

Análise comparativa de mapas de declividade na bacia do Ribeirão da Prata em Lençóis Paulista - SP

Victor Costa Leda¹
Vanessa Durante Polonio¹
Anderson Antonio da Conceição Sartori¹
Donizeti Aparecido Pastori Nicolete¹
Tânia Maria de Carvalho¹
Célia Regina Lopes Zimback¹

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP/FCA
Caixa Postal 237 - 38807100 - Botucatu - SP, Brasil
victorleda@gmail.com, van_polonio@hotmail.com, sartori80@gmail.com,
dnicolete@gmail.com, taniacarvalho2010@gmail.com, czimback@gmail.com

Abstract. The analysis of the relief of the terrain, slope maps have been used as an important tool, since they are the subject representation of the spatial distribution in different degrees of existing slope of the ground, largely accounting for landscape analysis. The aim of this study was to compare maps of slope, so were quantified areas related relief classes, obtained from three different ways: digitization of topographic maps of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), vectorization map sheets of the Geographic and Cartographic Institute (IGC) and also was used the digital model TOPODATA. The study area was Ribeirão da Prata watershed, located in the city of Lençóis Paulista - SP. The database was composed by contour data from the three sources in a Geographic Information System (GIS), using the software ArcGIS. The methodology of "Usability of Land" was used to generate slope maps, were subsequently classified as proposed by for IBGE model classes had 41-42% and 25% for classes: flat and smoothly waving respectively, and TOPODATA base highest values were in the same classes, 37.20% and 26.41%. Based on IGC values the major classes it was flat, 30.49% and wavy, 29.12%.

Palavras-chave: remote sensing, slope map, digital elevation model, sensoriamento remoto, mapa de declividade, modelo digital de elevação.

1. Introdução

A topografia é um componente físico de grande importância para o estudo do ambiente. Dentre as aplicações de variáveis derivadas de dados topográficos como declividade, orientação das vertentes, etc., podem ser apontados a definição de áreas favoráveis aos assentamentos humanos, áreas de risco de movimentos de massa, mapeamento da declividade, de potencial erosivo e estudo de processos geomorfológicos de natureza. No campo da pesquisa ambiental, a topografia é importante para a caracterização do clima e para o estudo de padrões de uso e ocupação do solo, associados as vantagens locais e facilidade de deslocamento (Silva Jr; Fuckner, 2010).

Vários autores citados por Burrough e McDonnell (1998) demonstram a relevância de análises integradas com a utilização de geotecnologias e do geoprocessamento, com ênfase para os sistemas de informações geográficas.

Os mapas de declividade emergem como ferramenta de vital importância para a análise do relevo, sendo uma forma de representação temática da distribuição espacial dos diferentes níveis de inclinação existentes em um terreno amparando a análise da paisagem (Colavite; Passos, 2012).

A geração de Modelos Digitais de Elevação (MDE) é uma prática bastante recente dentro das geotecnologias. Os primeiros modelos foram gerados a partir da digitalização de dados topográficos coletados em campo (Melgaço et al, 2005).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) refinou os dados originais com tamanho de célula (pixel) de 90 m para aproximadamente 30 m. Logo a Empresa Brasileira de

Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) realizou uma série de correções dos dados SRTM destacando-se os cortes e preenchimentos com patamares altimétricos bem definidos, interpolações e produção de dados vetoriais que permitiram reconstituir o relevo do país de uma forma digital e homogênea (Miranda, 2005).

Apesar dos dados SRTM disponibilizados pela EMBRAPA e INPE serem derivados de um produto em comum, os processos utilizados para a geração deram-se de forma diferenciada, o que obrigatoriamente provocou diferenças entre as bases.

Landau e Guimarães (2011) alegam que é de extrema importância avaliar as vantagens e limitações dos modelos digitais, pois estes exibem-se como um interessante instrumento no que diz respeito às geotecnologias.

O MDE é a reprodução de uma seção da superfície, dada por uma matriz de pixels com coordenadas planimétricas e um valor de amplitude do pixel, compatível à elevação (Silva Jr; Fuckner, 2010).

