

TRATAMENTO DE DADOS TOPOGRÁFICOS COLETADOS POR DRONE PARA SEU EMPREGO NA CRIAÇÃO DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO UTILIZANDO O MODELO HIDROLÓGICO IBER

Theo Mertzig¹ (IC), Benedito Cláudio da Silva(PQ)¹
¹Universidade Federal de Itajubá.

Palavras-chave: Curvas de nível. Modelo digital de terreno. Eventos extremos.

Introdução

O município de Itajubá (MG), localizado na região sul do estado, possui um histórico secular de eventos de inundação, os quais impactam a população desde o século XIX (De Souza Oliveira; Oliveira; Barbosa, 2015). A persistência e potencial agravamento desses fenômenos são atribuídos a fatores como o planejamento territorial urbano e os efeitos das mudanças climáticas. Diante desse cenário, o emprego de modelos hidrológicos torna-se imprescindível para a gestão e o controle de tais eventos extremos. Ferramentas numéricas como o modelo Iber destacam-se por resolver as equações de escoamento bidimensional, fornecendo simulações precisas e ágeis de parâmetros hidráulicos críticos, como vazão e altura d'água (Garcia-Feal et al., 2017). Contudo, a confiabilidade dessas simulações está intrinsecamente condicionada à disponibilidade de dados topográficos de alta precisão. Neste contexto, o presente estudo objetivou refinar os dados topográficos de um levantamento aerofotogramétrico com drone de parte da bacia do Ribeirão José Pereira, em Itajubá. A área escolhida foi o trecho em que o ribeirão passa ao meio da avenida BPS até a quadra poliesportiva da Universidade Federal de Itajubá, pois apresenta histórico de inundações.



Figura 1 – Foto aérea de interesse para modelagens



Figura 2 – Área de estudo inundada, 03/11/2023

O processo de edição foi crucial para mitigar as interferências causadas pela mata ciliar e por estruturas como pontes, garantindo assim a geração de um Modelo Digital de Terreno (MDT) acurado para subseqüentes modelagens hidrodinâmicas.

Metodologia

A origem dos dados foi proveniente de um mosaico formado pela união de 4 imagens coletadas em seções de aerofotogrametria utilizando um drone do modelo Phantom 4 Pro V2, os dados geográficos foram tratados no programa Agisoft Metashape, formando uma nuvem de pontos e finalmente resultando em um raster com pixels de resolução 10x10cm. Em seguida foi empregado o programa QGIS 3.34 para formar um MDT possuindo curvas de nível com espaçamento de 50cm. Tais curvas de nível foram exportadas para o programa AutoCAD para serem corrigidas manualmente. Ligando os trechos à jusante que foram descontinuados por uma ponte e removendo as curvas formadas pela vegetação ciliar, optou-se por não modificar as interferências à montante devido ao fato de

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

não apresentar histórico de inundação, e possíveis erros que podem ser propagados pela correção manual das curvas de nível. Por fim, as curvas retornaram ao QGIS para formar um novo MDT com as devidas correções, utilizando a interpolação TIN, método baseado na triangulação de Delaunay, que apresenta o menor tempo de processamento e maior acurácia comparando-o com demais métodos estatísticos como vizinhos naturais (Adedapo; Zurqani, 2024).

Resultados e discussão

Os modelos originais, podem ser observados nas Figuras 3 e 4, nota-se que as curvas de nível sofreram deformações devido aos fatores comentados anteriormente, resultando em curvas irregulares e uma descontinuidade do canal em decorrência de uma ponte.

