

GERAÇÃO DE MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO DO DOMO DE MONTE ALEGRE A PARTIR DE DADOS INTERFEROMETRICOS SAR

Pedro Maragno do Almo¹, Suzan Waleska Pequeno Rodrigues²

^{1,2} Universidade de Brasília (UnB), Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC- Ala Central, Asa Norte, CEP 70.910-900-Brasília, DF. E-mail: pedro.maragno5@gmail.com; ²suzanpequeno@unb.br

RESUMO

A utilização do *Synthetic Aperture Radar* tem sido extensivamente utilizada no mapeamento Geomorfológico e Geológico mundial, pois independe ou raramente depende de condições atmosféricas e fonte solar. A sua utilização tem sido difundida também na confecção de modelos digitais de elevação a partir da interferometria, cuja elevação é obtida pela diferença de fase sinal retroespalhado adquirido por diferentes geometrias. Este trabalho teve como objetivo adquirir imagens gratuitas do SENTINEL-1 de um intervalo de 12 dias da área do Domo de Monte Alegre, localizado na margem esquerda do Rio Amazonas, próximo a cidade de Monte Alegre, Pará. Como resultados, obteve-se valores de pixels de aproximadamente 15 m de resolução espacial e alturas que variaram de 300 a 5 m em relação ao nível do mar.

Palavras-chave — InSAR, SENTINEL-1, Rio Amazonas, RADAR.

ABSTRACT

The use of the Synthetic Aperture Radar has been extensively used in the Geomorphological and Geological mapping world, because independent or rarely depends on atmospheric conditions and solar source. Its use has also been diffused in the manufacture of digital elevation models from the interferometry, whose elevation is obtained by the difference of signal phase retro scattered acquired by different geometries. The objective of this work was to acquire free images of SENTINEL-1 from a 12 days interval, from the Monte Alegre Domo area, located on the left bank of the Amazon River, near the city of Monte Alegre, Pará. of pixels of approximately 15 m of spatial resolution and heights that varied of 300 to 5 m in relation to the sea level.

Key words — InSAR, SENTINEL-1, Amazonas river, RADAR.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, estudar a Amazônia por sensoriamento remoto tornou-se mais acessível devido a utilização de imagens adquiridas na faixa das micro-ondas a partir de sensores de *Synthetic Aperture Radar* (SAR). Estes sensores possuem características de aquisição de informações

em diversas condições climáticas, principalmente em períodos chuvosos, pois seus comprimentos de ondas não interagem com os átomos ou gases na atmosfera, ou seja, não há uma interação físico-química com o alvo, não interferindo, em sua maioria, na aquisição do dado na superfície. O SAR é um sensor ativo, não necessita da energia proveniente do Sol para capturar imagens da superfície terrestre, pois emite sua própria energia, deste modo, adquire informações da superfície a ser estudada seja de manhã ou à noite. Por ser tratar de um dado gratuito, o estudo da Amazônia foi alavancado em relação a estudos geológicos e geomorfológicos. Estes dados são disponibilizados por sites especializados ou pelas próprias empresas detentoras dos direitos de captação e disponibilização como a Agência Espacial Europeia (ESA) que disponibiliza imagens do SENTINEL-1.

Neste contexto, o trabalho teve como objetivo gerar um modelo digital de elevação (relativo), do domo de Monte Alegre (Figura 1), na região de planície de inundação do baixo Amazonas, com intuito de fornecer um modelo mais atual de elevação que possa auxiliar em estudos morfológicos. Este produto poderá ser gerado a partir da interferometria por radar de abertura sintética (do inglês, InSAR - *Interferometric Synthetic Aperture Radar*) que nada mais é de que uma síntese da técnica SAR e da técnica de interferometria, que combina duas ou mais imagens de radar da mesma área na detecção de mudanças morfológicas que ocorrem no intervalo de tempo entre uma aquisição e a outra (HENDERSON; LEWIS, 2008). A técnica InSAR é utilizada para medir a superfície topográfica e seu monitoramento ao longo do tempo está relacionada na medição de relevos e seu aspecto de interpretação de dados. Além do sensoriamento remoto, essa técnica também é utilizada na Cartografia e Geodésia (ROSEN *et al.*, 2000). Essa metodologia é uma alternativa em comparação às convencionais fotogramétricas para produção de mapas topográficos com alta resolução, tendo como vantagem o fato de utilizar dados obtidos por imagens SAR gratuitas. A área foi escolhida, por ser uma das pequenas superfícies da região amazônica que possui elevação considerável e por ser um teste para estudos na Amazônia dominada pela planície de inundação.

