

Análise comparativa preliminar entre dados SRTM, Topodata, ASTER GDEM e Modelos de Superfície/Terreno do Projeto Radiografia da Amazônia

Carlos Henrique Grohmann

Instituto de Energia e Ambiente – Universidade de São Paulo (IEE-USP)
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 – 05508-010 – São Paulo – SP, Brasil
guano@usp.br

Abstract. This paper presents a preliminary comparison of Digital Elevation Models SRTM, Topodata and ASTER GDEM with data from the 'Radiography of the Amazon' project (RAM), for a small study area north of Barcelos city, Amazonas State, Northern Brazil. The RAM project is run by the Division of Geographical Service of the Brazilian Army, and intends to map ca. 1.8 million sq.km. of the Amazon region using InSAR in the P and X bands. The analysis showed that ASTER GDEM presents a high level of noise and artefacts from the automatic image processing chain, with low correlation to the morphology depicted in the other DEMs. RAM Digital Surface Models (i.e., canopy height) have a good correlation with SRTM and Topodata DEMs, although with higher elevation due the use of X-band Radar, which does not penetrates the forest canopy. RAM Digital Terrain Models exhibits the topography under the forest allowing the identification of morphological features that could be hidden under the vegetation. Future studies should be carried out to determine, for instance, the level of detail of DTM-derived drainage networks as well as to evaluate the noise of 5m-resolutions DTMs and possible filtering or smoothing procedures.

Keywords: digital terrain model, SRTM, ASTER GDEM modelo digital de terreno, SRTM, ASTER GDEM

1. Introdução

A Amazônia Legal Brasileira abrange uma área de $5,2 \times 10^6$ km², dos quais cerca de $1,8 \times 10^6$ km² não possuem, até hoje, informações cartográficas terrestres adequadas em escalas maiores que 1:250.000, sendo conhecida como região do “vazio cartográfico” (CORREIA, 2011) (Figura 1). No sentido de sanar essa deficiência, foi criado o Projeto Cartografia da Amazônia, que conta com três subprojetos: Cartografia Terrestre (também conhecido como Radiografia da Amazônia), Cartografia Geológica e Cartografia Náutica (CENSIPAM, 2008).

O subprojeto Cartografia Terrestre, de responsabilidade da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG) tem como objetivo o mapeamento planialtimétrico, nas escalas de 1:100.000 e de 1:50.000, de 1.142.000 km² em áreas de floresta tropical densa e de 658.000 km² em áreas de não-floresta (campos naturais e áreas antropizadas). O mapeamento é realizado por InSAR aeroportado nas bandas X (3,1 cm) e P (75 cm) para as áreas de floresta (serviço executado pela empresa Orbisat da Amazônia S/A) e nas bandas X e L (23 cm) nas áreas de não-floresta (executado pela Força Aérea Brasileira com aeronaves R99-B) (CORREIA, 2011).

A utilização das bandas X, P e L permite a geração de modelos digitais de terreno e da elevação do dossel da floresta, e de produtos derivados como altura da vegetação e classificações geomorfológicas (CORREIA et al., 2010a, 2010b; OLIVEIRA; SALDANHA; CORREIA, 2013). O acesso aos dados é feito pelo portal do Banco de Dados Geográficos do Exército¹ (BDGEx).

Neste trabalho, apresenta-se uma comparação inicial entre os dados do Projeto Radar da Amazônia (RAM) e Modelos Digitais de Elevação SRTM, Topodata e ASTER GDEM, para uma área a norte da cidade de Barcelos, AM (localização na Figura 2).

