

O USO DE ARP PARA A IDENTIFICAÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS EM UMA REGIÃO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JOSÉ PEREIRA

Julia Ramos da Silva Carvalho¹ (IC), Samara Calçado de Azevedo (PQ)¹

¹ Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Instituto de Recursos Naturais (IRN), Av. Bps, 1303, Itajubá-MG, Brasil

Palavras-chave: Degradação Ambiental. ARPs. Erosão. Mapeamento aéreo. Produtos Cartográficos.

Introdução

Ao longo da história, as atividades antrópicas têm causado impactos no meio ambiente, afetando os âmbitos social, ambiental e econômicos do mundo todo. Dentre os processos de impactos ambientais, a degradação dos solos emerge como um dos mais preocupantes, visto que ameaça seriamente o ambiente ecológico e a segurança alimentar (WANG, et al. 2023). Segundo Lal (2001), a erosão consiste no destacamento, transporte e deposição de partículas do solo. De acordo com Iwasa e Fendrich (1998), há uma forte relação entre o crescimento urbano desenfreado e o agravamento da erosão, fenômeno este que causa a perda de solo e biodiversidade, sedimentação de águas, assoreamento de rios e alteração da qualidade das águas e do solo.

O avanço das tecnologias e a capacidade de processamento automatizado tem popularizado o uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs), que vêm sendo utilizadas para inúmeras abordagens, como no mapeamento de alta resolução espacial e temporal (LOBO et al., 2020). Dessa forma, a aquisição de dados geoespaciais a partir de ARPs podem ser utilizados para compreender, identificar e monitorar processos erosivos em regiões de vulnerabilidade, visto que esse método apresenta um alto desempenho, baixo custo e alta precisão (FIGUEIREDO, et al. 2018).

Desse modo, este estudo propõe a exploração e desenvolvimento de uma metodologia de mapeamento por meio do uso da aerofotogrametria com ARP para avaliar os processos erosivos presentes em uma região da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão José Pereira, localizada na parte urbana da cidade de Itajubá-MG. A área de estudo compreende uma região de expansão urbana e de interesse de desenvolvimento tecnológico do município, e que, em função do apelo turístico, deve ser mapeado e estudado para entendimento de modificações do percurso natural do afluente do Rio Sapucaí, que enfrenta históricos casos de inundações. Dessa forma, o estudo permitiu a geração de produtos cartográficos para posteriores estudos sobre o uso e ocupação do solo, expansão urbana e monitoramento das mudanças ocorridas e os seus impactos.

Os procedimentos metodológicos consistiram em: aquisição de dados sobre a área de interesse por meio do

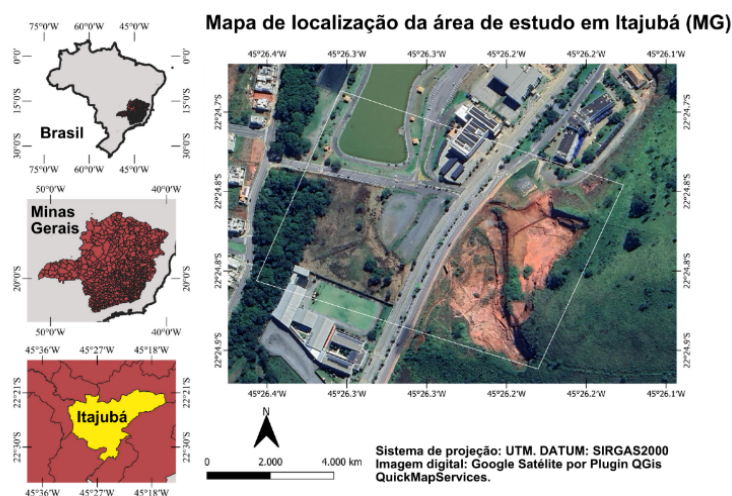
levantamento aéreo com ARP; processamento das imagens adquiridas; avaliação dos erros planialtimétricos; geração de produtos cartográficos e identificação de processos erosivos a partir do ortomosaico gerado.

Metodologia

Área de estudo

Para realizar o levantamento aéreo, primeiramente, definiu-se a área de estudo com base no Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Itajubá, observando-se as regiões classificadas como Área de Desenvolvimento Tecnológico (AIT). A área escolhida (Figura 1) encontra-se no Parque Municipal de Itajubá-MG, dentro da Sub-bacia do Ribeirão José Pereira.

Figura 1 - Área de estudo



Planejamento do voo

Parâmetros iniciais

Após a definição da área, iniciou-se o planejamento do voo para a aquisição dos dados. Nesta etapa foi necessário realizar a análise das condições meteorológicas e a definição da janela de voo, que consiste no intervalo de tempo com maior incidência solar, devido ao período chuvoso prolongado nos primeiros meses de 2023.