MDEs simulam fontes para a informação do relevo da superfície terrestre, aceitando a derivação de dados sobre a declividade, exposição solar e mapeamento da rede de drenagem de áreas extensas. Facilitando a identificação de áreas favoráveis para a agricultura (culturas, possibilidade de mecanização, variedades, necessidade de irrigação, estimativa de determinados custos), além da recomendação de áreas para conservação do solo e modelagem hidrológica, diversidade biológica, ortorretificação de imagens de satélite, avaliação de riscos de desmoronamentos, etc. (Melgaço et al., 2005 ; Hoff et al., 2009; Alba et al., 2010; Huggel et al., 2010; Miceli et al., 2010; Ravelo, 2010).

O objetivo do trabalho foi comparar os diferentes mapas de declividade, pela digitalização da carta topográfica do IBGE, das cartas do IGC e também pelo modelo digital TOPODATA, quantificando as áreas nas classes de relevo.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo

A bacia do Ribeirão da Prata está localizada no município de Lençóis Paulista, região Centro-Oeste do Estado de São Paulo, tendo como limite as coordenadas de latitudes 22°35'46,54"S e 22°45'0,48"S e longitudes 48°53'42,29"O e 48°46'29,51"O, conforme Figura 1. O Ribeirão da Prata é um afluente do Rio Lençóis, sendo este o manancial de abastecimento para uma população de aproximadamente 61428 habitantes.

A bacia do Ribeirão da Prata possui 6400 hectares de área total, o ponto de maior altitude localizado na área compreende 675 metros e o ponto de menor altitude apresenta 525 metros onde se faz a foz com o Rio Lençóis, possuindo um desnível aproximado de 150 metros. O curso principal tem o comprimento da nascente até sua foz de 18,70 km e a soma total dos cursos d'água é de 72,63 km e o solo predominante na bacia é o Latossolo Vermelho Eutro/Distroférico (Castro, 2012).

