

Metodologia para conversão de Modelo Digital de Elevação em Modelo Digital do Terreno

Saulo de Oliveira Folharini^{1,2}
Regina Célia de Oliveira¹
André Luiz dos Santos Furtado²

¹ Universidade Estadual de Campinas – IG/UNICAMP
Rua João Pandiá Calógeras 51 - 13083-870 - Campinas - SP, Brasil
{saulo.folharini, reginacoliveira}@ige.unicamp.br

² Embrapa Monitoramento por Satélite – CNPM/EMBRAPA
Avenida Soldado Passarinho 303 – 13070-115 - Campinas - SP, Brasil
andre.furtado@embrapa.br

Abstract. From topography identification and mapping it is possible to generate a dimensional representation of the Earth's relief, i.e., a digital terrain model, which is an important tool to help us to understanding the landscape dynamics. In the past few decades, remote sensing and geographic information system (GIS) has become relevant to produce most accurate elevation data. Remote sensors are capable to create digital models that can represent both digital elevation models (DEM), which includes trees, buildings or other man-made features or digital terrain models (DTM), which describes only land surface and is crucial for geomorphological studies. In this study, a DEM obtained from Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) was combined with Rapideye images to build a DTM of a coastal plain area located in the northern of Rio de Janeiro State. The study also describes a procedure to convert DEM in DTM. The results obtained in this study indicate that IBGE's DEM has considerable level of vertical uncertainty in the coastal plain and it is necessary to regard methods that produce a consistent digital relief.

Palavras-chave: interpolation, NDVI, vertical accuracy, interpolação, NDVI, acurácia vertical.

1. Introdução

Na Geografia, a representação da paisagem pode provir de uma abordagem fisiológica, a qual se concentra no estudo das relações entre elementos e sua dinâmica, ou de uma abordagem descritiva, que identifica elementos e discute as formas presentes na paisagem. Uma das especialidades dessa Ciência é a Geomorfologia, que tem como foco o estudo da evolução das formas do relevo da paisagem, utilizando a cartografia geomorfológica para sua representação espacial (Moraes, 2002; Caseti, 2005).

Nas últimas duas décadas, com a contribuição da tecnologia da informatização, o processamento digital de dados geográficos assumiu maior rapidez, simplicidade e acurácia. Desta forma, novos procedimentos e materiais passaram a ser utilizados nos estudos da formação do relevo e de sua representação.

Na identificação das formas do relevo, a análise de variáveis morfométricas, como a declividade e o aspecto das vertentes, é um requisito fundamental. Para a análise destas variáveis, é necessário a construção de um Modelo Digital do Terreno (MDT), com base em um conjunto de coordenadas (x, y, z) e a partir deste conjunto, faz-se uma interpolação da superfície contínua, que irá representar a altitude do terreno (Liporaci et al., 2003).

Este estudo teve por objetivo apresentar uma metodologia para a conversão de um Modelo digital de Elevação (MDE) para Modelo Digital de Terreno (MDT), utilizando como objeto a área do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e sua zona de amortecimento terrestre, localizado na planície deltaica do rio Paraíba do Sul (22°00' e 22°23'S e 41°15' e 41°45'O) no norte do Estado do Rio de Janeiro, região formada por extensas planícies de cordões litorâneos, fluviais, flúvio-lacustres (Folharini e Furtado, 2014). Os procedimentos metodológicos de análise do meio físico apresentados visam permitir, posteriormente, uma

análise geocológica da paisagem de um ambiente costeiro formado por depósitos sedimentares em um ecossistema de restinga protegido pela criação do PARNA da Restinga de Jurubatiba.

2. Metodologia

Inicialmente, foi realizado o download do MDE no site ftp://geofp.ibge.gov.br/modelo_digital_de_elevacao/projeto_rj_escalas_25mil/, no qual foram adquiridos os *rasters* 27181se, 27182ne, 27182se, 27182so, 27184ne, 27184no, 27191ne, 27191no, 27191se, 27191so, 27192no, 27192se, que representam um quadrilátero geográfico de 07°30' de latitude por 07°30' de longitude, na escala 1:25.000 (IBGE, 2007).