¹BDGEx – <http://www.geoportal.eb.mil.br/mediador/>

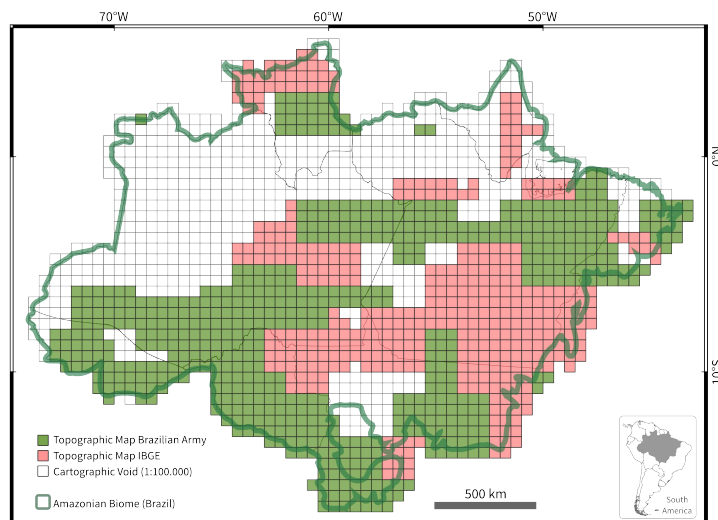


Figura 1: Situação do mapeamento cartográfico na Amazônia Legal (adaptado de CENSIPAM, 2008).

2. Materiais e Métodos

Os produtos do projeto RAM estão organizados de acordo com a articulação de mapas topográficos em escala 1:50.000. Neste trabalho foram utilizados Modelos Digitais de Terreno (MDT - elevação ao nível do solo) e Modelos Digitais de Superfície (MDS), que correspondem à elevação do dossel de áreas florestadas. Os dados são distribuídos em formato GeoTIFF 32 bits, com resolução espacial de aproximadamente 5 metros.

Os dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) (FARR; KOBRICK, 2000; FARR et al., 2007) V3.0 (também chamados de SRTM Plus) foram disponibilizados pela NASA em novembro de 2013. Os vazios (*voids*) existentes nos dados originais foram preenchidos com valores do ASTER GDEM2 (principalmente) e GMTED2010 (*Global Multi-resolution Terrain Elevation Data*) ou USGS NED (*National Elevation Dataset*) para áreas dos Estados Unidos (exceto Alasca) e norte do México. Os dados foram obtidos no LPDAAC *Data Pool*², com resolução de 3 segundos de arco (aproximadamente 90 m).

O projeto Topodata (VALERIANO; ROSSETTI, 2011) disponibiliza dados SRTM refinados por krigagem para todo o território brasileiro³, com resolução espacial de 1 segundo de arco (aproximadamente 30 m). Esta abordagem não aumenta o nível de detalhe do modelo resultante, porém resulta em uma superfície com coerência de suas propriedades angulares (p.ex., declividade, orientação de vertentes etc) entre as células vizinhas (VALERIANO et al., 2006), fator importante em análise morfométrica.

O ASTER GDEM (*Global Digital Elevation Model*) (ERSDAC, 2009; ABRAMS et al., 2010) foi lançado em junho de 2009, com cobertura entre as latitudes 83° N e 83° S e resolução espacial de 30m⁴. A segunda versão do ASTER GDEM foi lançada em outubro de 2011 (TACHIKAWA et al., 2011), e contou com melhoras significativas em relação à versão 01: otimização dos algoritmos de processamento; inclusão das imagens adquiridas entre 2008 e 2011; melhoras no posicionamento dos dados, detecção eficaz de linhas de costa e aumento da resolução espacial efetiva de 120m para 70m.

²LPDAAC – https://lpdaac.usgs.gov/data_access/data_pool/

³Topodata – <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>

⁴ERSDAC – <http://gdem.ersdac.jspacsystems.or.jp>

Os dados foram analisados no Sistema de Informações Geográficas GRASS-GIS (NETELER et al., 2012), através de *scripts* em linguagem Python (Python Software Foundation, 2013) com uso das bibliotecas *Pygrass* (ZAMBELLI; GEBBERT; CIOLLI, 2013), *Numpy* (OLIPHANT, 2006) e *Matplotlib* (HUNTER, 2007).

3. Resultados e Discussões

A Figura 2 ilustra a variação dos valores de elevação nos dados analisados, enquanto que a Tabela 1 traz suas estatísticas descritivas, a Figura 3 histogramas de frequência da distribuição da elevação e a Figura 4, perfis topográficos orientados NW-SE (localização dos perfis na Figura 2A.)