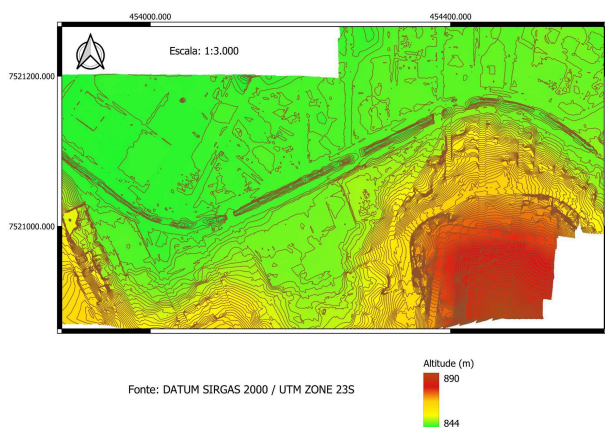


Figura 3 – MDT original sem correções

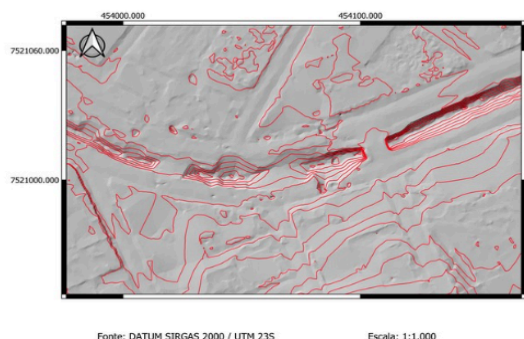


Figura 4 – Visualização da interferência topográfica das pontes e árvores

A interpolação das curvas corrigidas resultou no modelo que pode ser observado na Figura 3. Mantendo a resolução de 10x10cm e curvas de nível a cada 50cm.

Nota-se, visualmente, a ligação entre os canais separados, também pode-se observar a que a curvas de nível apresentam comportamento mais regular seguindo a extensão do canal, embora cubra uma área menor, devido a falta de dados altimétricos na seção mais ao norte, a área de interesse, ou seja, a margem do corpo hídrico foi mantida. Tais indicadores apontam para uma representação mais adequada para a modelagem hidrológica. A Figura 4 evidencia a maior semelhança ao formato real do canal.

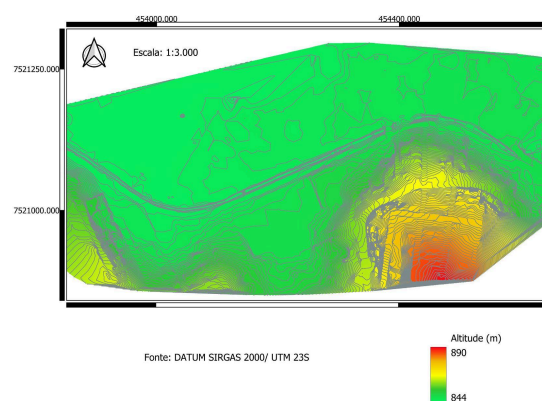


Figura 5 – MDT corrigido

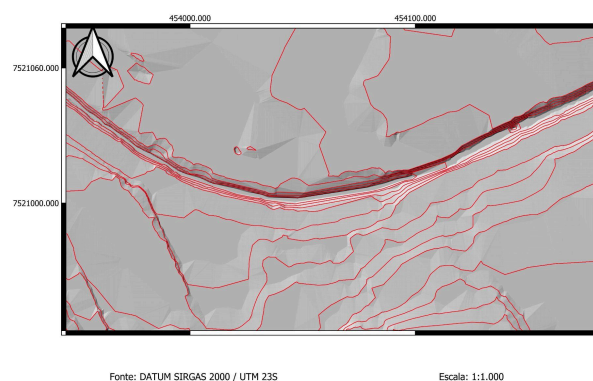


Figura 6 – Curvas de nível refinadas.

Tradicionalmente, a qualidade de modelos digitais de elevação é feita pela utilização de estatística descritiva, avaliando a média e desvio padrão entre um referencial medido *in loco*, utilizando equipamentos como o RTK e os dados interpolados pelo modelo (Baltensweiler et al., 2017). Neste caso será feita a comparação entre o MDT

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

antes e depois da correção ser feita, para avaliar se houve mudanças significativas, durante a correção manual. A análise utilizou a ferramenta “Calculadora raster” do Qgis para gerar um MDT que evidencia as diferenças entre o modelo original e o corrigido, para isso fez-se a diferença da altimetria do raster original e do raster corrigido, exposta na Figura 7.