As etapas metodológicas para a conversão do MDE para MDT estão sumarizadas na figura 1.

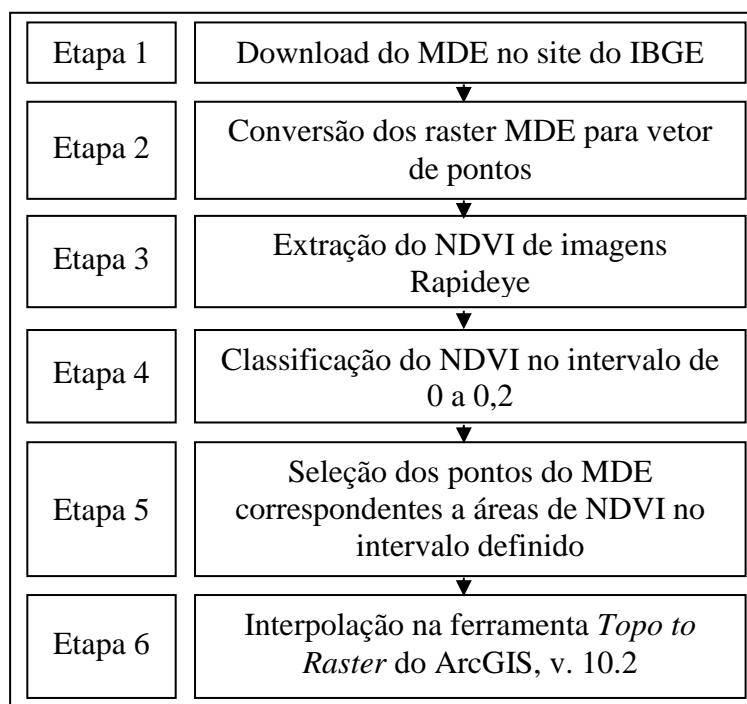


Figura 1: Diagrama representativo de conversão de um Modelo Digital de Elevação para um Modelo Digital de Terreno.

Para a produção do Modelo Digital de Terreno (MDT), foi organizada uma rotina de conversão no software ArcGIS v.10.2 (ESRI), utilizando ferramentas de análise espacial no tratamento do MDE, reduzindo a interferência causada por objetos como árvores ou construções, alcançando um acurado modelo final de representação do terreno.

A primeira etapa do procedimento de conversão consistiu na transformação do MDE para arquivo vetorial de pontos. A seguir, utilizou-se imagens Rapieye para calcular o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), disponibilizadas no geocatálogo (<http://geocatálogo.ibama.gov.br/>) do Ministério do Meio Ambiente. Após o cálculo do NDVI, com auxílio do software ENVI v. 4.8 (EXELIS), utilizou-se o intervalo de 0 a 0,2 para gerar uma máscara, referente as classes solo exposto ou vegetação rasteira (Figura 2). Esse intervalo é representado por áreas com pouca ou nenhuma vegetação, portanto, não interferindo no cálculo de variáveis morfométricas, como a declividade.