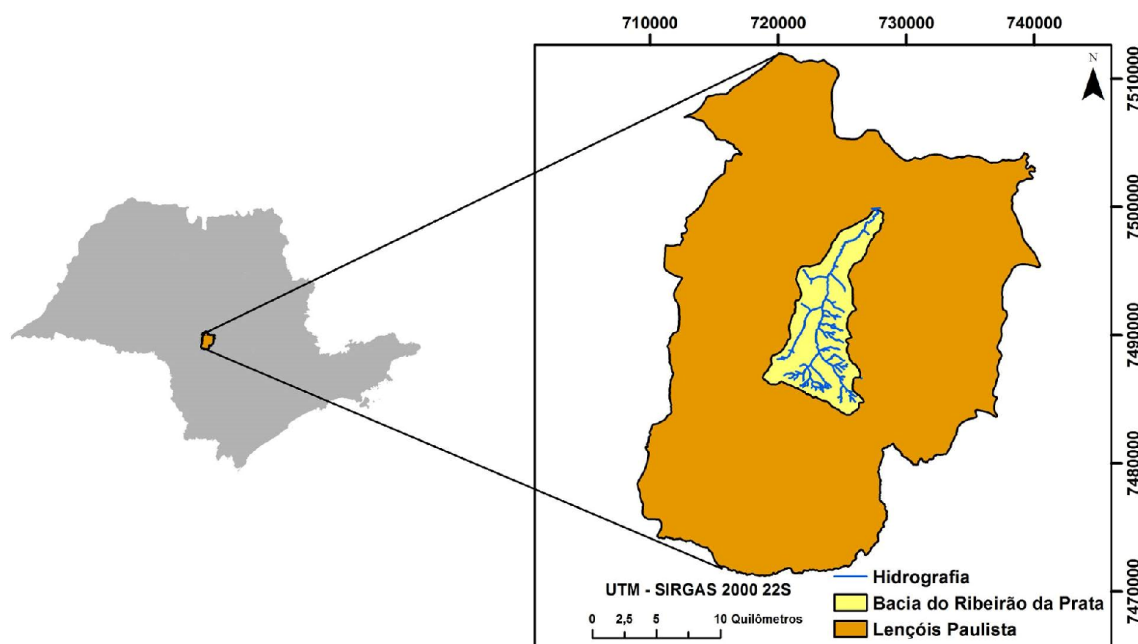


Figura 1. Localização da área de estudo no Município de Lençóis Paulista

2.2 Levantamento de dados

Foram realizados estudos bibliográficos sobre o assunto, após foram selecionadas cartas altimétricas da área de estudo, cartas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), escala 1:50.000, com equidistância vertical de 20 metros entre curvas altimétricas utilizando a folha SF-22-Z-B-V-1; e Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC), escala 1:10.000, com 5 metros de equidistância vertical entre as curvas altimétricas, utilizando as folhas: SF-22-Z-B-V-1-SE-A; SF-22-Z-B-V-1-SE-B; SF-22-Z-B-V-1-SE-C; SF-22-Z-B-V-1-SE-D; SF-22-Z-B-V-1-SE-E; SF-22-Z-B-V-1-SE-F; SF-22-Z-B-V-1-NE-E; SF-22-Z-B-V-1-NE-F. Para os dados TOPODATA, escala 1:250.000, foi realizado download do arquivo “altitude” com localização 22S495 no site <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Sendo convertido com equidistância vertical de 20 metros entre curvas altimétricas, semelhante as cartas do IBGE.

Através do uso do programa ArcGIS em Sistema de Informação Geográfica (SIG), os arquivos cartográficos e o arquivo TOPODATA foram georreferenciados com base no sistema SIRGAS 2000. Foram feitas as digitalizações das cartas altimétricas dando prioridade as informações das curvas altimétricas, rede de drenagem e pontos cotados.

2.3 Mapas de declividade

Para a realização das análises altimétricas contidas neste trabalho, foram utilizados como dados de referência os valores altimétricos da base cartográfica (pontos cotados e curvas de nível), hidrografia das cartas do IBGE e Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC), a partir das cartas, as curvas foram vetorizadas e os pontos de elevação cotados. Para o modelo TOPODATA foi adquirido arquivo “altitude” a partir do site.

O passo seguinte foi a geração do modelo “topo to raster” utilizando a hidrografia, curvas e pontos cotados, a partir disso foram definidas 6 novas classes segundo a classificação proposta por Lepsch et al. (1991). Segundo os autores as classes se distribuem em 0 - 3%

(plano), 3 - 6% (suave ondulado), 6 -12% (ondulado), 12 - 20% (forte ondulado), 20 - 40% (montanhoso), e maior que 40% (escarpado).

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos foram três mapas de declividade e a quantificação das áreas em diferentes intervalos, ressaltando o percentual para cada classe de declividade em relação a área total (Figura 2).

