

Modelo Digital de Elevação Misto, interpoladores e formas de relevo derivadas. Um estudo na Serra da Prata - PR

Sampaio, T.V.M. (UFPR) ; Souza Sá, E.B. (UFPR) ; Lima, R.A. (UFPR)

RESUMO

Modelos digitais de elevação (DEM) são empregados em estudos sobre formas do relevo, áreas de risco e fragilidade, sendo que, quando obtidos por processos diferentes representam padrões distintos do relevo. O presente trabalho propõe o uso de DEM com dados de diferentes origens e analisa a capacidade de representação das formas de relevo, com foco na análise dos talwegues, linhas de cumeadas e topos de morro. Ainda, avalia modelos geoestatísticos adequados para representação destas formas.

PALAVRAS CHAVES

Modelo Digital de Elevação; Mapeamento Geomorfológico; Geoestatística

ABSTRACT

The digital elevation models (DEM) built from different processes have been widely used in studies of landforms. However, DEMs produced from different kind of data, resulting in different representations for the forms. This paper proposes the join of models and analyzes its capacity as the representation of landforms, focusing on analysis of drain lines, ridges and flat area. Also, shows and evaluates geostatistical models more suitable for representation of these forms.

KEYWORDS

Digital Elevation Model; Geomorphology Mapping; Geostatistics

INTRODUÇÃO

O uso de modelos digitais de elevação tem se tornado cada vez mais frequentes nos estudos sobre a forma do relevo (CARVALHO, 2007). Contudo, conforme evidenciado por Sampaio (2009), o resultado final é sempre relativo ao modelo empregado. DEMs obtidos por interferometria, como a exemplo o SRTM, são caracterizados por erros que se distribuem espacialmente de forma diferente em relação aos obtidos por TIN, resultantes do uso de curvas de nível, os quais apresentam erros mais concentrados em fundos de vales, linhas de cumeadas e áreas planas em função da ausência ou baixa densidade de dados. Em especial, modelos digitais de elevação derivados de restituição aerofotogramétrica apresentam capacidade de representar as forma do relevo proporcional a proximidade das curvas de nível e, apesar de possuir pontos cotados, apresentam limitações para representação das áreas nas quais a baixa densidade de pontos ou a distância das curvas de níveis é maior, resultando em formas espúrias. Estas áreas de difícil modelagem, em geral associadas a áreas de topografia plana, talwegues e divisores de águas, dificultam a aquisição e conhecimento das formas presentes na área analisada, uma vez que resultam em um modelo digital de elevação inconsistente. A redução das formas espúrias no DEM pode ser feita por processo empírico a partir do emprego interpoladores, sendo o critério de escolha do interpolador final baseado na análise visual do produto gerado, o que pode resultar em modificações indesejadas por todo modelo, deteriorando a acurácia do mesmo. Objetivando melhorar a representação das formas de relevo, este trabalho apresenta metodologia para a geração de DEM a partir da integração de dados derivados de restituição aerofotogramétrica com dados de interferometria e discute o efeito do emprego de modelos geoestatísticos sobre as formas representadas, apresentando modelos candidatos para uso em dados derivados de TIN, bem como os efeitos do uso destes sobre o modelo de dados proposto.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no litoral do estado do Paraná, na região denominada Serra da Prata. As