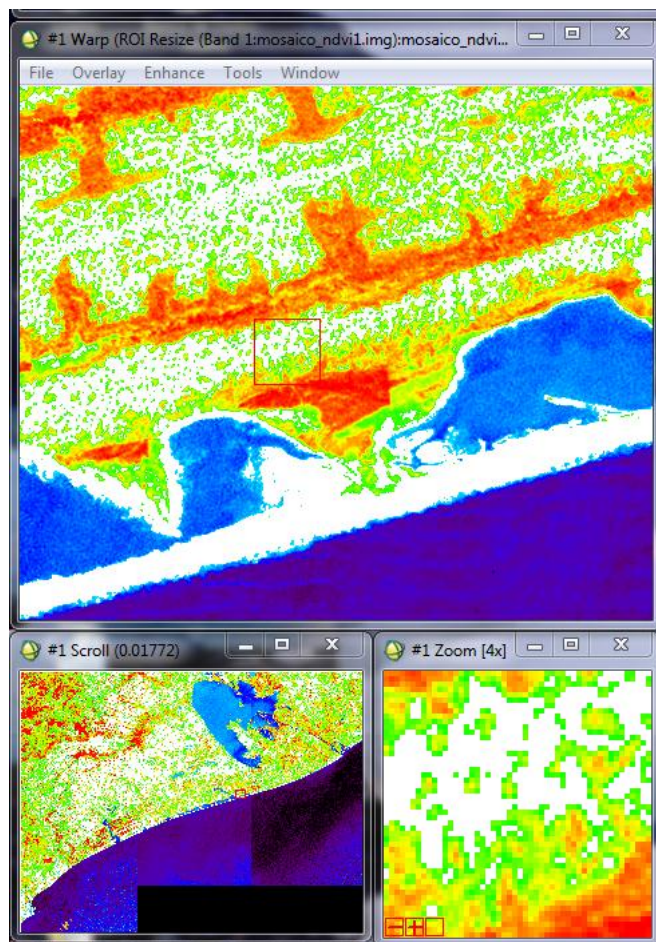


Figura 2. Representação das classes solo exposto e vegetação rasteira (pixels brancos).

Após o resultado descrito na figura 2, realizou-se a etapa correspondente à seleção dos pontos gerados na conversão do MDE de raster para vetor de pontos e selecionou-se os pontos com altitude referente a solo exposto, destacados na figura 3. Este procedimento foi realizado utilizando a ferramenta *Select by location* do ArcGIS, v. 10.2.

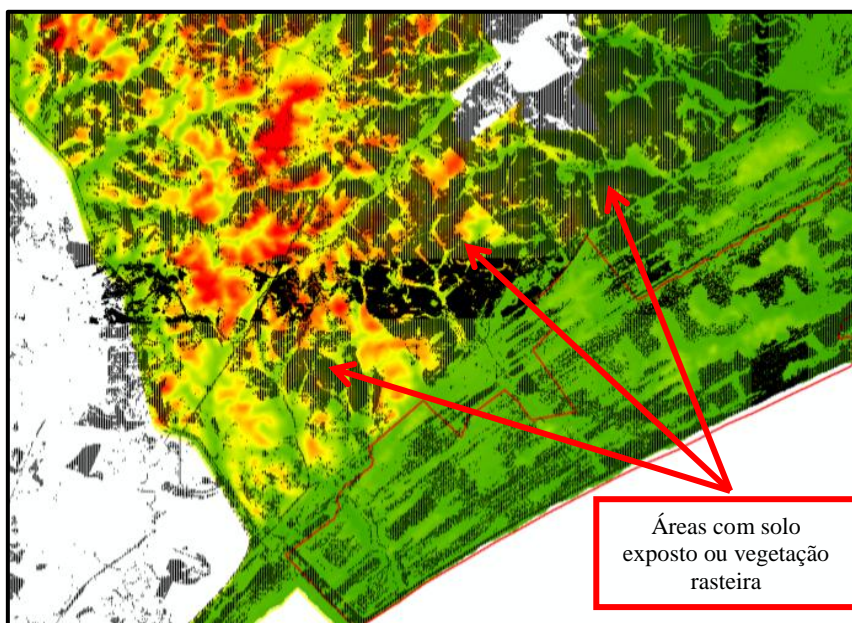


Figura 3: Modelo Digital de Elevação e representação das áreas com solo exposto e vegetação rasteira.

A última etapa da construção do MDT do PARNA da Restinga de Jurubatiba e sua zona de amortecimento terrestre foi a interpolação dos dados de pontos selecionados na etapa anterior com os *shapes* de drenagem referentes aos cursos d'água e lagoas. Este *shapes* foram utilizados para auxiliar o interpolador a identificar os vales fluviais e planícies de inundação. Por último, foi utilizado o *shape* do limite da zona de amortecimento do parque com o propósito de limitar a área de interpolação. Para esta etapa utilizou-se a ferramenta *Topo to Raster*, localizada em *Arctoolbox->3D Analyst Tools-> Raster Interpolation*. O resultado deste procedimento pode ser visualizado na figura 4.

