

Precisão Altimétrica de MDTs na Análise de Risco de Inundação: Estudo de Caso em Pelotas/RS

FELIPE MACHADO D'AVILA; ALEXANDRE FELIPE BRUCH; NELVA BUGONI
RIQUETTI; HENRIQUE MATHIAS REIS; GEORGE MARINO SOARES
GONÇALVES

¹Universidade Federal de Pelotas – felipemd@outlook.com

²Universidade Federal de Pelotas – afbruch@gmail.com

²Agência para Desenvolvimento da Lagoa Mirim – nelva.bugoni@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – henrique-m.reis@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – george.marino.goncalves@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Um Modelo Digital de Terreno (MDT) aproxima um segmento ou a totalidade da superfície contínua do terreno por meio de pontos discretizados com valores únicos de altura atribuídos a eles. As altitudes são, aproximadamente, distâncias verticais entre os pontos do terreno e uma superfície (HIRT, 2016). Assim, um MDT representa a topografia do terreno excluindo a influência de objetos superficiais, como vegetação, estruturas artificiais e outros elementos antrópicos, concentrando-se exclusivamente na configuração da superfície terrestre.

Atualmente, os MDTs são necessários em diversas áreas, principalmente no que tange o planejamento urbano e rural, visto que ao ser usado em conjunto com outras áreas, por exemplo, na hidrologia, possibilitam não só analisar e projetar, mas também tomar decisões que incidem sobre o uso da água, em tópicos relacionados com drenagem urbana, barragens, projetar estradas e pontes. No meio rural, auxiliam na análise do terreno para determinar áreas de risco e planejamento agrícola (FILGUEIRAS, 2023).

Para fazer a gestão dos recursos hídricos, o uso dessa importante ferramenta de geoprocessamento é essencial, uma vez que fornece informações fundamentais para simular fluxos de água, identificar áreas propensas a alagamentos, prever enchentes e manejar recursos hídricos de forma eficiente. Além disso, os MDTs desempenham um papel crucial na gestão de áreas suscetíveis a inundações, especialmente em áreas sensíveis como no mapeamento e previsão dos níveis de água (IPT, 2023).

A utilização de MDTs de alta precisão e acurácia são fundamentais para a identificação e modelagem de áreas de risco, pois esses modelos possibilitam uma análise detalhada e precisa das regiões expostas com base na topografia e nas características específicas do terreno (BRUCH et al., 2024). Dada a relevância dessas análises para a modelagem na cidade, o presente estudo tem como objetivo avaliar a eficácia dos MDTs MDT URB, Alos Palsar, SRTM e TOPODATA, através do Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais (PEC-PCD), que é um avanço do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) estabelecido no Brasil pelo Decreto nº 89.817/1984, objetivando à sua aplicação no município de Pelotas (SANTOS et al., 2016 e BRUCH et al., 2019).

2. METODOLOGIA

Primeiramente, os quatro MDTs no formato TIFF (Tagged Image File Format) foram importados para um ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Logo, foram definidos o Sistema Geodésico de Referência Planialtimétrico em SIRGAS 2000 e o Sistema Geodésico de Referência Altimétrico em Imbituba e finalmente, a projeção correspondente à área de estudo foi configurada em Universal Transversa de Mercator, no fuso 22, hemisfério sul.

Para avaliar a precisão dos MDTs, foram rastreados 32 pontos de controle altimétrico utilizando um receptor GNSS (Global Navigation Satellite System) geodésico (BRUCH et al., 2024), empregando a técnica NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol). Essa tecnologia permite o transporte de dados GNSS utilizando o protocolo TCP-IP, que transmite dados de correção para que os receptores GNSS operem em modo RTK (Real Time Kinematic) (IBGE, 2013). Esse protocolo de comunicação é utilizado para transmitir correções diferenciais de GNSS em tempo real via acesso à internet.

A partir dos 32 pontos de controle (Figura 1), as altitudes dos quatro MDTs foram comparadas e ponderadas as defasagens de acordo com o Padrão de Exatidão Cartográfica Brasileiro, para produtos digitais PEC-PCD. Galo e Camargo (1994), com adaptações propostas por Nogueira Jr. (2003), Silva (2015), Silva et al. (2016) e Bruch et al. (2019).