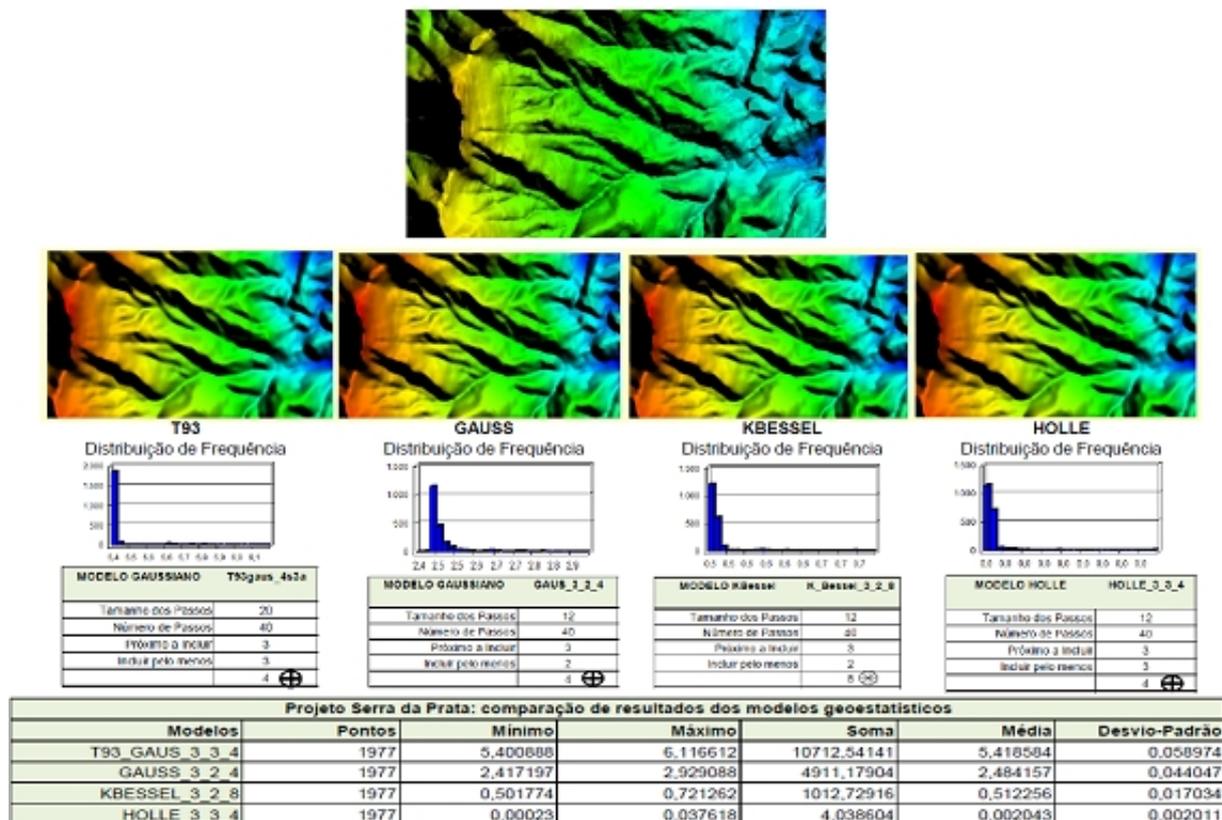
análises foram realizados sobre a área compreendida entre os paralelos 25° 42' 15" S e 25° 45' 15" S e 48° 38' 20" W. Gr. e 48° 42' 58" W.Gr. Foram utilizados os seguintes materiais: • Carta Topográfica ALEXANDRA; 1:25.000 - SG 22-X-D-V/2-NO (versão vetorial disponibilizada pelo Projeto Falhas/UFPR); carta MI-2858/2-NO - DSG e, dados altimétricos disponibilizados pelo projeto SRTM (SRTM4). • Softwares: Global Mapper e ARCGIS 9.3.1. A figura 1 apresenta o modelo esquemático relativo aos procedimentos empregados na confecção do Modelo Digital de Elevação Misto (Digital Elevation Mixed Model - DEMM) combinando dados de interferometria e de restituição aerofotogramétrica, bem como a etapa de introdução e ajuste dos parâmetros geoestatísticos. Para geração do modelo digital de elevação misto (DEMM), a primeira etapa corresponde ao ajuste dos sistemas projetivos (Projeção e Datum) empregados pelas diferentes bases de dados. Sobrepostas as bases e, identificadas áreas com baixa densidade ou ausência de valores altimétricos (cotas ou curvas de nível), os arquivos derivados de interferometria (SRTM) são recortados e ajustados altimetricamente com base nos valores observados na base restituída. Nesta etapa, os valores altimétricos da base restituída podem ser extraídos por álgebra de mapas para a base interferométrica, permitindo avaliar a diferença média entre os valores, o que possibilita um ajuste fino dos mesmos. A etapa seguinte consistiu na conversão dos dois conjuntos de dados para o formato de pontos. Curvas de nível, pontos cotados e a base interferométrica, em geral disponibilizada em formato matricial, foram convertidos para o formato vetorial (arquivos de pontos) e juntados em uma base única.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um primeiro momento, foi gerado um modelo altimétrico a partir da base cartográfica restituída via uso de grade triangular (Triangular Irregular Network - TIN), o qual foi utilizado como referência para análise prévia dos modelos de interpolação. A partir deste foram avaliados diversos modelos geoestatísticos, sendo pré-eleitos quatro modelos: Gaussiano com dois conjuntos de parâmetros, K-Bessel e Holle. Apesar de não eliminar por completo a formação de formas espúrias no DEM de saída (Figura 1), os modelos e parâmetros testados reduziram a formação das mesmas, sem promover deformações perceptíveis visualmente nas demais áreas do modelo. Nesta etapa, o modelo geoestatístico que apresentou o melhor resultado foi o Holle, sendo o critério de validação a análise visual, visto que o critério estatístico, normalmente empregado na avaliação de modelos, indicou como melhores modelos aqueles que não eliminaram as formas espúrias. Tal fato se dá em virtude da forma como o critério estatístico avalia a adequação do modelo empregado, ou seja, pelo grau de ajustamento do mesmo ao conjunto de pontos empregados na interpolação (menor resíduo). Neste sentido, a análise dos resíduos por critérios estatísticos não se mostrou pertinente a análise do grau de ajustamento do modelo gerado as formas do relevo avaliadas. Figura 1 - Recorte da área de estudo - Serra da Prata e modelos e parâmetros empregados nos (método geoestatístico) quatro modelos testados. De posse do modelo digital de elevação misto (DEMM) (Figura 3), o qual agrega dados altimétricos obtidos a partir das curvas de nível (modelo restituído) e das cotas retiradas do SRTM (modelo interferométrico ajustado ao modelo restituído), foram aplicados os interpoladores escolhidos na etapa anterior, bem como o interpolador IDW (Inverse Distance Weighting) com intuito de avaliar as formas de relevo resultantes de processo de interpolação determinístico, considerado mais simples e usualmente empregado sobre TIN. Figura 2. Altimetria (restituição) + altimetria (interferométrica) = Modelo misto e modelo derivado do DEMM, gerado por interpolador geoestatístico (Gauss). A figura 2 demonstra que o modelo misto (DEMM) quando interpolado por IDW apresentou textura reticulada não se mostrando adequado a extração e análise das formas de relevo, uma vez que as formas espúrias presentes irão afetar diretamente o cálculo dos parâmetros morfométricos. Contudo, apesar das limitações observadas no modelo misto, linhas de cumeada, talvegues e topos de morro não apresentaram formação de áreas planas, indicando potencial de aplicação dos dados altimétricos do modelo. Para aplicação dos modelos geoestatísticos sobre o modelo misto foram empregados os parâmetros obtidos pela análise do semivariograma, sendo: alcance 1500m (obtidos em 10 passos), vizinhos máximos a considerar 5 (sendo no máximo 02 por secção) e, os modelos pré-determinados na etapa 1. Os três modelos geoestatísticos aplicados apresentaram-se visualmente e estatisticamente equivalentes, com formas e valores residuais similares, minimizando a formação de áreas espúrias. A área de baixada, que inicialmente apresentou maior incompatibilidade com a forma real do terreno, passou a apresentar formas