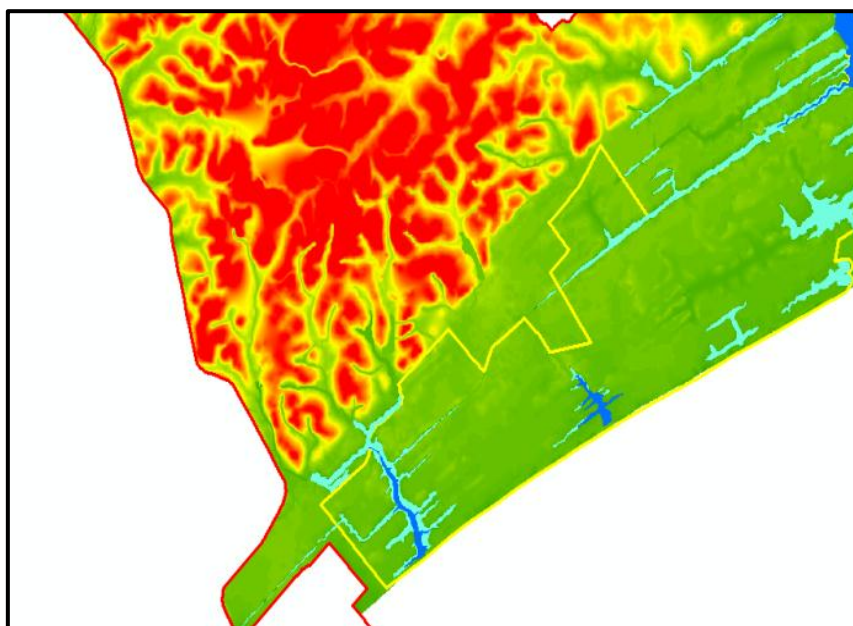


Figura 4: Modelo Digital de Terreno da área do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.

Posteriormente, realizou-se trabalho de campo, durante o qual um conjunto de pontos de amostrais foi visitado e utilizado para aferir a diferença nos valores de altitude medidas pelo MDE e MDT, causada, principalmente, pela presença da vegetação arbórea.

3. Resultados e Discussão

O MDE, disponibilizado pelo IBGE, e o MDT, resultado do processamento descrito neste estudo, são apresentados nas figuras 5 e 6.

O Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba foi criado com objetivo de preservar a fauna e a flora da restinga. Esta vegetação apresenta uma composição florística, fisionômica e morfológica diversa. Observa-se a presença de gramíneas, vegetação herbácea e arbustiva, moitas abertas, moitas fechadas e vegetação arbórea (Scarano et al., 2004).

A vegetação arbórea ocorre, principalmente, em locais próximos às margens das lagoas e o a altitude do dossel alcança 15m (Figura 7). Especialmente, nessas áreas a precisão do MDE é significativamente reduzida, pois os valores reais de altitude, obtidos com o MDT, atingem, no máximo, 3m. Portanto, a conversão proposta, permitiu a obtenção de um modelo de relevo da planície litorânea com acurácia vertical e declividades coerentes que, por sua vez, subsidia estudos geomorfológicos (Figura 8).