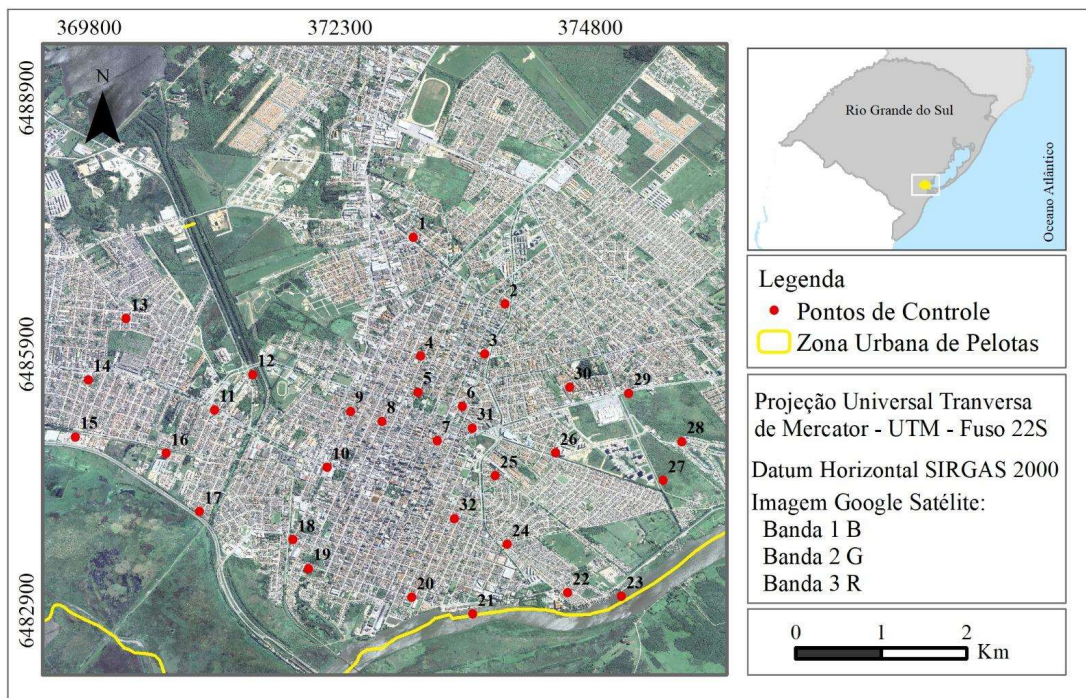


Figura 1: Mapa de localização dos pontos de controle, na zona de Pelotas/RS.

Fonte: Adaptado de Bruch et al. (2019).

Na sequência foi realizada a comparação entre os valores de referência obtidos anteriormente obtidos por meio do GNSS, e as características identificadas nos MDTs.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à necessidade de precisão na elaboração de produtos destinados à gestão de recursos hídricos, especialmente para a determinação de modelos de áreas de inundação na cidade de Pelotas, os testes de precisão e acurácia altimétrica devem atender à Classe A da PEC-PCD. Isso implica que 90% dos pontos devem ter um erro não superior a 0,27 metros, e o Desvio Padrão não deve exceder 1/6 da equidistância, estabelecendo um limite máximo de 0,17 metros.

O MDT URB demonstrou os melhores resultados, com uma discrepância posicional vertical de 0,019 metros e um desvio padrão de 0,100 metros, em comparação com as altitudes de referência obtidas por GNSS em campo, sendo enquadrado na Classe A no PEC-PCD para produtos cartográficos digitais. Todavia os MDTs Alos Palsar, SRTM e TOPODATA apresentaram discrepâncias altimétricas médias de -11,264, -2,264 e -1,673 metros, respectivamente, além de desvios padrões de 4,079, 4,119 e 3,990 metros, todos enquadrados na Classe D.

De acordo com a figura 2, as discrepâncias altimétricas entre os MDTs podem alcançar valores muito altos, como expressos nos pontos: 7, 16 e 21. A exceção no MDT URB ocorre porque o mesmo está na escala centimétrica. As discrepâncias altimétricas mais acentuadas podem estar relacionadas com o deslocamento posicional planimétrico dos produtos utilizados.