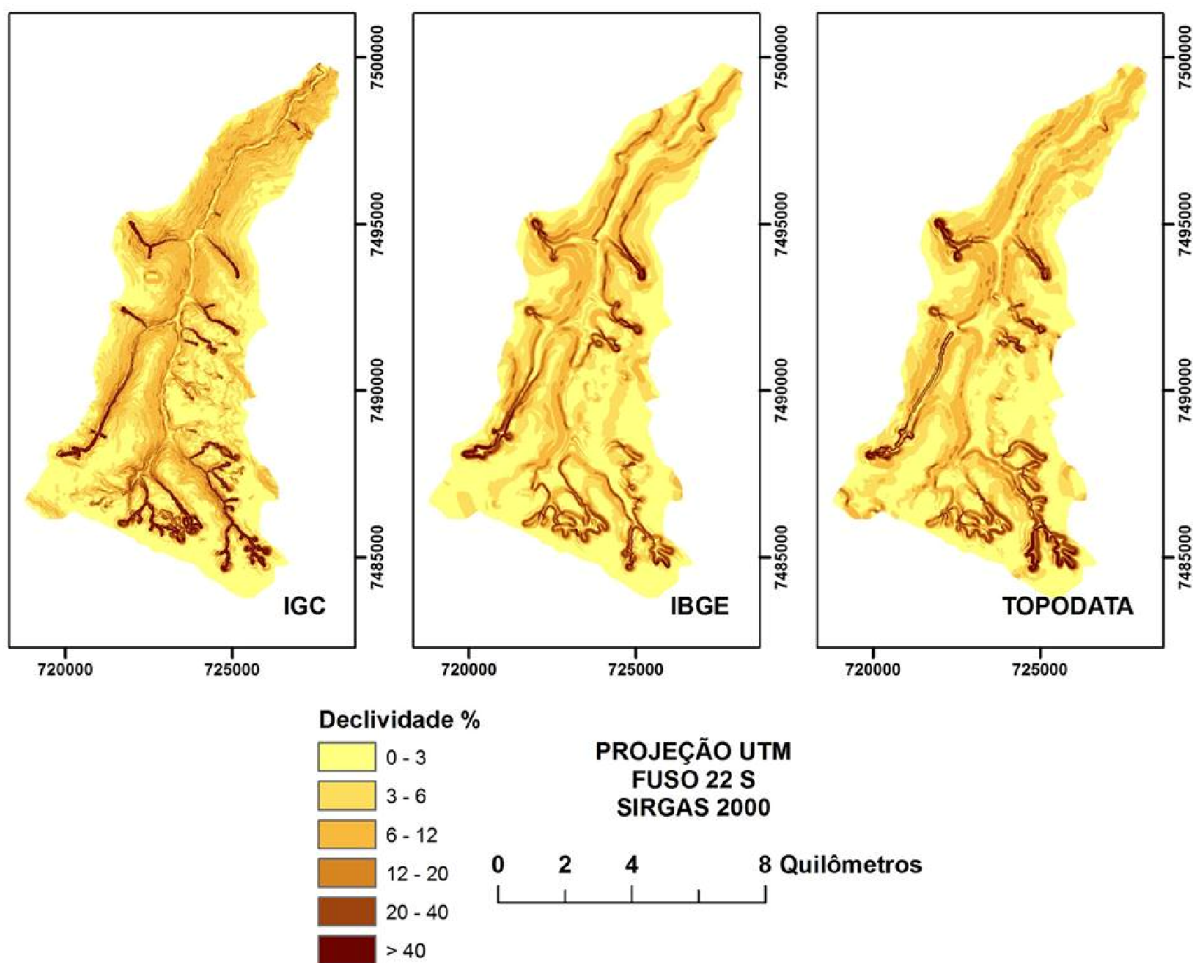


Figura 2. Mapas de declividade em diferentes modelos digitais de elevação

Através da interpretação dos modelos, pode-se notar na Tabela 1 que os maiores valores consolidados estão nas classes: plano e suave ondulado nos modelos IBGE e TOPODATA, para IGC os maiores valores em porcentagem foram para as classes: plano e ondulado. Para o modelo IBGE as classes apresentam respectivamente 41,42% e 25%, totalizando 66,42% e para base TOPODATA maiores valores se encontram nas mesmas classes respectivamente, 37,20% e 26,41%, totalizando 63,61%.

Na base IGC os valores respectivamente das classes plano e ondulado são: 30,49% e 29,12%, totalizando 59,61%.

Os três modelos demonstram os padrões de declividade de forma semelhante para as classes de relevo plano, suave ondulado e ondulado. Contudo, para a escala 1:10.000, os grupos de relevos predominantes são plano e ondulado, já para as escalas 1:50.000 e

1:250.000 os grupos de relevos predominantes são plano e suave ondulado. Evidenciando que uma escala maior (1:10.000) discrimina melhor a classe ondulada.

Tabela 1. Área e porcentagem das classes de relevo dos mapas de declividade em diferentes escalas.

Classes de Declividade (%)	Relevo	IGC		IBGE		TOPODATA	
		Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
0 – 3	Plano	1951,36	30,49	2651,31	41,42	2380,51	37,20
3 – 6	Suave ondulado	1674,06	26,16	1599,88	25,00	1689,96	26,41
6 – 12	Ondulado	1863,99	29,12	1298,12	20,28	1498,43	23,41
12 – 20	Forte ondulado	491,52	7,68	473,29	7,39	415,78	6,50
20 – 40	Montanhoso	200,22	3,13	300,89	4,70	310,99	4,86
> 40	Escarpado	219,11	3,42	76,95	1,20	104,35	1,63

Com base nesses dados pôde-se notar uma diferença quanto a classificação levando em conta os três modelos, o IGC tem melhor detalhamento, apresentando maior área no relevo escarpado comparando com as outras bases e sua área bem distribuída em três diferentes classes, sendo que nas bases IBGE e TOPODATA predominou as classes plano e suave ondulado.

Batistella e Moram (2008) ainda ressaltam que na maior parte do Brasil, há uma falta crônica de mapas detalhados e precisos em escalas úteis para o planejamento do uso da terra ou para o monitoramento e a gestão ambiental, como é o caso do IGC que só representa parte do estado de São Paulo.