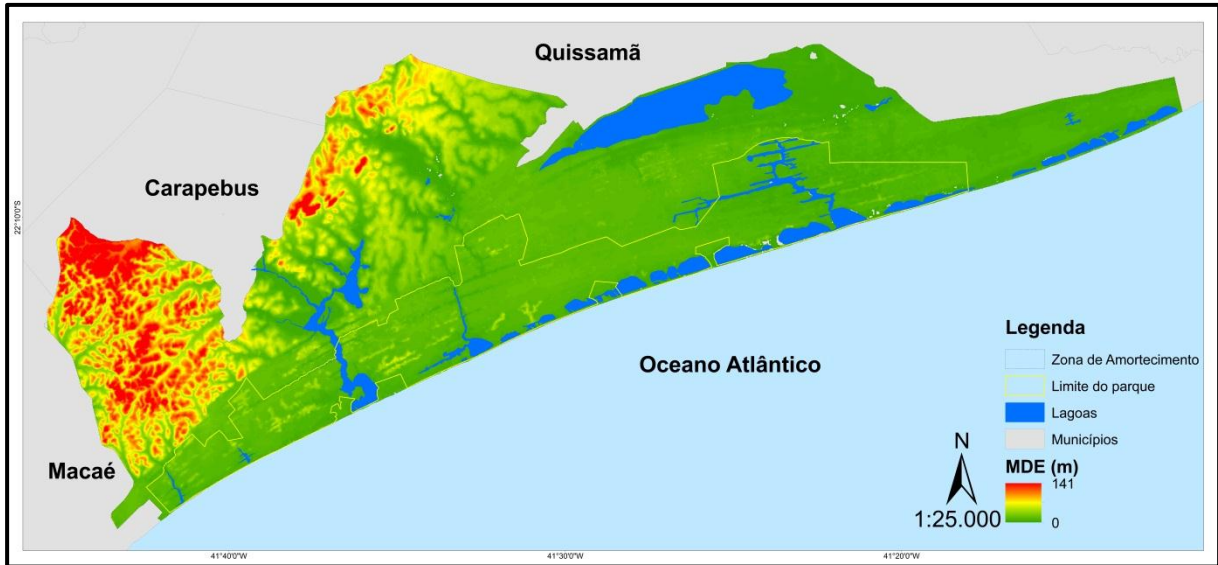


Figura 5: Modelo Digital de Elevação disponibilizado pelo IBGE para a área do PARNA da Restinga de Jurubatiba e sua zona de amortecimento.

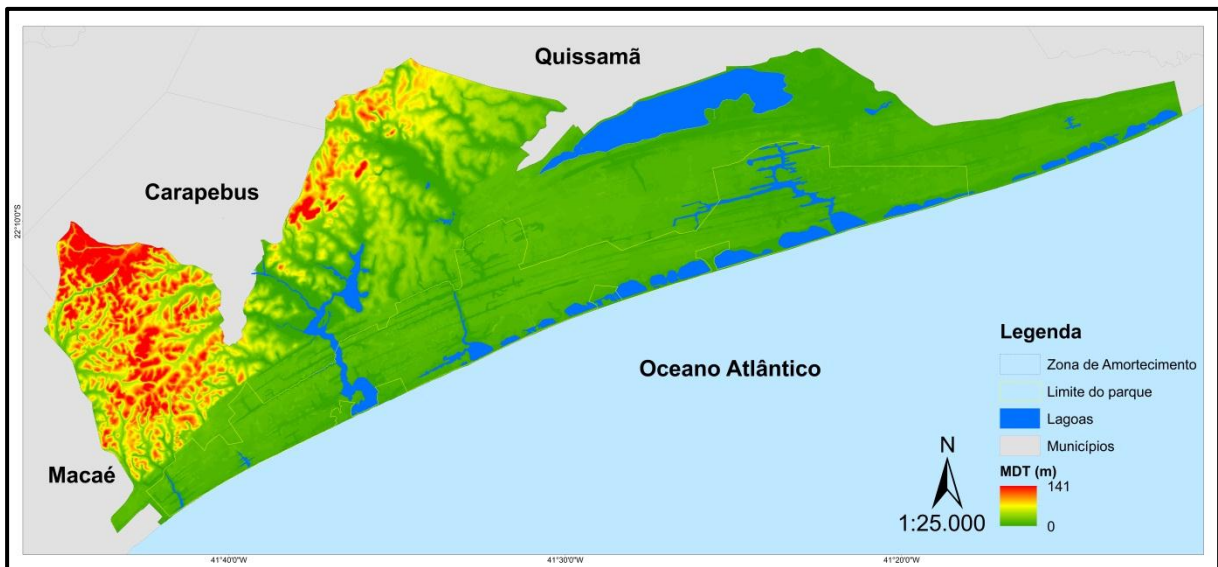


Figura 6: Modelo Digital do Terreno da área do PARNA da Restinga de Jurubatiba, resultado do processamento descrito neste estudo.



