

USO DE EQUIPAMENTO DRONE OU VANT (VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO) NO LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO EM APOIO A PROJETOS NO SANEAMENTO

Luiz Carlos Rodrigues

Técnico em Edificações, graduado em desenho Técnico, Pós-graduado em TI, atuando na área de cadastro técnico na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp desde 1985.

José Augusto Muniz dos Santos ⁽²⁾

Técnico em Agrimensura.

Luiz Antônio Gonçalves ⁽³⁾

Técnico em Agrimensura, Engenheiro Civil, Pós-graduado em Saneamento e meio Ambiente.

Natália Tabareli Monzane ⁽⁴⁾

Engenheira civil, Especialização em Saneamento e Meio Ambiente, e Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos

Décio Dias Cesco ⁽⁵⁾

Engenheiro Civil, Especialização em Engenharia Sanitária, Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais e MBA em Gestão de Negócios.

Endereço ⁽¹⁾: Rua Das Paineiras, 120 Bairro COHAB - Cidade Presidente Prudente- Estado SP - CEP: 19066-090 - País Brasil - Tel: +55 (18) 988092176 - e-mail: lrodrigues@sabesp.com.br.

RESUMO

O avanço da tecnologia possibilita que as ferramentas atuais para levantamentos planialtimétricos proporcionem aos projetistas uma diminuição no tempo gasto em campo e escritório para a elaboração de projetos de saneamento. Nesse sentido, tendo em vista a diversificação de equipamentos disponíveis com precisão equivalente para levantamentos de campo, foi realizada análise comparativa da altimetria de um trecho de emissário utilizando nível ótico, GPS e *Drone*, com a finalidade de verificar a precisão e tempo necessário para o levantamento entre os três equipamentos. O produto gerado com a utilização do Drone apresentou agilidade quanto ao tempo de levantamento e qualidade das ortofotos em alta resolução com a criação de modelo digital do terreno, em comparação ao levantamento com o GPS e nível ótico. No entanto, a utilização do drone pode sofrer interferências de obstáculos que impactam nos dados de altimetria, devendo ser realizado uma análise crítica pelo operador de toda a área levantada de possíveis obstáculos para a validação do trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Levantamento Planialtimétrico, GNSS, *Drone*.

INTRODUÇÃO

Na elaboração de projetos para implantação de obras de saneamento com redes de água e esgotos, bem como obras localizadas se faz necessário o levantamento topográfico para determinar o local de implantação e o desnível geométrico da área. O levantamento topográfico que até então era realizado por uma equipe composta por topógrafo e pessoal de apoio se torna mais ágil com o uso de novas ferramentas, como o GPS e Drones.

OBJETIVO

Realizar a análise comparativa da altimetria de um trecho de emissário utilizando o Nível ótico, GPS e DRONE, com a finalidade de verificar a precisão no desnível geométrico entre os três equipamentos, e o tempo necessário para execução do levantamento planialtimétrico.

METODOLOGIA

Para os trabalhos de comparação dos nivelamentos, foi levantado inicialmente um trecho de um emissário às margens do reservatório intitulado como Balneário da Amizade que se localiza na divisa dos municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado. O trecho possui uma extensão de 969,56 metros, conforme Figura 01.

Figura 01 - Área de estudo



Fonte: Imagem do Google Earth

Nivelamento Geométrico

Para o nivelamento e contranivelamento geométrico, foi utilizado o nível ótico *Topcon* e uma mira, tendo como pontos de nivelamento os tampões dos PVs (poços de visita) visíveis para garantir a comparação, realizado pelo método direto, que realiza a medida da diferença de nível entre pontos, por intermédio de leituras correspondentes. O tempo gasto no levantamento foi aferido por cronômetro.

Figura 02 - Nível ótico



Fonte: Próprio autor

Figura 03 - Operadores realizando levantamento



Fonte: Próprio autor

Levantamento com GNSS/GPS

Para o levantamento com o GPS foram utilizados dois receptores da *Trimble* que se comunicam por RTK aos sistemas GNSS e GPS. Sendo um como base, ficando fixo em um ponto materializado anteriormente e outro móvel coletando as informações dos PVs numerados de 1 a 15, com tempo de coleta na base de 1:30 (uma hora e trinta minutos) e o tempo de coleta em cada ponto com o receptor móvel foi de 0:00:03 (três segundos). O tempo gasto no levantamento foi aferido pela leitura do próprio equipamento. Após a coleta de campo, no escritório, foi processado os dados e gerado o desenho em AutoCAD Civil 3D.

Figura 04 - Receptores utilizados



Fonte: Próprio autor

Figura 05 - Coleta de dados no PV1



Fonte: Próprio autor

/Levantamento com *DRONE*

Para o levantamento do trecho foi utilizado o *Drone Phantom 4 RTK* com dois equipamentos, sendo um receptor GNSS/GPS/RTK como base, ficando fixo no ponto materializado anteriormente e o outro foi o *Drone* com GNSS/GPS/RTK embarcado para fazer o voo na área de estudo, e identificando em solo alguns PVs com demarcação visual, conforme Figura 8 para facilitar a identificação nas fotos. Após o voo que durou 0:06:56 (Seis minutos e cinquenta e seis segundos) foi realizado em escritório o processamento dos dados gerando o mosaico de fotos, ortofoto, nuvem de pontos, modelo digital do terreno e curvas de nível. O tempo gasto no levantamento foi aferido pela leitura do próprio equipamento.

Figura 06 - Drone utilizado



Fonte: Próprio autor

Figura 07 – Preparativo para voo do *Drone*



Fonte: Próprio autor

Figura 08 - Ponto de apoio do Drone com demarcação visual



Fonte: Próprio autor

RESULTADOS OBTIDOS

Após os levantamentos foram obtidos os resultados de desníveis entre os pontos de referência conforme Tabela 01.