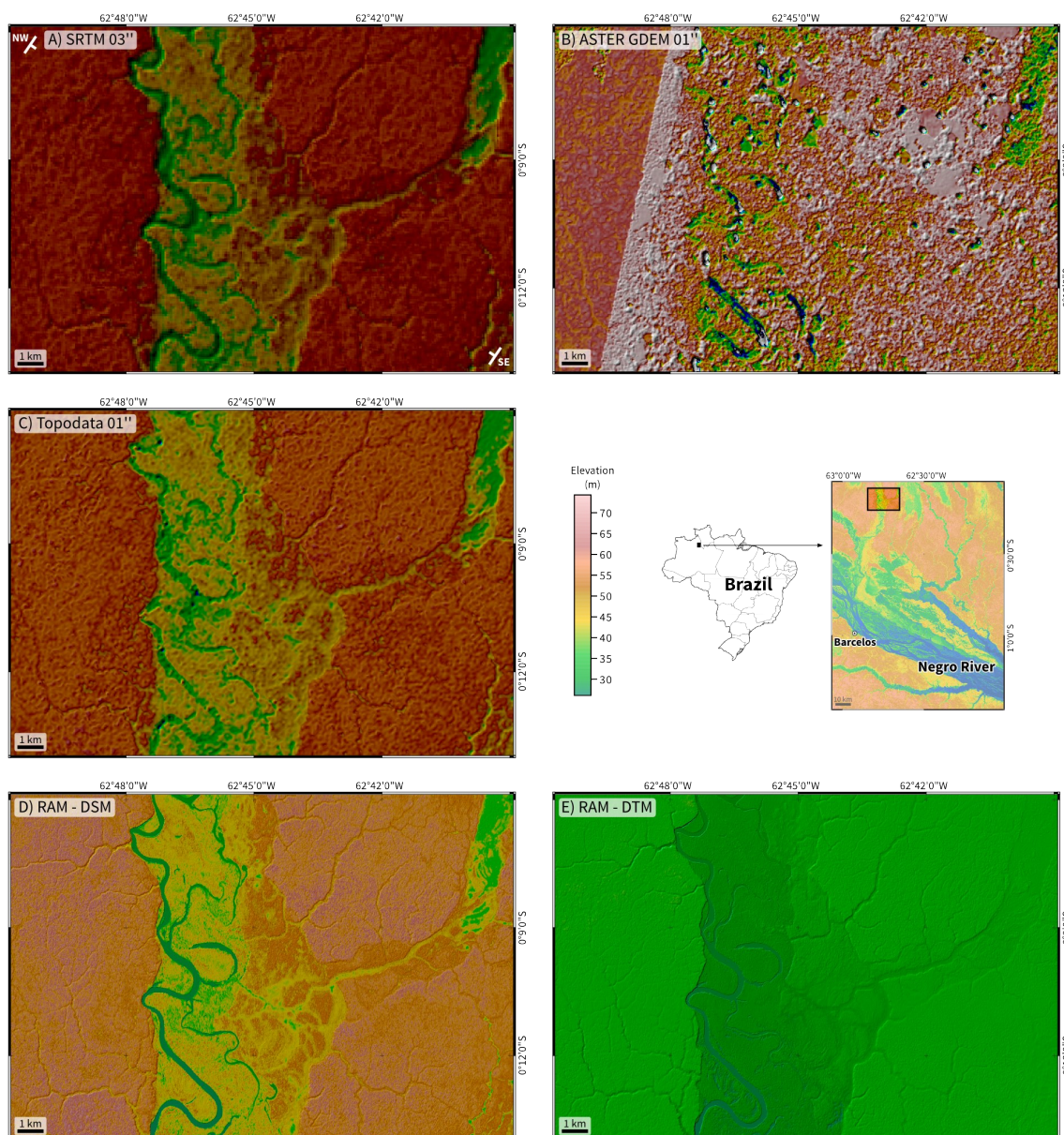


Figura 2: Imagens de relevo sombreado (iluminante em 315°, inclinação de 25° acima do horizonte) dos dados analisados. A escala de cores utilizada é a mesma para todas as imagens.

