

AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DE MDES OBTIDOS A PARTIR DE LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO E SENSORIAMENTO REMOTO

JÉSSICA FERNANDA OGASSAWARA¹; CARLOS ALEXANDRE ROMANI²;
LEYDIMERE JANNY COTA OLIVEIRA³

¹*Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – ogassawarajessica@gmail.com*

²*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – car13romani@gmail.com*

³*Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – leydimereoliveira@unipampa.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

Os modelos digitais de elevação (MDEs) representam a distribuição geográfica das elevações (MOORE *et. al.*, 1991) e podem ser obtidos a partir de mapas topográficos, fotogrametria, sensoriamento remoto, perfilamento a laser e levantamentos planialtimétricos. Quando são utilizados junto aos Sistemas de Informação Geográficas (SIG) e técnicas de sensoriamento remoto, possibilitam estudar a variabilidade dos processos físicos na área de estudo (MENDES; CIRILO, 2013), permitindo a aquisição de variáveis geomorfométricas, como declividade, orientação de vertentes e curvatura do terreno (MARION; SANTOS; HENDGES, 2015).

Atualmente, alguns MDEs obtidos a partir de técnicas de sensoriamento remoto são disponibilizados para todo o globo, entre eles destacam-se: *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e Alos Palsar, no entanto as resoluções espaciais desses produtos impedem que os mesmos sejam utilizados em determinadas aplicações que requerem uma maior precisão.

Para as aplicações em escalas mais finas, uma das alternativas para a obtenção dos dados amostrais é o levantamento planialtimétrico. Com o advento do Sistema Global de Navegação de Satélite (GNSS), a aquisição de pontos com maior precisão através de levantamentos planialtimétricos foram facilitados, por esse método é possível obter a localização geográfica juntamente com a altitude de um ponto em qualquer parte do mundo (DRUZINA, 2007). Segundo SANTOS; SÁ (2006), além do benefício de aquisição de pontos com maior precisão, a operação destes equipamentos são de extrema facilidade e os resultados esperados são adquiridos com maior rapidez. De posse dos dados amostrais obtidos a partir do levantamento em campo, o próximo passo para a geração de um MDE é a interpolação, a qual consiste na determinação de valores da variável de interesse em locais não amostrados.

Nesse sentido, os objetivos do presente trabalho foram gerar um MDE do bairro Cohab, localizado no município de Itaqui-RS, por meio de levantamento planialtimétrico utilizando receptores GNSS e comparar a precisão do MDE gerado com a precisão MDES obtidos através de sensoriamento remoto anteriormente citados.

2. METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho escolheu-se como área de estudo o Bairro Cohab do município de Itaqui, localizado na Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul, na divisa com a Argentina (Figura 1).

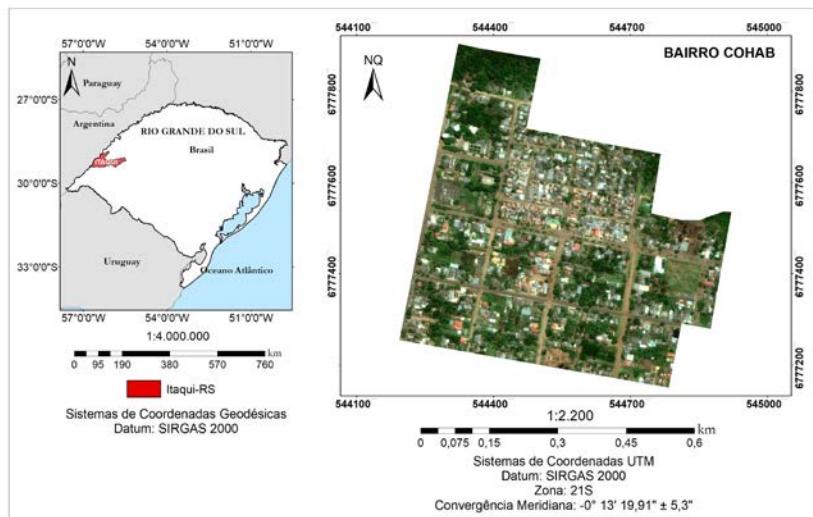


Figura 1 – Localização da área em estudo

Primeiramente, foi realizado o levantamento planialtimétrico na região do Bairro Cohab, utilizando receptores GNSS Ashtech ProMark 500 de dupla frequência L1/L2 com precisão horizontal 3mm+0,5ppm e vertical 6mm+0,5ppm. Os rastreios das coordenadas tiveram duração de 5 minutos para áreas abertas e de 10 minutos para áreas onde se encontraram elementos que poderiam obstruir o sinal do receptor, como árvores e prédios, seguindo as especificações do IBGE (IBGE, 2008), totalizando 313 pontos levantados.