Portanto, em se tratando do planejamento do uso e ocupação territorial aplicado a gestão de Áreas de Proteção Ambiental, mapas em escala 1:10.000 mostram-se mais recomendável, uma vez que em escalas menores (1:50.000 ou 1:250.000) o detalhamento do terreno será menor.

4. Conclusões

A partir dos resultados apresentados pode-se concluir que:

- os modelos TOPODATA e IBGE demonstram áreas de menor declividade quando comparados com o modelo IGC devido às menores escalas;
- a maior parte do relevo nas três escalas está contido em até 12% de declividade, representando 85,77 % do IGC, 86,70 % do IBGE e 87,02 % para TOPODATA;
- para o manejo de bacias e planejamentos ambientais, o mapa de declividade em escala 1:10.000 demonstrou ser mais o confiável por discriminar melhor os intervalos das classes de relevo;
- pode-se indicar o uso do TOPODATA para áreas que não apresentem mapeamentos planialtimétricos mais detalhados que tenham a possibilidade de detectar mudanças abruptas do relevo.

Referências Bibliográficas

Alba, P. J.; Amado, T. J. C.; Nicoloso, R. S.; Schossler, D. S.; Trindade, B. S. Comparação de Modelos de Altitudes com Diferentes Fontes de Dados. Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão (**Anais**), Ribeirão Preto/SP, 2010. Disponível em: <http://www.sbea.org.br/conbap2010/ConBAP2010-PAULO_ALBA_et_al.pdf>. Acesso em: 24.out.2014.

Burrough, P.A. & McDonnell, R.A. 1998. **Principles of Geographical Information Systems**. Nova Iorque, Oxford University Press, 333 p.

Castro, Leslie Ivana Serino. **Sistema integrado para o planejamento e gestão de recursos hídricos no Município de Lençóis Paulista – SP**. 2012. VIII, 65 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, 2012.

Colavite, A. P.; Passos, M. M. Integração de mapas de declividade e modelos digitais tridimensionais do relevo na análise da paisagem. **Revista Geonorte**. v. 2, n. 4, p. 1547-1559, 2012.

Hoff, R.; J. R. Ducati; M. Bergmann. Comparação de dados de modelo digital de elevação - MDE: ASTER e SRTM por processamento digital de imagem para identificação de terroir vitivinícola na Folha Encruzilhada do Sul, RS, Brasil. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 215-222. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.02.00.46/doc/215-222.pdf>>. Acesso em: 20.out.2014.

Huggel, C.; D. Schneider, D.; Miranda, P. J.; Grana dos, H. D.; Kääb, A. Evaluation of ASTER and SRTM DEM data for lahar modeling: A case study on lahars from Popocatepetl Volcano, Mexico. **Journal of Volcanology and Geothermal Research** 170 (2008) 99–110. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377027307002909>. Acesso em: 03.nov.2014

Landau, E. C.; Guimarães, D. P. Análise Comparativa entre os modelos digitais de elevação ASTER, SRTM e TOPODATA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba, PR. **Anais...**, São José dos Campos, SP : INPE, 2011. v. CD-ROM. p.5737– 5744. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1537.pdf>>. Acesso em: 02.nov.2014.

Lepsch, I. F.; Bellinazzi JR., R.; Bertolini, D.; Espíndola, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1991, 175p.

Melgaço, L. M.; Souza Filho, C. R.; Steinmayer, M. Comparação entre modelos digitais de elevação geradas por sensores ópticos e por radar. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 1215-1220. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/cbers/cbers_XIISBSR/559_melgaco_souza filho_steinmayer.pdf>. Acesso em: 14.out.2014

Miceli, B. S.; Dias, F. de M.; SEABRA, F. M.; Santos, P. R. A. dos; Fernandes, M. do 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, 2010. p. 001 – 007 Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0644.pdf>>. Acesso em: 12.out.2014.

Miranda, E.E.; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 9.out.2014.

Silva Jr, O. M.; Fuckner, M. A. Avaliação da correlação entre modelo digital de elevação ASTER e carta topográfica para a região de Marabá – Estado do Pará. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (SIMGEO), 3., Recife. **Anais...** Recife, 2010. Artigos, p. 27-30. Disponível em: https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Todos_Artigos/R_248.pdf>. Acesso em 21.out.2014

Valeriano, M. M. TOPODATA: guia para utilização de dados geomorfométricos locais. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/data/guia_enx.pdf>. Acesso em: 07.out.2014.