Tabela 01 – Valores de cotas e desníveis (metros)

Trechos	NÍVEL		GNSS		DRONE	
	Altimetria	Desnível	Altimetria	Desnível	Altimetria	Desnível
PV1	394,470	0,000	394,470	0,000	394,470	0,000
PV2	394,904	-0,434	394,897	-0,427	394,841	-0,371
PV3	395,373	-0,469	395,396	-0,499	395,117	-0,276
PV4	396,316	-0,943	396,342	-0,946	396,339	-1,222
PV5	396,102	0,214	396,111	0,231	396,238	0,101
PV6	395,416	0,686	395,436	0,675	395,548	0,69
PV7	397,074	-1,658	397,095	-1,659	397,286	-1,738
PV8	397,023	0,051	397,044	0,051	397,244	0,042
PV9	397,849	-0,826	397,870	-0,826	397,882	-0,638
PV10	397,184	0,665	397,203	0,667	397,274	0,608
PV11	396,774	0,410	396,792	0,411	396,831	0,443
PV12	395,893	0,881	395,936	0,856	395,894	0,937
PV13	396,033	-0,140	396,050	-0,114	396,090	-0,196
PV14	397,293	-1,260	397,319	-1,269	397,289	-1,199
PV15	397,187	0,106	397,209	0,110	397,196	0,093
Total		-2,717		-2,739		-2,726

Para avaliar a precisão dos equipamentos, foi considerado o levantamento com o nível como referência e comparado a precisão do GPS e do Drone em relação à esta referência, conforme Tabela 02.

Tabela 02 – Diferença de desnível entre o GPS e o Drone em relação ao Nível para cada trecho (metros)

Ponto	GNSS/Nível	DRONE/Nível
PV1	0	0
PV2	0,007	0,063
PV3	0,023	0,256
PV4	0,026	0,023
PV5	0,009	0,136
PV6	0,020	0,132
PV7	0,021	0,212
PV8	0,021	0,221
PV9	0,021	0,033
PV10	0,019	0,090
PV11	0,018	0,057
PV12	0,043	0,001
PV13	0,017	0,057
PV14	0,026	0,004
PV15	0,022	0,009
Média	0,021	0,092

Na Tabela 03 consta os tempos gastos nos levantamentos de campo e processamento entre os equipamentos.

Tabela 03 – Tempo de levantamento/Processamento

	NÍVEL	GNSS	DRONE
Levantamento de campo	4 h	1:30 h	15 min
Processamento	1 h	1 h	4 h

Na Figura 09 tem-se a imagem gerada pelo software Pix 4D a partir das fotos geradas do levantamento com Drone. Após o processamento foram obtidas as ortofotos, modelo digital do terreno e nuvem de pontos geradas pelo software Pix 4D e as curvas de nível geradas pelo software AutoCAD Civil 3D.

Figura 09 – Resultado final - Drone



Fonte: Imagem gerada pelo software Pix 4D e AutoCAD Civil 3D

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com os dados obtidos após os levantamentos observou-se que a precisão do levantamento de todo o trecho com o GPS e Drone do PV 1 ao PV 15 considerando como referência o nível ótico apresentou bons resultados, com variação de 2,2 cm com o GPS e 0,9 cm com o Drone.

No entanto avaliando trecho a trecho entre os PVs observou-se uma diferença média de 2,1 cm com o GPS e de 9,2 cm com o Drone. A diferença à maior com o Drone foi observada no trecho dos PVs 03, 05, 06, 07 e 08 que apresentaram interferências de árvores de grande porte onde na captura das imagens a copa das árvores impediu a leitura dos PVs. O software através da nuvem de pontos fez a correção destas interferências, mas apresentou uma incerteza maior, mantendo resultados satisfatórios para auxílio na concepção dos projetos.

Com relação aos tempos no levantamento de campo observou-se maior agilidade com o Drone com duração de 0:15 h, seguido do GPS com 1:30 h, tendo maior duração com o nível ótico de 4:00 h. Os tempos para o processamento pelo software do Drone considerando a geração de imagens, nuvem de pontos, ortofotos e modelo digital foi de 4:00 h, enquanto o GPS precisou de 1:00 h para gerar a planilha dos pontos e para o cálculo do nivelamento com a transferência dos dados na caderneta de campo para a planilha Excel demandou 1:00 h de trabalho.

Comparativamente observou-se que os tempos de processamento dos dados do GPS e Drone são atividades que não requerem o operador executando, pois são processamentos do software após configuração do operador, enquanto no levantamento com o nível ótico o tempo refere-se ao tempo do operador fazendo os cálculos.

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos nos levantamentos realizados com o Drone e GPS em comparação com o nível ótico obteve-se bons resultados, ou seja, é possível a utilização na concepção dos projetos de saneamento com qualidade e confiabilidade satisfatórias.

O levantamento considerando o tempo de campo mais o tempo necessário do operador para o processamento dos dados resultou em menor tempo com o Drone.

A utilização do Drone permite obter o nivelamento, bem como as ortofotos, o modelo digital do terreno, nuvem de pontos e as curvas de nível que contribuem significativamente com o projetista que passa a dispor de informações complementares para o detalhamento do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NORMA INTERNA DA SABESP. NTS 096 – Nivelamento Geométrico de precisão. São Paulo 2022
2. NORMA BRASILEIRA. NBR 13133 – Execução de levantamento topográfico. Brasil 2021
3. Manual de operação do drone Phantom 4 RTK