Para a realização do procedimento descrito acima e para o posterior processamento dos dados, foi utilizado como ponto de controle um vértice de centragem forçada de coordenada conhecida, obtida através de processamento via Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC). O processamento do vértice de coordenada conhecida foi realizado através da triangulação usando como base as estações de Alegrete e Cerro Largo, ambas pertencentes a RBMC. O vértice se encontra na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) no campus de Itaqui-RS.

Para o processamento dos dados foi utilizado o software GNSS solutions versão 3.70.5 com licença livre para utilização em 30 dias, permitindo a obtenção das coordenadas geodésicas e altitudes elipsoidais dos pontos coletados. As altitudes elipsoidais foram convertidas para altitudes ortométricas por meio da obtenção da ondulação geoidal através do software MAPGEO2015, sendo que este software é fornecido gratuitamente pelo IBGE.

Em seguida, os dados foram interpolados para a obtenção do Modelo Digital de Elevação (MDE) da área de estudo. Para tal processo foi utilizado o algoritmo “Topo to Raster” do software ArcGIS 10.2.2 ® Environmental Systems Research InstituteInc (ESRI, 2014), pois esse método de interpolação tem como o objetivo converter dados vetoriais em modelos hidrológicos de elevação assegurando a convergência do escoamento superficial ao longo da drenagem mapeada, garantindo assim a sua consistência hidrológica (NOGUEIRA; AMARAL, 2009).

A fim de validar a interpolação do MDE gerado, foi empregado alguns cálculos estatísticos para analisar as discrepâncias entre as altitudes dos pontos coletados em campo e as estimadas pelos modelos, através do coeficiente de correlação (R) e índice de confiança (c), bem como o cálculo do erro médio quadrado (RMSE).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rastreio dos pontos a campo foi realizado de tal maneira que os mesmos estivessem bem distribuídos dentro da área de estudo (Figura 2a), porém em regiões onde se constatava uma mudança acentuada de declividade o levantamento dos pontos foi densificado, permitindo uma representação mais fidedigna do relevo. Sendo assim, estes pontos de altitude ortométrica conhecida foram utilizados para estimar altitudes em outros pontos desconhecidos, através da interpolação, transformando dados vetoriais em matriciais, gerando assim o MDE da região de interesse.

A distância entre os pontos coletados é que determina a resolução espacial do MDE a ser gerado, sendo que o mesmo deve ser idealmente menor ou igual a menor distância entre duas amostras com altitudes diferentes (FELGUEIRAS, CÂMARA, 2001). Vale ressaltar que é a resolução espacial que define o nível de detalhamento da área em estudo. Dessa maneira, a resolução espacial adotada para a geração do MDE em questão foi de 5 m (Figura 2d).

Devido a crescente demanda por dados que representem as formas do terreno com mais detalhamento possível as alternativas para aquisição de dados de elevação têm aumentado constantemente. A Figura 2 traz três MDEs com diferentes resoluções espaciais para fins de comparação dos diferentes níveis de detalhamento, são eles: o MDE gerado pelo SRTM com 30m de resolução, Alos Palsar com 12,5m de resolução e através da interpolação com 5m de resolução, todos referentes ao bairro Cohab.