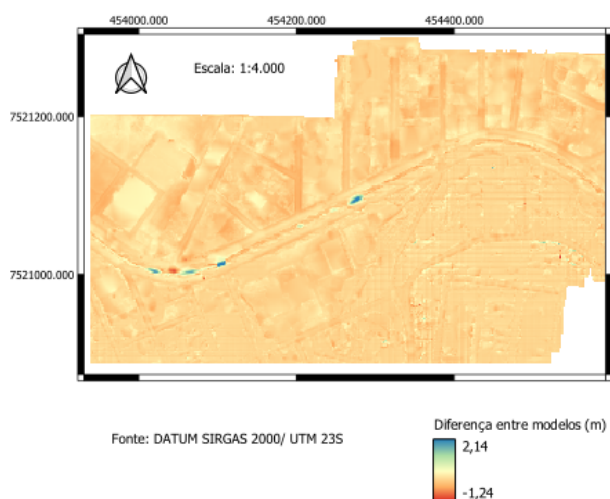


Figura 7 – Diferenças altimétricas entre os modelos.

O modelo resultado da subtração raster apresentou uma diferença média de 2cm a mais, devido ao processo de interpolação, e teve resultados mais significativos, nas zonas onde foram feitas correções manuais, ao comparar as Figura 7 e 4, nota-se uma predominância de valores positivos nessa área, ou seja, a altitude original é maior que a corrigida, o que era de se esperar, pois as copas das árvores criaram curvas mais altas em relação ao terreno. Assim pode-se concluir que as correções criaram um MDT mais similar às dimensões reais do canal.

Destaca-se ainda que o MDT gerado possui elevada precisão, como é característico dos aerolevantamentos realizados por drones. Para construção do MDT foram utilizados 64 pontos de controle medidos por GPS de alta precisão. A Figura 8 apresenta a distribuição dos pontos e os valores de erros do MDT em relação ao GPS, que na média foi de apenas 18,5 cm. Em trabalhos futuros pretende-se realizar comparações com outros levantamentos existentes para a área, a fim de demonstrar o ganho de precisão, importante para aplicações como a determinação de manchas de inundação.



Figura 8 – Pontos de controle e erros altimétricos.

Conclusões

Em conclusão, o objetivo de adequar dados topográficos para serem empregados no modelo hidrológico Iber, a fim de produzir manchas de inundação, foi atingido, uma vez que as fontes de erro, originadas da vegetação ciliar e da presenças de pontes na área de interesse da pesquisa foram mitigadas, e a análise de diferenças entre os rasters, evidencia a qualidade original dos dados altimétricos foi preservada sem mudanças significativas, portanto, o MDT final poderá ser empregado em futuras pesquisas hidrológicas.

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos à Universidade Federal de Itajubá por possibilitar este trabalho, ao CNPq pelo auxílio financeiro durante todo o processo de pesquisa, ao meu orientador, Benedito, pela confiança e atenção depositada em mim, à professora Samara e todos os envolvidos no levantamento topográfico e produção do MDT original.

Referências

ADEDAPO, Segun M.; ZURQANI, Hamdi A. Evaluating the performance of various interpolation techniques on digital elevation models in highly dense forest vegetation environment. *Ecological Informatics*, v. 81, p. 102646, 2024.

BALTENSWEILER, Andri et al. Terrestrial laser scanning improves digital elevation models and topsoil pH modelling in regions with complex topography and dense vegetation. *Environmental Modelling & Software*, v. 95, p. 13-21, 2017.

DE SOUZA OLIVEIRA, Thiago José Vieira; OLIVIERA, Guilherme Mandelo; BARBOSA, Alexandre Augusto.

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

Histórico de enchentes em Itajubá/MG. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 9, n. 4, p. 125-140, 2015.

GARCÍA-FEAL, Orlando et al. Iber as a tool to analyse flooding scenarios. **FLUMEN**, v. 2, p. 3, 2017.