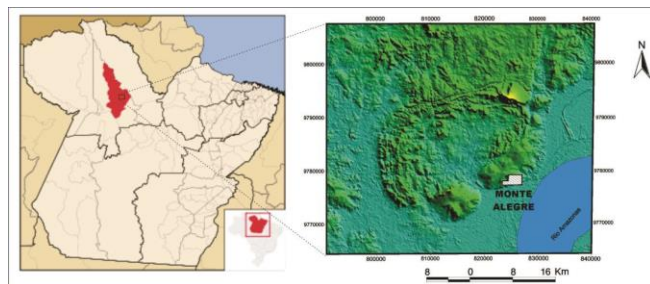


Figura 1. Localização do Domo de Monte Alegre- PA

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas imagens SENTINEL-1A, modo IW¹, com resolução temporal de 12 dias. O sensor opera na banda C e orbita a terra separado 180° com uma altitude de 700 km.

Os softwares utilizados foram o SNAP, no qual foi feito o processamento de interferometria, e o software ArcGis, para o processamento do modelo digital de elevação, gerando-se os produtos curvas de nível e declividade. O processamento foi guiado principalmente pelos tutoriais disponibilizados, gratuitamente, no site da Agência Espacial Europeia. As datas utilizadas das imagens SAR foram 5/09/2018 e 17/09/2018, com as respectivas identificações das imagens ²

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas técnicas de processamento digital de imagens aplicados a imagens SAR para geração de Modelo Digital de Elevação (MDE). A técnica de interferometria por radar de abertura sintética (InSAR) trata da diferença de fases entre duas posições de observação em que o sensor está posicionado, extraindo assim informações sobre a superfície da terra. Um sinal SAR contém informações de amplitude e fase. A amplitude é quantidade de sinal extraído do sensor e a fase é a fração de um ciclo completo da onda, equivalente à um único comprimento de onda. A fase da imagem SAR é determinada pela antena do satélite e o alvo na superfície.

A primeira etapa do processamento foi o corregristo, que consistiu na combinação das fases das duas imagens utilizadas. Após esta etapa, pôde-se gerar um interferograma no qual a fase da imagem estará predominantemente alinhada com a topografia do terreno (MURA, 2001).

O processamento foi gerado utilizando-se o software SNAP e imagens disponibilizados pelo site da ESA. A Figura 2 apresenta o fluxograma das etapas metodológicas utilizadas neste trabalho.