Tabela 1: Estatísticas descritivas dos modelos de elevação analisados.

Dados	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desv. Pad.	Assimetria	Curtose
SRTM	28.24	64.38	51.72	54.16	6.62	-1.02	0.35
ASTER GDEM	-62.0	160.0	61.68	62.0	15.37	-0.62	4.67
Topodata	13.15	66.07	51.81	54.12	6.52	-0.92	0.09
RAM MDS	26.22	74.12	52.83	55.35	7.85	-1.20	1.34
RAM MDT	25.19	39.39	33.80	35.26	3.26	-0.77	-0.91

Enquanto que os modelos SRTM (Figura 2A) e Topodata (Figura 2C) representam bem as formas de relevo da região, os dados ASTER GDEM (Figura 2B) exibem artefatos decorrentes do processamento automático das imagens ópticas e não representam adequadamente o relevo local, com valores mínimo e máximo muito discrepantes do apresentados nos outros dados (Tabela 1).

A distribuição dos dados (Figura 3) se mostra, no geral, assimétrica e com duas modas que representam o dossel da floresta e a planície aluvial da porção central da área. A exceção, novamente, é o modelo ASTER GDEM, com distribuição unimodal e desvio padrão elevado (Figura 3B).

O Modelo Digital de Superfície do projeto RAM (Figura 2D) mostra uma distribuição dos valores de elevação similar à dos dados SRTM e Topodata, sem presença de artefatos (Figura 3D). A resolução maior permite detalhar as formas de relevo fluviais e é possível observar variações sutis na altura do dossel da floresta.

O Modelo Digital de Terreno do projeto RAM (Figura 2E) apresenta o menor desvio padrão e menor intervalo dos dados analisados e a distribuição dos valores de elevação ressalta a diferença entre as áreas alagáveis e de terra firme.

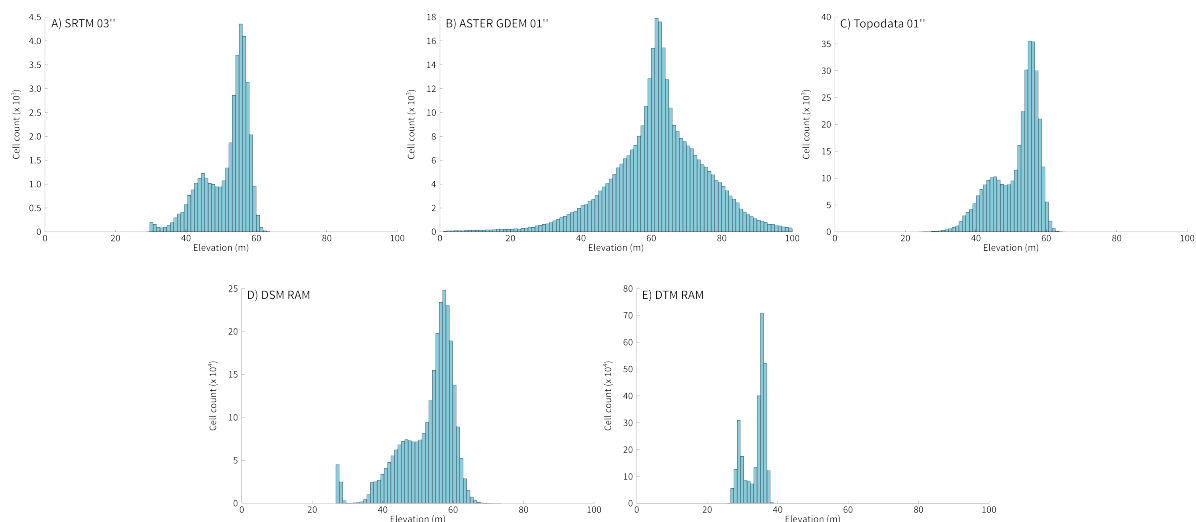


Figura 3: Histogramas de frequência dos valores de elevação dos dados analisados.

