



**11ª Jornada Científica e
Tecnológica do IFSULDEMINAS**
& **8º Simpósio de
Pós-Graduação**

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE CÁLCULO DE VOLUME DE INUNDAÇÃO
USANDO AEROFOTOGRAMETRIA E POSICIONAMENTO POR GNSS**

**Nayara de S. Nakamura¹; Amanda A. de PAIVA²; Cíntia A. de SOUZA³; Michel da S. B. TERRA⁴;
Mosar Faria BOTELHO⁵**

RESUMO

A busca por resultados cada vez mais rápidos, precisos e acurados faz com que a aerofotogrametria seja empregada nas mais diversas aplicações. Sua capacidade de reduzir o tempo e o trabalho a campo, atrai diversos estudos e pesquisas, sendo esta, destinada a comparar valores obtidos por dois métodos de cálculo de volume de inundação. O levantamento aerofotogramétrico realizado neste trabalho, permitiu a elaboração de um modelo digital do terreno, que necessitou de um reduzido número de pontos de controle comparado com a quantidade de pontos que foram necessários para a realização do levantamento de dados por receptor GNSS. Os métodos de comparação, constataram que quanto maior a área, menor a variação entre os dois tipos de levantamento, recomendando então o uso da aerofotogrametria.

Palavras-chave: Pontos de Controle; Modelo Digital do Terreno; Aerolevramento.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Brito e Coelho (2002), entre os vários objetivos da aerofotogrametria, um dos principais é a redução do trabalho de campo no levantamento de coordenadas de um ou vários objetos e o tempo de obtenção de tais informações, que também podem ser determinadas através de diversos tipos de equipamentos topográficos como estação total e também a tecnologia GNSS.

Por proporcionar resultados cada vez mais rápidos e precisos, a aerofotogrametria vêm ganhando espaço e possui a capacidade de gerar um modelo digital do terreno (MDT) de alta acurácia, com a necessidade de coletar a campo apenas os pontos de controle da superfície a ser modelada. Este trabalho está inserido neste contexto, uma vez que o objetivo da pesquisa é comparar dois métodos que realizam o cálculo do volume de inundação, verificando os valores obtidos por duas distintas maneiras de coleta de dados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No estudo realizado por Sousa (2017), foi utilizado um *Phantom 3 professional* para realizar um aerolevamento que teve como objetivo final processar as imagens usando o *Agisoft*

¹ Estudante, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: nayara.nakamura@outlook.com.

² Estudante, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: paiva.eac@gmail.com.

³ Estudante, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: cinthia.avellar@gmail.com.

⁴ Estudante, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: terra.michel@gmail.com.

⁵ Orientador, IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes. E-mail: mosar.botelho@ifsuldeminas.edu.br.

Photoscan e gerar um modelo digital de terreno para ser possível obter o volume de áreas suscetíveis a alagamentos. Após o processamento pode-se classificar os resultados da planimetria e altimetria na classe A do padrão de exatidão cartográfica (PEC).

Em Makrakis (2017), foram coletados pontos com receptores GNSS nos limites das cheias anteriores, para determinação das coordenadas tridimensionais das linhas de inundações. O levantamento dos pontos apresentou precisão satisfatória, mostrando que o estudo de áreas de inundação utilizando receptor GNSS, apresenta qualidade e praticidade.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo consiste em uma região com dimensão de aproximadamente 1 ha, situada próxima ao Rio Mogi-Guaçu na Fazenda Escola do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes.

Inicialmente, foi realizado o cálculo do planejamento de voo adotando um recobrimento longitudinal de 70% devido ao relevo, lateral de 40% e uma altura de voo de 30 m, resultando em um GSD de 0,00822 m. Assim, com base na aerofotogrametria, também, foram definidas 4 faixas com um total de 52 fotos e tempo de voo de 3 minutos. Previamente a execução do voo, também, foram coletados pontos de controle e checagem no terreno, os quais foram pré-sinalizados para posteriormente auxiliar no processamento dos dados. A etapa de execução do voo foi acompanhada pelo *software DroneDeploy* junto ao VANT – *DJI Phantom 4 Pro V2.0*.

Vale ressaltar que para a verificação do RMS, os pontos de checagem foram interpolados e distribuídos uniformemente em relação aos pontos de controle com o propósito de determinar a discrepância entre o modelo numérico e o superficial real.

Em seguida, o processamento dos dados foi realizado pelo *software Agisoft PhotoScan*, onde foi gerado uma nuvem de pontos que filtrada gerou o Modelo Digital do Terreno, do qual foi possível extrair as curvas de nível que exportadas para o *software DataGeosis* possibilitaram calcular o volume de líquido que a área de estudo consegue reter em caso de inundação.

Na etapa de levantamento por GNSS foi utilizado o receptor Zenith40 da GeoMax para a coleta dos pontos em campo. Em seguida, foi realizado o processamento dos pontos coletados para a elaboração das curvas de nível através do *software DataGeosis*, que possibilitou também a realização do cálculo do volume de inundação da área de estudo.