Ainda na etapa de planejamento são necessários os cálculos e definição dos parâmetros essenciais para uma boa qualidade no mapeamento. Esses parâmetros são a altura de voo e o *Groud Sampling Distance* (GSD), que

é a representação do pixel no terreno, ou seja, significa quanto em centímetros um pixel da imagem aérea irá representar no solo (BETHEL et al., 2001).

Para calcular o GSD, utilizou-se os valores das altitudes máxima e mínima do terreno, cujos os valores aproximados foram obtidos com o auxílio do aplicativo Google Earth, e os dados da distância focal e tamanho do pixel da ARP utilizada. A altitude de voo foi obtida através da adição da altura de voo (H_v) e da altitude do terreno (A_t).

$$\text{Altitude de voo} = H_v + A \quad (1)$$

Obteve-se a distância do terreno por meio da diferença entre a maior altitude de voo (M_{A_v}) e os valores da altitude do terreno (A_t).

$$\text{Distância do terreno} = M_{A_v} - A_t \quad (2)$$

Por fim, calculou-se o GSD prático a partir da seguinte equação:

$$GDS_{prático} = \left[D_t * \left(\frac{D_f}{T_p} \right) \right] * 100 \quad (3)$$

Onde:

D_t : distância do terreno;

D_f : distância focal;

T_p : tamanho do pixel.

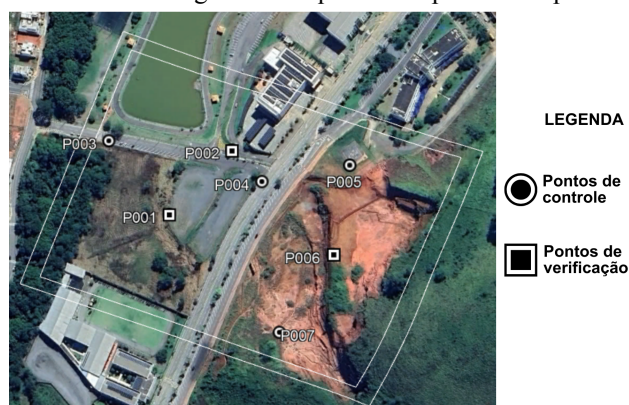
Obteve-se, então, um GSD ideal entre 2,95cm/pixel a 4,61 cm/pixel.

Levantamento de Pontos de Apoio

Os pontos de apoio são pontos identificáveis no terreno que aparecerão nas imagens aéreas e possuem coordenadas conhecidas. Esses pontos foram utilizados para relacionar o sistema de coordenadas da imagem com o sistema de coordenadas do terreno, objetivando aumentar a acurácia posicional dos produtos cartográficos.

Com o auxílio do aplicativo Google Earth, foram selecionados quatro pontos de controle e três pontos de verificação distribuídos ao longo da área de interesse (Figura 2), denominados de P001 a P007.

Figura 2 - Esquema dos pontos de apoio



As coordenadas desses pontos foram levantadas pelo método relativo por meio do receptor GNSS modelo Leica Gs09 com pós-processamento realizado no software Leica Geo Office.

Plano de voo

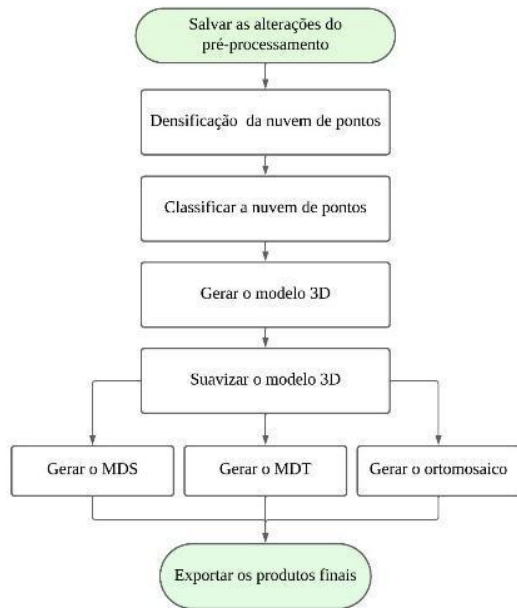
O aplicativo DroneDeploy foi empregado na elaboração do plano de voo, o qual foi configurado de acordo com o modelo do ARP utilizado e dos parâmetros definidos. Nesta etapa, importou-se o arquivo da área de voo no aplicativo e inseriu-se os valores dos seguintes parâmetros: a altura de voo de 100 metros, o GSD de 3 cm/pixel, a sobreposição longitudinal e lateral de 80% e o ângulo do gimbal em -90° . De modo automático, o aplicativo define a velocidade de voo para que os parâmetros determinados, sobreposição e altitude do voo, sejam mantidos. Além de avaliar a autonomia da bateria.

