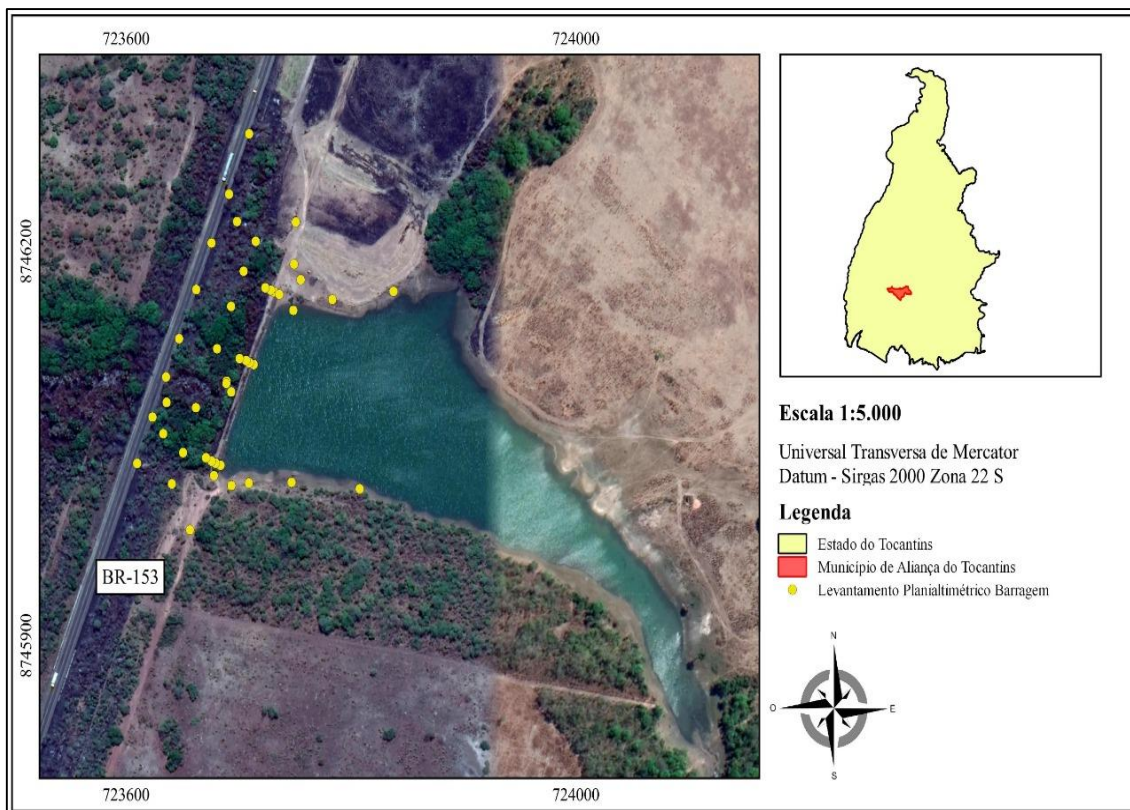


Figura 6 - Imagem processada pelo QGIS
Fonte: Arquivo do Autor (2019).