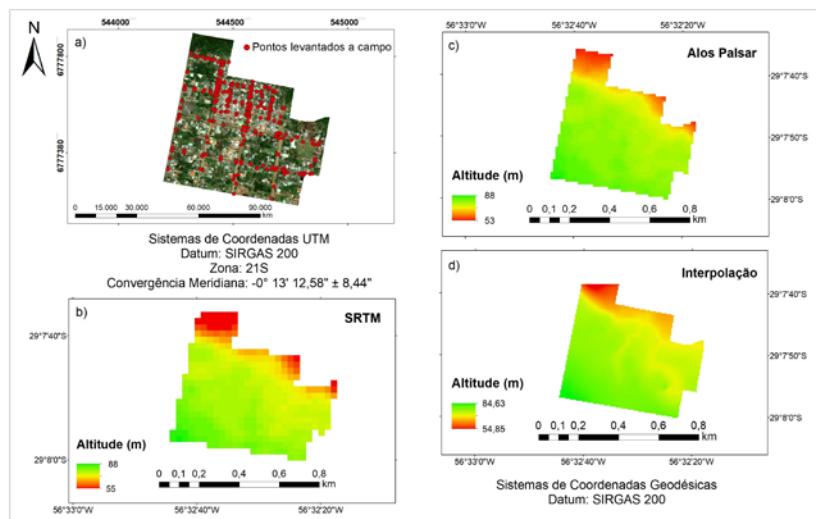


Figura 2 – Levantamento planialtimétrico e comparação dos níveis de detalhamento entre os MDEs

Analizando visualmente os diferentes MDEs apresentados na Figura 2, observa-se que o MDE obtido a partir da interpolação dos pontos coletados em campo apresentou um nível de detalhamento do relevo superior aos MDEs obtidos por sensoriamento remoto, decorrente das resoluções espaciais dos diferentes MDEs, tal fato comprova a importância da utilização de um modelo com resolução espacial adequada para as diferentes aplicações.

O MDE gerado por interpolação apresentou uma precisão centímetrica com o valor de RMSE de 0,443m, R igual a 0,997, e de 0,995. Tais resultados indicam, segundo CAMARGO; SENTELHAS (1997), um desempenho “ótimo” do modelo. Já o RMSE e o R obtidos pelos MDEs gerados pelo Alos Palsar e SRTM foram

respectivamente: 4,153m, 0,947, 4,896m e 0,936, evidenciando uma precisão inferior e uma correlação menor em relação ao MDE interpolado.

4. CONCLUSÕES

A precisão obtida pelo MDE gerado a partir de levantamento planialtimétrico foi muito superior a precisão dos MDEs obtidos por sensoriamento remoto como já era esperado. Tais resultados indicam que a metodologia empregada no presente estudo pode ser empregada quando houver necessidade de dados altimétricos com alta precisão e confiabilidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

DIGITALGLOBE. **Área urbana de Itaqui**. Longmont: DigitalGlobe Incorporated, 2014. 1 imagem de satélite. WorldView-3. Res. espacial 30 cm, 08 de nov. 2014.

DRUZINA, A. G. S. **Integração de dados altimétricos obtidos através de diferentes técnicas para geração de um novo modelo digital de elevação**. 2007. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Curso de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FELGUEIRAS, C. A; CÂMARA, G. Modelagem numérica de terreno. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, M. V. M. **Introdução à ciência da geoinformação**. 2001. Cap. 7. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap7-mnt.pdf>>. Acesso em: 01 de set. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Recomendações para levantamentos Relativos estáticos-GPS**. Abril de 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesi/default_normas.shtm?c=14>. Acesso em: 16 de out. 2016.

MARION, F. A.; SANTOS, E. B. dos; HENDGES, E. R. Análise de modelos digitais de elevação para modelagem do relevo no município de Francisco Beltrão - PR. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v. 9, n. 2, p. 50-60, 2015.

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2013.

MOORE, I. D.; GRAYSON, R. B.; LADSON, A. R. Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications. **Hydrological Processes**, v. 5, n. 1, p. 3-30, 1991.

NOGUEIRA, J. D. de L.; AMARAL, R. F. do. Comparação entre os métodos de interpolação (Krigagem e Topo to Raster) na elaboração da batimetria na área da folha Touros – RN. In: **XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, Natal, Brasil, 25-30 abril, INPE, p. 4117-4123, 2009.

SANTOS, M. S. T.; SÁ, N. C de. O uso do GPS em levantamentos geofísicos terrestres. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 63-80, 2006.