Figura 7: Detalhe da planície litorânea e da vegetação arbórea do PARNA da Restinga de Jurubatiba.

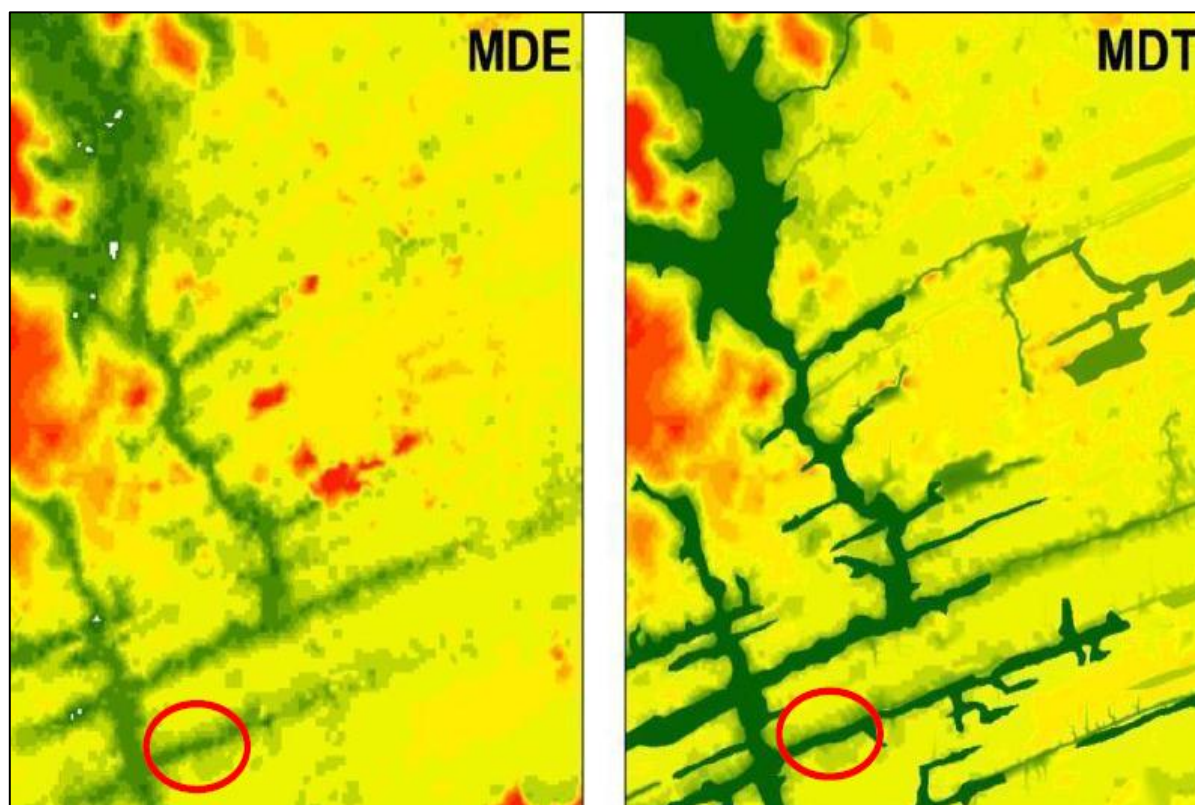


Figura 8: Detalhe do MDE e MDT da área do PARNA Restinga de Jurubatiba.