Processamento das imagens e confecção dos produtos cartográficos

Após a realização do voo, as imagens coletadas foram descarregadas e deu-se início ao processamento das imagens no software Agisoft Metashape. Primeiramente, uma etapa de pré-processamento foi realizada, que consistiu na definição do sistema de referência dos dados, análise de qualidade das imagens coletadas, primeiro alinhamento, pontaria dos pontos de apoio e segundo alinhamento das fotos.

Após o segundo alinhamento de fotos, as etapas apresentadas no Fluxograma 2 (Figura 3) foram realizadas. Os resultados e análises realizadas são descritas na próxima seção.

Figura 3 - Fluxograma das etapas do processamento



Resultados e discussão

Ao todo foram coletadas 189 imagens, em um único voo, abrangendo uma área de aproximadamente 9 hectares com GSD de 3 cm/pixel. O processamento das imagens requer uma demanda computacional elevada, sendo realizado em aproximadamente 10 dias.

A qualidade do projeto foi avaliada por meio da análise do relatório de processamento gerado antes da elaboração dos produtos cartográficos. O erro planimétrico dos pontos de verificação foi de 12,65 cm e o altimétrico de 65,02 cm, o que pode ser considerado elevado para o GSD obtido.

A partir da análise do perfil de altitude, realizado no aplicativo Google Earth, pode-se notar que a área mapeada tem uma variação de 46 metros, sendo a altitude máxima de 897 metros e a mínima de 851 metros. Portanto, a variação de altitude da área mapeada e as condições de processamento dos pontos de apoio podem ter influenciado na qualidade posicional do projeto. Entretanto, visando adquirir experiência no processamento, decidiu-se em continuar na geração dos demais produtos cartográficos para fins didáticos. Sendo assim, prosseguiu com a densificação e classificação da nuvem de pontos para possível geração do modelo 3D da área de voo. Em seguida, baseando-se no modelo 3D, gerou-se o MDT (Figura 4) e o MDS (Figura 5). O Modelo Digital de Terreno (MDT) representa a superfície terrestre considerando as cotas do terreno, as feições do solo e suas formas, excluindo as construções, vegetação e outros objetos acima do terreno. Diferente disso, o Modelo Digital de Superfície (MDS) considera os objetos acima do nível do solo, como a vegetação, os

edifícios e outras edificações antrópicas (EL-SHEIMY, 2005).

Figura 4 - Modelo Digital de Terreno

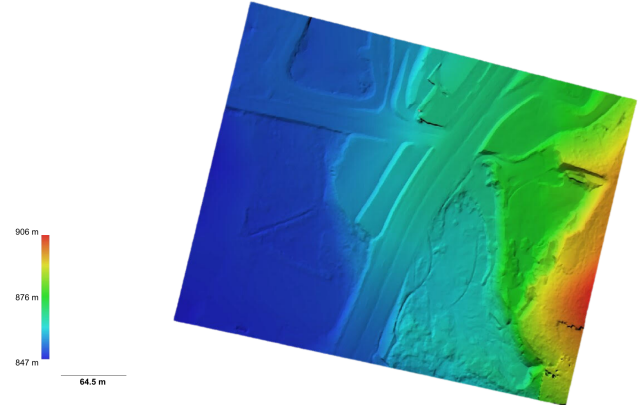
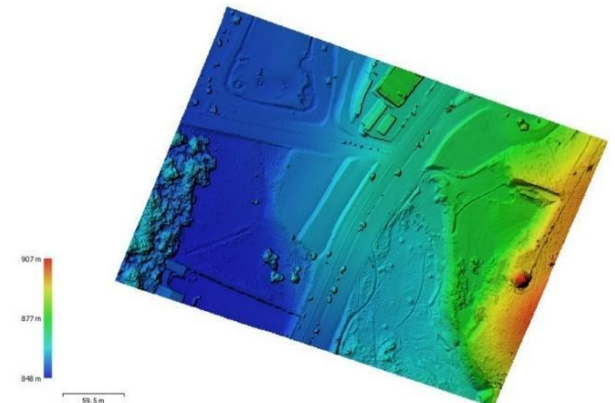


Figura 5 - Modelo Digital de Superfície



Com base no MDS foi possível gerar o ortofotomosaico verdadeiro (Figura 6).

Figura 6 - Ortofotomosaico verdadeiro



A partir do ortofotomosaico verdadeiro, fez-se a fotointerpretação do terreno, onde foi possível identificar os processos erosivos existentes na área de estudo (Figura 7) e definir a área desses processos

(Tabela 1) utilizando a ferramenta régua do aplicativo QGIS versão 3.28.9.