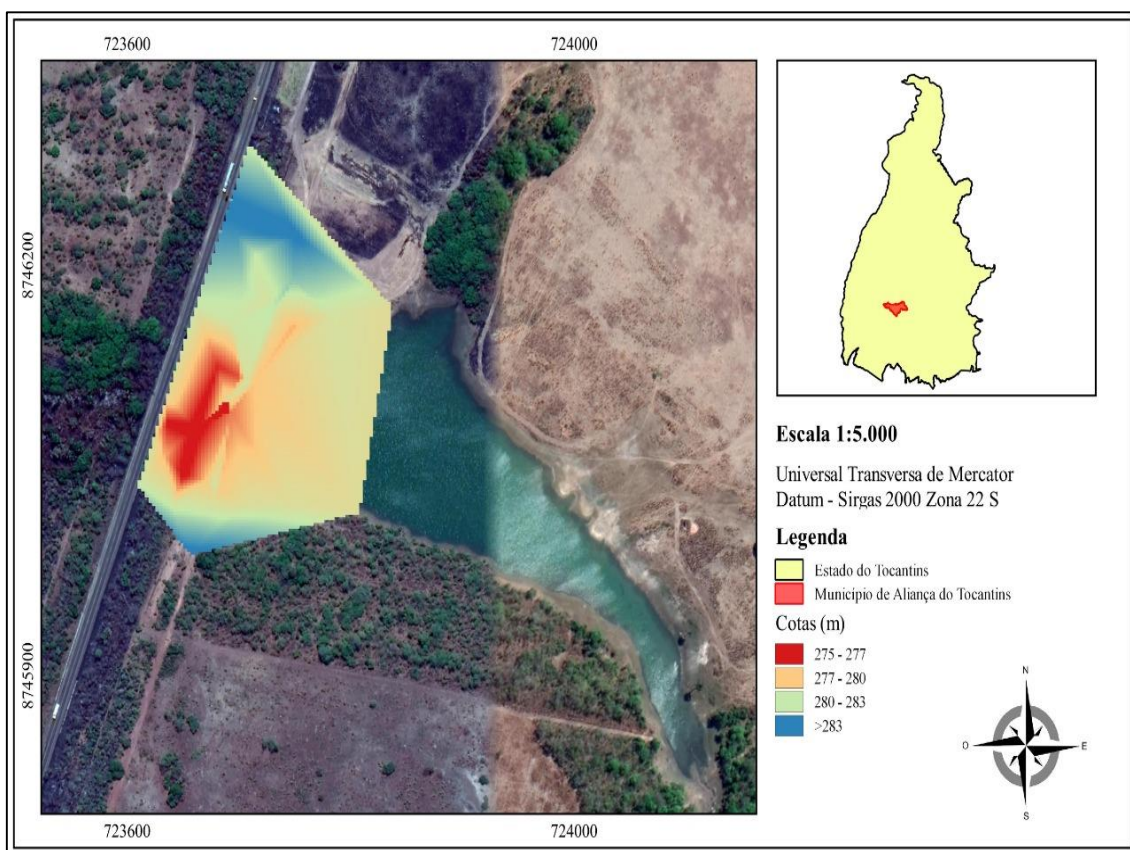


Figura 7 - Imagem processada pelo QGIS
Fonte: Arquivo do Autor (2019).

Na figura 08 visualiza-se, a imagem em alta resolução capturada pelo DRONE e o MDT, onde o ponto mais alto do levantamento se encontra na cota: 283 fora da seção do barramento. A seção do barramento encontra-se na cota média 280 e o nível d'água encontra-se na cota 273.



Figura 08 - Seção do barramento
Fonte: Arquivo do Autor (2019).