Os perfis morfológicos construídos exibem as relações entre os modelos analisados. Na Figura 4A, nota-se a similaridade entre os dados SRTM (linha preta) e Topodata (linha vermelha), apesar de ser possível observar locais onde os valores interpolados assumem comportamento inverso ao dos dados originais, ou os subestimam, como no vale fluvial principal (aproximadamente em 8 km da origem do perfil). O modelo ASTER GDEM (linha azul) não descreve adequadamente a morfologia da área de estudo, com elevado nível de ruído, sendo apenas localmente similar ao SRTM.

A Figura 4B traz os perfis dos dados do projeto RAM. Pode-se notar a boa correlação do modelo SRTM (linha preta) com o Modelo Digital de Superfície (linha verde). Como esperado, os valores SRTM são, em geral, menores que os do MDS, uma vez que este dado SRTM foi adquirido com banda C (5,6 cm) o que permite uma certa penetração da onda no dossel. O Modelo Digital de Terreno (linha azul) mostra não apenas a separação entre as áreas alagáveis e as de terra firme, mas como uma subdivisão do setor mais rebaixado, com um canal principal e um terraço, à SE.

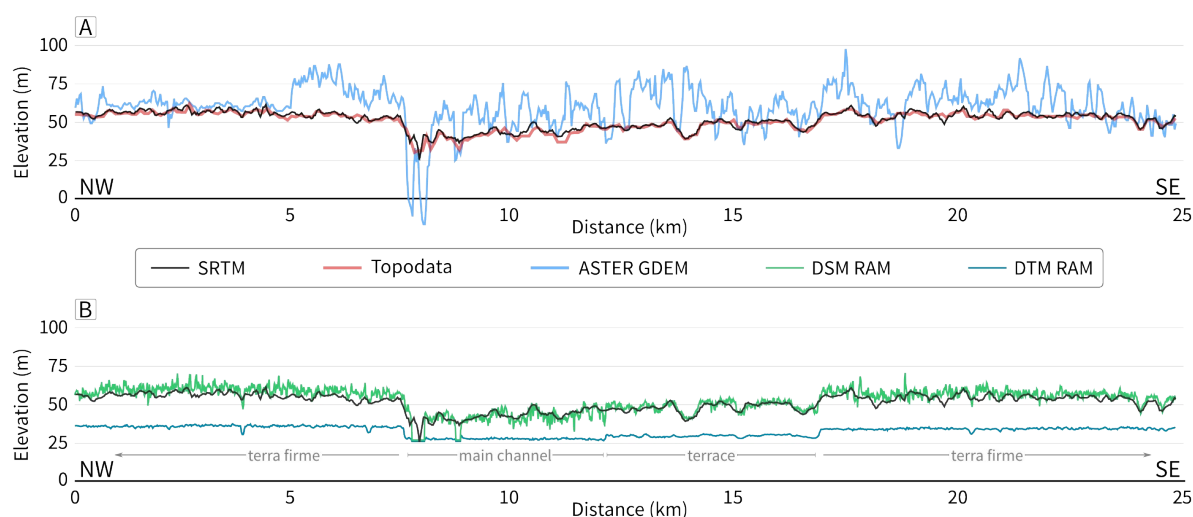


Figura 4: Perfis topográficos NW-SE dos dados analisados. Localização dos perfis na Figura 2A.

4. Conclusões

Neste trabalho apresentou-se uma comparação preliminar entre modelos de elevação SRTM, ASTER GDEM, Topodata e dados do projeto Radiografia da Amazônia (RAM). Os dados ASTER GDEM apresentaram elevado nível de ruídos e artefatos decorrentes do processamento automático das imagens ópticas, com baixa correlação com a superfície morfológica presente nos demais MDEs.

Em perfis topográficos os Modelos Digitais de Superfície RAM têm boa correlação com SRTM e Topodata, mas elevação em geral superior, devido ao uso da banda X que não apresenta penetração no dossel de áreas florestadas.