Figura 7 - Identificação dos processos erosivos na área de estudo

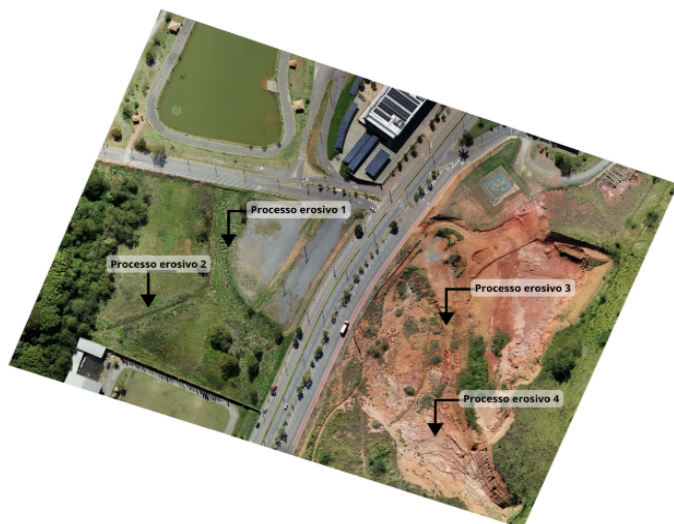


Tabela 1 - Área aproximada de cada processo erosivo identificado

Processo erosivo	Área aproximada (m ²)
1	1747,81
2	1225,97
3	1738,57
4	2160,47

A partir da fotointerpretação, observa-se que o início das feições erosivas encontram-se nas áreas de maior declividade. Isso acontece devido ao escoamento superficial da água, ou seja, conforme a declividade aumenta, ocorre o aumento da velocidade do escoamento da água nessa área, resultando no arraste de partículas do solo e sedimentos, fator este que dá início ao processo erosivo.

A área total dos processos erosivos encontrados foi de 6872,82 m², ao compará-lo com a área mapeada de 109258,0m², percebe-se que os processos erosivos representam aproximadamente 6,3% da área do terreno.

Conclusões

A utilização de imagens de alta resolução espacial, obtidas através do levantamento aerofotogramétrico com Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), mostrou-se eficiente para a identificação da fragilidade ambiental na área estudada, principalmente para a identificação de processos erosivos. Entretanto, apesar da alta resolução o processamento precisará ser revisto, uma vez que os erros planialtimétricos influenciam na qualidade posicional dos produtos gerados, o que para esta etapa

do projeto não interferiu na análise dos processos erosivos, pois o objetivo foi o estudo dos métodos e processos, mas devem ser considerados para a realização de projetos cartográficos que dependam de uma alta acurácia.

Por fim, observou-se que a área de estudo deve ser monitorada constantemente em função da alta concentração de áreas erosivas e por se tratar de uma área de interesse tecnológico e expansão de ações antrópicas e alta demanda turística. Para futuros trabalhos recomenda-se avaliar a influência da quantidade e qualidade dos pontos de apoio utilizados, com o intuito de aumentar a acurácia dos projetos gerados, diminuindo os erros planialtimétricos de centímetros para milímetros.

Agradecimentos

Agradeço o apoio recebido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). Agradeço também à Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e à minha orientadora Samara Calçado Azevedo pela oportunidade de aprendizado e enriquecimento acadêmico.

Referências

- BETHEL, J. S.; MCGNONE, J. C.; MIKHAIL, E. M. **Introduction to modern Photogrammetry**. New York: John Wiley & Sons, 2001. 477 p.
- EL-SHEIMY, N.; VALEO, C.; HABIB, A. **Digital terrain modelling: acquisition, manipulation and applications**. Artech House, 2005.
- FIGUEIREDO, Evandro Orfanó; FIGUEIREDO, Symone Maria de Melo. **Planos de Voo Semiautônomos para Fotogrametria com Aeronaves Remotamente Pilotadas de Classe 3: Circular técnica 75**. Rio Branco, AC: EMBRAPA, nov. 2018.
- IWASA, O. Y.; FENDRICH, R. (1998). **Controle de erosão urbana**. In: OLIVEIRA, A. M. S. & BRITO, S. N. A. (Org.) Geologia de Engenharia- ABGE
- LAL., R. (2001). **Soil degradation by erosion**. Land degradation & development. N° 12. P.519-539.
- LOBO, F.; FERREIRA, M. E.; UCHOA, C.; COSTA, J. V. **Uso de Plataformas Aéreas Não Tripuladas no Brasil – um Panorama de Dez Anos (2008- 2018) de Publicações Acadêmicas**. Revista Brasileira de Cartografia, 2020.
- WANG, J.; ZHEN, J.; HU, W.; CHEN, S.; LIZAGA, I.; ZERAATPISHEH, M.; YANG, X. **Remote sensing of soil degradation: Progress and perspective**. International Soil and Water Conservation Research, [s. l.], v. 11, p. 429-454, 15 mar. 2023.