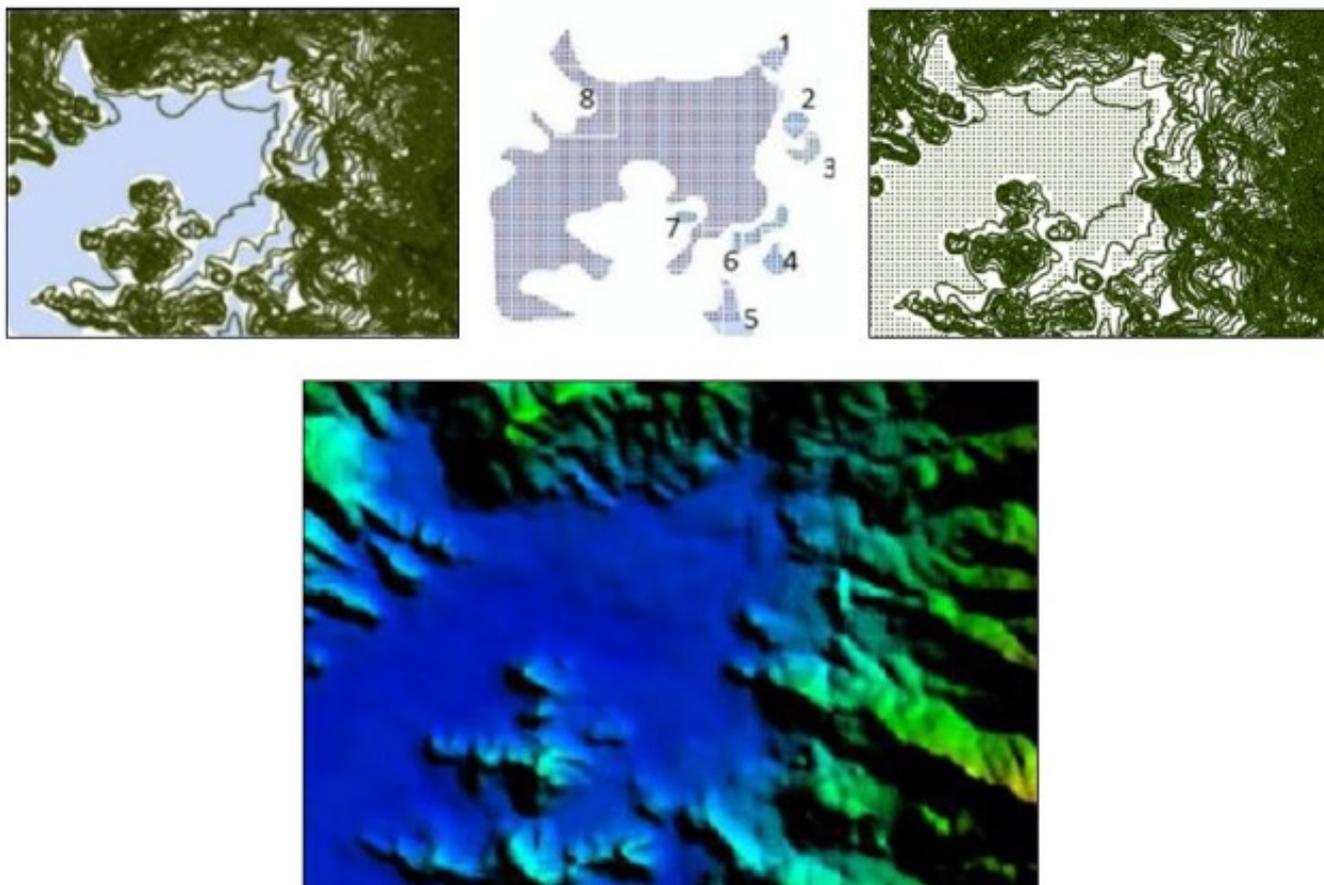
menores de relevo, como pequenas elevações e depressões não observadas no modelo interpolado diretamente a partir da TIN. Também não se observa nos modelos derivados do DEMM, interpolados por modelos geoestatísticos, formas de relevo como topos aplainados (resultantes da ausência de pontos cotados em topos convexos comumente observados nos modelos derivados de TIN) e, áreas planas em divisores de águas e talvegues, também resultantes da ausência de dados, como consequência do maior afastamento das curvas de nível nestas áreas.