Os Modelos Digitais de Terreno exibem as características da topografia subjacente à floresta, e permitem a identificação de feições morfológicas que podem ser mascaradas pela vegetação. Estudos futuros deverão ser realizados para determinar o grau de detalhamento, por exemplo, de redes de drenagem derivadas desses dados, bem como avaliar o ruído presente nos modelos com resolução de 5m e possíveis estratégias de filtragem ou suavização.

Agradecimentos

Este trabalho contou com apoio do CNPq (bolsa PQ nível 2, proc. 306294/2012-5), e de um projeto colaborativo *Dimensions of Biodiversity-BIOTA* com financiamento FAPESP (2012/50260-6), *National Science Foundation* (NSF), e *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). O autor agradece ao Exército Brasileiro pela autorização de uso dos dados. Dados ASTER GDEM cortesia de *METI/Japan Space Systems*.

Referências

- ABRAMS, M. et al. The ASTER Global DEM. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 76, n. 4, p. 344–348, 2010.
- CENSIPAM – Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia. *Projeto Cartografia da Amazônia: Documento de referência*. Presidência da República, Casa Civil, Brasil, 2008. 63 p. Disponível em: <<http://www.dsg.eb.mil.br/images/stories/arquivos/2008-02-27>>
- CORREIA, A. H. Metodologias e Resultados Preliminares do Projeto Radiografia da Amazônia. In: *Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*. Curitiba, PR: [s.n.], 2011. p. 8083–8090.
- CORREIA, A. H. et al. Projeto Radiografia da Amazônia: Metodologia de Produção Cartográfica com Imagens SAR (Bandas X e P). In: *Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia*. Aracaju, SE: [s.n.], 2010.
- CORREIA, A. H. et al. Projeto Radiografia da Amazônia: Metodologia de Aerolevantamento SAR (bandas X e P) e Apoio de Campo. In: *Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia*. Aracaju, SE: [s.n.], 2010.
- ERSDAC – Earth Remote Sensing Data Analysis Center. *ASTER Global Digital Elevation Model*. 2009. (accessed 05 December, 2011). Disponível em: <<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp>>.
- FARR, T. G.; KOBICK, M. Shuttle Radar Topography Mission produces a wealth of data. *EOS (Transactions, American Geophysical Union)*, v. 81, p. 583–585, 2000.
- FARR, T. G. et al. The Shuttle Radar Topography Mission. *Review of Geophysics*, v. 45, p. RG2004, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1029/2005RG000183>>.
- HUNTER, J. D. Matplotlib: A 2D graphics environment. *Computing In Science & Engineering*, v. 9, n. 3, p. 90–95, May-Jun 2007. Available at <http://matplotlib.sourceforge.net/>, last access 06/06/2011.
- NETELER, M. et al. GRASS GIS: A multi-purpose open source GIS. *Environmental Modelling & Software*, v. 31, p. 124–130, 2012. ISSN 1364-8152. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815211002775>>.
- OLIPHANT, T. *Guide to NumPy*. Trelgol Publishing, 2006. Disponível em: <<http://www.tramy.us/>>.
- OLIVEIRA, G. P.; SALDANHA, M. F. S.; CORREIA, A. H. Projeto Radiografia da Amazônia: colorização e estratificação vegetal de dados SAR. In: INPE. *Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*. Foz do Iguaçu, 2013. p. 2022–2029.
- Python Software Foundation. *Python Programming Language, version 2.7*. 2013. Available at <http://www.python.org/>, last access 15/Aug/2013.
- TACHIKAWA, T. et al. Characteristics of ASTER GDEM version 2. In: *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2011 IEEE International*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 3657–3660. ISSN 2153-6996.

VALERIANO, M. M. et al. Modeling small watersheds in Brazilian Amazonia with shuttle radar topographic mission-90m data. *Computers & Geosciences*, v. 32, p. 1169–1181, 2006.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. *Applied Geography (Sevenoaks)*, v. 32, p. 300–309, 2011.

ZAMBELLI, P.; GEBBERT, S.; CIOLLI, M. Pygrass: An Object Oriented Python Application Programming Interface (API) for Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Geographic Information System (GIS). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, v. 2, n. 1, p. 201–219, 2013. ISSN 2220-9964. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2220-9964/2/1/201>>.