A comparação dos volumes medidos de inundação, gerados por aerofotogrametria (B) e por posicionamento GNSS (A), foi realizada através das fórmulas de variação absoluta (1) e relativa (3), com o cálculo do valor relativo (2), como apresentado na Tabela 1.

$$B-A \quad (1)$$

$$B/A \quad (2)$$

$$\frac{B-A}{A} = \frac{B}{A} - 1 \quad (3)$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Precisão dos levantamentos e densidade dos pontos

O primeiro ponto a ser discutido diz respeito à precisão dos levantamentos, sendo a precisão dos dados obtidos pelo receptor GNSS definida pelo RMS médio dos pontos coletados e a precisão do MDT oriundo do aerolevanteamento definida pelo RMS médio dos pontos de checagem. Portanto, a precisão obtida com o GNSS foi de $\pm 0,007$ m e com os pontos de checagem do aerolevanteamento foi de $\pm 0,097$ m. Apesar da discrepância, antes que se possa realizar a comparação entre o volume encontrado entre os diferentes métodos, deve-se considerar ainda a densidade dos pontos, que no caso do GNSS foi de 0,03 pontos/m² e para o aerolevanteamento foi de 1523 pontos/m² conferindo um detalhamento superior da área.

4.2 Comparação do volume

Para uma melhor análise dos volumes levantados, os mesmos foram calculados para os diferentes níveis (cotas) compreendidos na área de estudo. Os resultados obtidos podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação cota x volume

Cota (m)	Volume GNSS (m ³)	Volume aerolevanteamento (m ³)
847,50	250,19	357,57
847,75	930,01	856,59
848,00	1199,69	1159,89
848,25	1640,94	1624,22
Total	4020,83	3998,27

Fonte: Autores.

Já na Tabela 2 são apresentados os valores de variação absoluta e relativa do volume calculado por GNSS em relação ao calculado por aerofotogrametria. Tomando a variação relativa como indicador de discrepância entre os métodos, pode-se observar uma boa correlação entre eles dada por uma discrepância total em módulo de 0,56%, sendo que este valor pode variar de 0% a 100%.

Tabela 2 – Comparação entre o volume calculado por GNSS e o volume calculado por aerofotogrametria

Cota (m)	Variação absoluta (m ³)	Valor relativo (%)	Variação relativa (%)
847,50	107,38	142,92%	42,92%
847,75	-73,42	92,11%	-7,89%
848,00	-39,8	96,68%	-3,32%
848,25	-16,72	98,98%	-1,02%
Total	-22,56	99,44%	-0,56%

Fonte: Autores.

Outro ponto importante a se destacar é a redução da variação entre os métodos conforme o aumento do volume. Considerando a projeção dos dados espera-se que para áreas maiores a

variação entre os métodos seja ainda menor, sendo nestes casos, recomendado o uso da aerofotogrametria por permitir uma melhor relação entre cobertura/tempo com menos pontos de controle do que seria necessário se comparado com um levantamento utilizando apenas um receptor GNSS e um maior detalhamento do relevo.

5. CONCLUSÕES

A comparação de métodos é de grande relevância para identificar qual processo proporciona melhores resultados de acordo com os objetivos de cada estudo. Pelos métodos realizados, foi possível identificar que a aerofotogrametria viabiliza um levantamento que necessita de menos pontos de controle se comparado com um levantamento por receptor GNSS por permitir uma melhor relação entre cobertura/tempo. Mesmo com uma densidade de pontos muito discrepante entre eles, houve uma boa correlação quando a diferença entre os valores medidos foi equiparada com suas incertezas. Mostrando assim que é possível a utilização de qualquer um dos métodos para a realização do cálculo do volume hídrico, e para alcançar resultados com menores variações entre as maneiras de obter esse volume, sugere-se sua aplicação em uma maior área.

REFERÊNCIAS

BRITO J, COELHO L. **Fotogrametria Digital**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia; 2002. 4 Comissão Nacional de Cartografia. Especificação técnica para a aquisição de dados geoespaciais vetoriais. Infraestrutura nacional de dados espaciais. 2. ed. Rio de Janeiro: Exército Brasileiro; 2011.

MAKRAKIS, Mábila. **Mapeamento e análise das áreas suscetíveis a inundação no município de Lages -SC**. 2017. Dissertação (Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre -RS, 2017.

SILVA, W. F; SILVA, L. S; MALTA, E. A; GORDIM, R. O; SCHERER-WARREN, M. **Avaliação de uso de Veículo Aéreo Não Tripulado-VANT em atividades de fiscalização da Agência Nacional de Águas**. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. João Pessoa. 2015.

SOUSA, Bruno. **Modelo digital de elevação a partir de imagens de VANT aplicado na identificação de áreas suscetíveis a alagamentos em uma sub-bacia hidrográfica da cidade de Teresina – Piauí**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Geoprocessamento) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Teresina, 2017.