Figura 1



Recorte da área de estudo - Serra da Prata e modelos e parâmetros empregados nos (método geoestatístico) quatro modelos testados.

Figura 2



Altimetria (restituição) + altimetria (interferométrica) = Modelo misto e modelo derivado do DEMM, gerado por interpolador geoestatístico (Gauss).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo que integra dados derivados de restituição aerofotogramétrica com interferometria (DEM) apresentou potencial de uso no estudo das formas de relevo para área de pesquisa. A integração dos dados reduziu as formas espúrias e os problemas observados nos talwegues, divisores de água e topos planos, em especial quando utilizados interpoladores geoestatísticos. A integração dos dados demandou o ajuste altimétrico do SRTM, o que não pôde ser feito de forma única para toda área, demandando recortes e ajustes locais, visto que os padrões de variação altimétrica e de erros são diferentes, sendo que a proposta em tela pode ser feita também com dados já interpolados. Apesar do critério estatístico auxiliar na escolha dos modelos geoestatísticos e, ter se mostrado adequado para análise dos produtos gerados, o mesmo não se mostrou eficiente na escolha dos DEM que melhor representassem as formas de relevo, uma vez que consideram apenas a análise dos resíduos e não as formas resultantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

CARVALHO, T.M. Métodos de Sensoriamento Remoto Aplicados à Geomorfologia. IN: Rev.Geogr. Acadêmica v.1 n.1(xii.2007) 44-54. Disponível em:<
http://artigocientifico.tebas.kinghost.net/uploads/artc_1224789789_80.pdf >. Acesso em 13-03-2012.
CHEREM, L. F. S.; MAGALHÃES JR., A. P.; DONIZETE, S.F.Krigagem do MDE-SRTM para a Bacia do Alto Rio das Velhas: Avaliação Morfológica e Hidrológica do Modelo. Disponível em:<
http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo1/056.pdf>. Acesso em 29-02-2012.
MICELI, B.S., DIAS, F. M.; SEABRA, F. M.; DOS SANTOS, P.R.A.; FERNANDES, M.C.. COMPARAÇÃO DA

AVALIAÇÃO VERTICAL DE MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO PARA MÉDIAS E PEQUENAS ESCALAS EM DIFERENTES CONFIGURAÇÕES TOPOGRÁFICAS. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010, p. 002 - 007. Disponível em: <http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Todos_Artigos/A_191.pdf>. Acesso em 21-03-2012.

SAMPAIO, T.V.M. Índice de Concentração da Rugosidade (ICR): uma proposta para o mapeamento morfométrico via emprego de geotecnologias. Disponível em: <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo1/094.pdf>. Acesso em 24-08-2011.

TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.A., Rosângela do. Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo : Instituto Geológico, 2009. - 196 p. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em 15-03-2012.

VALERIANO, M. M.; ROSSETI, D.F. TOPODATA: Seleção de Coeficientes Geoestatísticos para o Refinamento Unificado de Dados SRTM. 2010. Disponível em: <<http://mtc-m19.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19@80/2010/05.10.18.35/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em 23-03-2012.