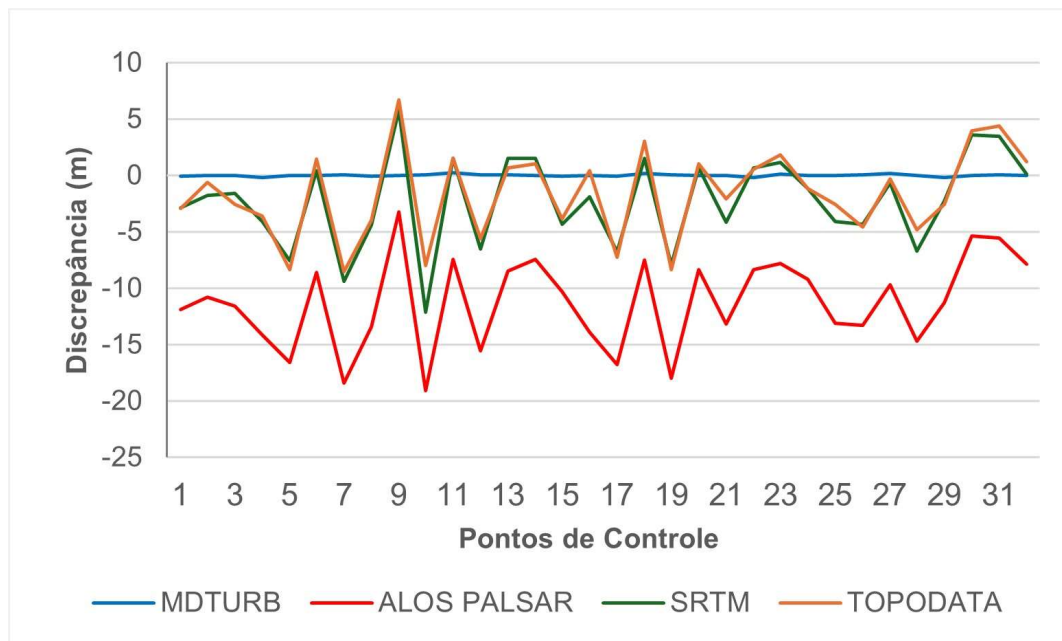


Figura 2: Discrepância altimétrica entre os MDTs.

4. CONCLUSÕES

Os Modelos Digitais de Terreno (MDTs) são essenciais para a identificação e delimitação de áreas de risco de inundação. A alta precisão e acurácia desses MDTs é de suma importância para assegurar decisões precisas e a implementação de ações eficazes. Nesta pesquisa, foram avaliadas a precisão e a conformidade com o PEC-PCD de quatro MDTs empregados em Pelotas para a identificação de áreas de inundação e caracterização topográfica.

É importante ressaltar que o MDT URB possui uma capacidade altimétrica muito acima dos outros MDTs, expondo uma precisão em centímetros, tornando-o uma ferramenta valiosa para a delimitação de áreas de inundação na cidade de Pelotas/RS.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUCH, A. F.; CAMARGO, K. R.; GONÇALVES, G. M. S.; COLLARES, G. L.; CARNEIRO, M. Avaliação da Acurácia Altimétrica de Diferentes Modelos Digitais de Terreno-MDTS da Cidade de Pelotas/RS como Ferramenta de Modelagem de Inundação. ALMEIDA, F.M. In: **Explorando las ciencias exactas: teoría y aplicaciones en el mundo de los números 2**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2024. Cap.2, p 21-36.

BRUCH, A. F.; CIROLINI, A.; THUM, A. B.; CARNEIRO, M. **Avaliação da Acurácia das Cubagens de Volumes de Mineração através de Levantamentos Convencionais e Fotogramétricos**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 12, n. 1. p. 283-298, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.1.p283-298>.

GALO, M. e CAMARGO, P. O. **Utilização do GPS no controle de qualidade de cartas**. Artigo apresentado no 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis – Brasil, Tomo II, 1994, 41-48.

HIRT, C. Digital terrain models. In: **Encyclopedia of Geodesy**. Springer, Berlin, New York, 2016.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Manual de Procedimentos Metodológicos: delimitação de planícies de inundação e de áreas inundáveis**. São Paulo, 1a Ed. IPT, 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE une internet sem fio a GPS e lança serviço gratuito para posicionamento e navegação**. 2013. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/13644-asi-ibge-une-internet-sem-fio-a-gps-e-lanca-servico-gratuito-para-posicionamento-e-navegacao> Acesso em 03/09/2024.

SILVA, C. A. **Avaliação da acurácia dos ortomosaicos e modelos digitais do terreno gerados por vant e sua aplicação no cálculo de volume de pilhas de rejeito da pedra cariri**. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Ceará – CE, 2015. 148p.

SILVA, C. A.; DUARTE, C. R.; SOUTO, M. V. S.; SANTOS, A. L. S.; AMARO, V. E.; BICHO, C. P.; SABADIA, J. A. B. **Avaliação da acurácia do cálculo de volume de pilhas de rejeito utilizando VANT, GNSS e LIDAR**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 22, n. 1, 2016.