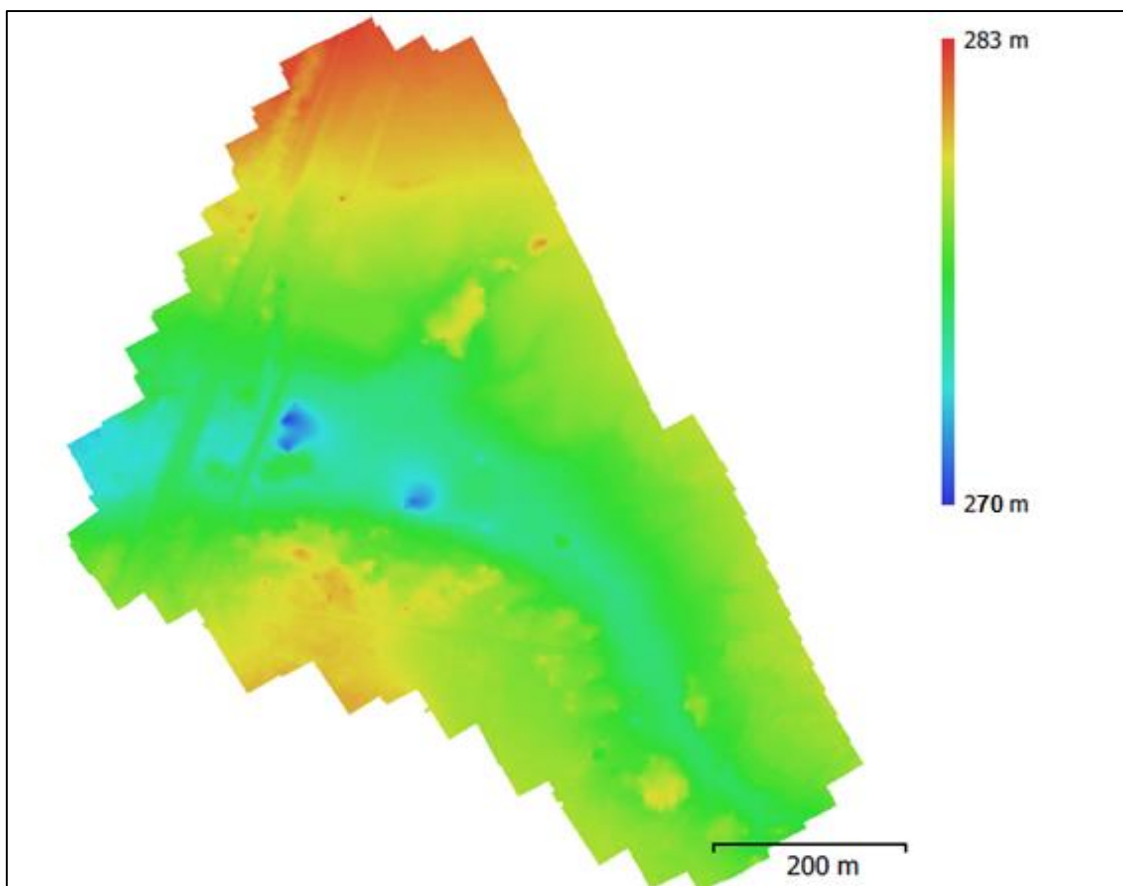


Figura 09 - Imagem do Drone
Fonte: Arquivo do Autor (2019).

Comparando os dois modelos digitais, verifica-se que o levantamento feito pelos dois métodos ficaram com uma precisão ótima, de acordo com cada precisão determinada pelos equipamentos utilizados, em questão dos resultados o dois métodos, pode afirmar que são eficaz para o levantamento planialtimétrico.

Com relação a execução e processamento de dados dos dois tipos de levantamento temos vantagens e desvantagens, levando em consideração o ambiente de campo e de escritório.

O levantamento com o GPS leva mais tempo, já que precisa-se percorrer toda a área a pé onde o levantamento dever ser feito ponto a ponto, já com o DRONE é feito um sobrevoo sobre a área em minutos, sendo possível rastrear uma grande área. Entretanto, houve um erro no nível d'água muito grande, pois notou-se uma diferença de 4 metros com relação aos dados obtidos pelo GPS. Isso pode ter ocorrido pelo fato do DRONE não ter conseguido captar a

superfície do lago da barragem, mas as cotas do lago ficaram muito próximas nas diferentes medições.

O GPS é um processamento mais rápido mesmo tendo que utilizar vários *softwares* para fazer o tratamento de dados e confecção de mapas. Com esse tipo de levantamento os pontos tem coordenadas e cotas reais do terreno, pois os *softwares* já possuem ferramentas que automatizam o processo. Já o DRONE exige um pouco mais de tempo com o processamento, pois é necessário transformar todas as imagens capturadas da área em uma ortofoto para que os *softwares* de processamento utilizem o georreferenciamento das ortoimagens para sobrepor as ortofotos, e assim, gerar linhas de corte para uni-las de forma que centenas ou milhares de ortofotos tonem-se uma única imagem.

O processamento de imagens demandou um período de aproximadamente 70 horas, outra desvantagem de realizar esse tipo de levantamento com o DRONE depende muito da área a ser analisada. Por exemplo, locais com mata densa ou construções próximas da região podem interferir no tempo, já que após o processamento, cada a altitude das copas das arvores e telhados das construções devem ser retirados manualmente nos *softwares* para medir realmente a altitude do solo origem da área.