Outros estudos têm proposto metodologias com o intuito de minimizar as interferências causadas pela altura do dossel e melhorar o detalhamento da representação da superfície do relevo, que é utilizado como base para cálculos de declividade, aspecto, orientação de vertentes e outros variáveis morfométricas. Gouvêa *et al.* (2005) realizaram uma análise comparativa, utilizando informações da NASA, obtidas na *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e as cartas topográficas do IBGE na escala 1:250.000, na representação de superfícies contínuas do relevo, concluindo que os dados SRTM possuem maior precisão na modelagem do terreno, resultado da maior resolução espacial. Recentemente, Curtarelli *et al.* (2011) utilizaram dados da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), e índices de vegetação para reduzir o efeito do dossel e extrair informações do terreno, concluindo que o processamento de imagens de satélite é relevante e reduz a interferência do dossel. Portanto, as incertezas na representação da topografia podem ser reduzidas a partir da aplicação de

diferentes métodos. Por outro lado, a partir do processamento digital das imagens Rapideye, com resolução espacial de 5 m, houve um aumento da acurácia na interpolação, permitindo a construção de um modelo topográfico em uma escala detalhada (1:25.000).

4. Considerações Finais

Estudos geomorfológicos, com objetivo de identificar e cartografar formas do relevo de áreas costeiras, devem ter uma base de dados com detalhamento suficiente que permitam distinguir reduzidas variações topográficas. Com a aplicação de procedimentos de tratamento de dados georreferenciados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica foi possível converter o MDE disponibilizado pelo IBGE em escala 1:25.000 para um MDT.

O produto deste estudo, o MDT apresentou uma base consistente para futuras análises geomorfológicas, com acurácia e confiabilidade, representando corretamente a altimetria do terreno. Assim, concluímos que o procedimento aplicado na conversão do MDE para o MDT foi adequado e pode ser aplicado em outras regiões.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pelo auxílio à pesquisa (processo 403841/2012-7), a Embrapa Monitoramento por Satélite e ao Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas pelas estruturas fornecidas para o desenvolvimento da pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

- Cassetti, V. **Geomorfologia** [S.l.], 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 15 out 2014.
- Curtarelli, M. P.; Cremon, É. H.; Rennó, C. D. Redução do efeito dossel no MDE-SRTM utilizando técnicas de processamento digital de imagens. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 7659-7666. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A59BC2>>. Acesso em: 20 out. 2014.
- Folharini, S. de O.; Furtado, A. L. dos S. Caracterização morfopedológica do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e sua zona de amortecimento terrestre. In: VI Congresso Iberoamericano de Estudios Territoriales y Ambientales, 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo, FFLCH/USP, 2014, p. 2960 – 2980, ISBN 978-85-7506-231-9.
- Gouvêa, J. R. F.; Valladares, G. S.; Oshiro, O. T.; Mangabeira, J. A. D. C. Comparação dos modelos digitais de elevação gerados com dados SRTM e cartas IBGE na escala 1:250.000 na região da Bacia do Camanducaia no Estado de São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2191-2194. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.18.12.09>>. Acesso em: 27 out. 2014.
- IBGE. Projeto Rio de Janeiro 1:25.000 (RJ-25), 2007. Disponível em <ftp://geoftp.ibge.gov.br/modelo_digital_de_elevacao/projeto_rj_escala_25mil/>. Acessado em: 12 mar. 2014.
- Liporaci, S. R.; Röhm, S. A.; Pedro, F. G.; Cereda Junior, A. Comparação entre diferentes técnicas digitais para elaboração do modelo digital do terreno e da carta de declividades, com aplicação em mapeamento geológico-geotécnico e análise ambiental. **Revista Holos Environment**, v. 3, n. 2, p. 85–102, 2003.
- Moraes, A. C. R. **Geografia: pequena história crítica**. 18 ed. São Paulo: Editora Hucitec, 2002.
- Scarano, F.R.; Cirne, P.; Nascimento, M.T.; Sampaio, M.C.; Villela, D.M.; Wendt, T.; Zaluar, H.L.T. Ecologia vegetal: Integrando ecossistema, comunidades, populações e organismos. In: Rocha, C. F. D. et. al. (Orgs). **Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: Ecologia, História e Conservação**. Rio de Janeiro. Editora RiMa, São Carlos, 2004, p.59-76.