Segundo Fortunato (2018) por meio das tecnologias aerofotogramétricas para processamento de imagens, as fotografias aéreas obtidas pelo DRONE, passam por um processamento que gera uma nuvem de pontos, e comparando aos pontos gerados pelos equipamentos topográficos tradicionais, são bem mais adensados, ocasionando um maior detalhamento do terreno analisado.

Jesus e Oliveira (2018) ao comparar diferentes métodos para levantamento planialtimétrico notaram que os resultados obtidos com o GPS ficaram próximos do que se obteve com a topografia convencional e o levantamento com DRONE mostrou-se vantajoso em relação ao tempo de execução e investimento inicial.

4 CONCLUSÃO

As análises realizadas nesse trabalho contribuíram para a comparação entre os dos tipos de levantamento, com a geração de mapas e representação digital do terreno usando dos equipamentos diferentes visando auxiliar na

escolha de qual tipo de equipamento deve-se utilizar para executar levantamentos planialtimétricos, considerando a área de estudo e agilidade da execução do serviço.

Observa-se que o levantamento feito com o GPS geodésico utilizando o método estático rápido exige mais tempo em relação ao DRONE apenas na parte de campo, pois é preciso mobilizar uma equipe maior para que seja feito o levantamento e leva mais tempo pra rastrear o mesmo tamanho de área em relação ao DRONE que em campo exige apenas uma pessoa para operar o mesmo.

Percebe-se através dos exemplos que há diversos empecilhos relacionados à questões físicas, condições climáticas, área de abrangência, nível de detalhe, qualidade, produtividade e outros que podem pesar na decisão do melhor recurso tecnológico para os levantamentos planialtimétricos, cabendo ao profissional responsável, conhecer cada um dos fatores importantes e analisar a melhor alternativa para realizar as medições.

Quando trata-se de levantamentos em grandes áreas, o DRONE proporciona vantagens maiores no que tange a produtividade e a numerosa quantidade de pontos captados. Também em necessidades de cálculo de volume de pilhas de minério, barragens, cavas, e outros serviços relacionados a terraplenagem, é possível conseguir resultados mais fiéis à situação real do terreno devido ao detalhamento obtido pela nuvem de pontos.

Conclui-se que o DRONE torna-se interessante para resolver problemas de precisão em cálculos de volumes, produtividade e níveis de detalhes nos levantamentos planialtimétricos. Em contrapartida, isto pode impactar nos custos do projeto, visto que é bem provável que o DRONE não substitua os equipamentos convencionais em determinadas etapas de uma obra, ou seja, ambos possuem utilidades que não se trocam, e em muitos casos, os dados se complementam para gerar o produto final desejado.

5 REFERÊNCIAS

BORGES, A. C. **Topografia aplicada à engenharia civil**. São Paulo, Ed. Edgar Blücher Ltda, v.2. 232p. 1992.

CARVALHO, E. A. **Leituras cartográficas e interpretações estatísticas**. EDUFRN, 2009. 244 p. Disponível em: <<http://www.ead.uepb.edu.br/>>. Acesso em: 29 set. 2019.

DRONERUSH. **DJI Phantom 4 Advanced**. Disponível em: <<https://dronerush.com/product/dji-phantom-4-advanced/>>. Acesso em: 20 ago. 2019.

FORTUNATO, J. C. **Topografia com Drones x Tradicional em Levantamentos Planialtimétricos**. 2018. Disponível em: <<https://droneshowla.com/>>. Acesso em: 02 out. 2019.

GOOGLE MAPS. **Aliança do Tocantins**. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/@-11.32376,-48.96576,12240m/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 17 ago. 2019.

JESUS, H. C.; OLIVEIRA, H. P. **Análise comparativa de levantamentos planialtimétricos - topografia convencional, GPS e DRONE**. 2018. 15p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade de Goiás, Goiânia, 2018.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. **Fundamentos de Topografia**. 2012. 288p. Disponível em: <http://www.cartografica.ufpr.br/docs/topo2/apos_topo.pdf>. Acesso em 23 set. 2019.