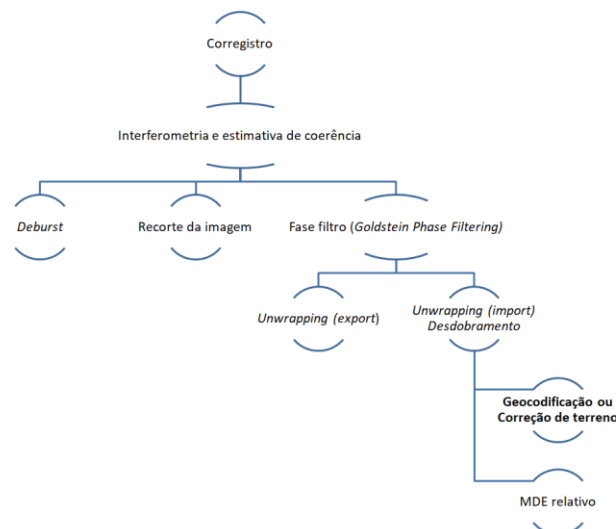


Figura 2. Fluxograma das etapas de processamento para geração do MDE

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da técnica InSAR foram gerados os produtos: imagem de corregristo, imagem de fase dobrada e fase desdobrada, entre as imagens de passagens 5/09/2017 e 17/09/2017. As áreas com *pixels* claros (área central da imagem) destacam modificações ou deslocamentos (Figura 3a), enquanto os *pixels* em tons escuros não acusam alterações ou alterações em pequenas escalas (cm a mm). Na Figura 3b, destaca-se a componente fase, sem correção do terreno, mostrando pela quantidade de franjas, no setor noroeste, que houve deslocamento. Estes produtos já possuem filtro e recorte da área de análise, além do cálculo de interferometria.

A Figura 4, retrata as imagens de coerência (Figura 4a), de fase dobrada (Figura 4b) e de fase desdobrada (Figura 4c), com correção de Terreno, em que é possível verificar a orientação correta da imagem. A fase de desdobramento acontece quando a fase dobrada é exportada para uma máquina virtual para ser processada no algoritmo *Snaphu*, assim o arquivo gerado, o desdobramento de fase, é importado para o software SNAP, gerando o MDE relativo.

¹ Interferometric wide swath, “faixa interferométrica larga”.

O modo IW é o modo padrão que atua sobre o continente, possui uma largura de faixa de 250 km e resolução espacial de 5 x 20 m. Esse modo de imageamento divide a faixa principal em 3 sub faixas (*sub swaths*) utilizando a técnica *Terrain Observation with Progressive Scans SAR* (TOPSAR), com tal técnica, o feixe de Radar escaneia três vezes dentro de uma mesma faixa, resultando em uma imagem mais homogênea e de melhor qualidade. O nível de dado adquirido de processamento foi o SLC 1

(*Single Look Complex*), georreferenciado e utiliza a polarização VV (YAGUE-MARTINEZ et al., 2016).

² S1A_IW_SLC_1SDV_20170905T091406_20170905T091433_018238_01EA93_4D6CxS1A_IW_SLC_1SDV_20170917T091407_20170917T091434_018413_01F007_0691.

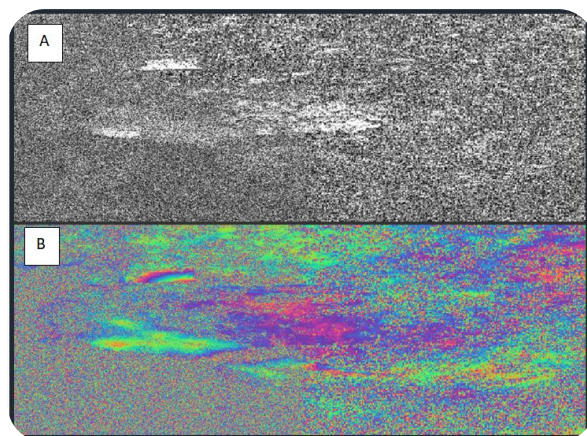


Figura 3. (a) Imagem de correção e (b) imagem de fase

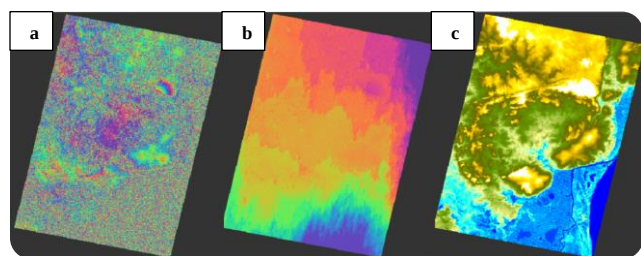


Figura 4. (a) Imagem de coerência, (b) imagem de fase dobrada, (c) imagem de fase desdobrada (MDE relativo)

Após gerado o MDE do Domo de Monte Alegre, este foi processado no software ArcGIS para gerar os produtos curva de nível e declividade (Figura 5). Estes produtos poderão ser comparados com dados já validados para uma análise mais completa. Mas, ressalta-se que neste trabalho não foi previsto a validação.

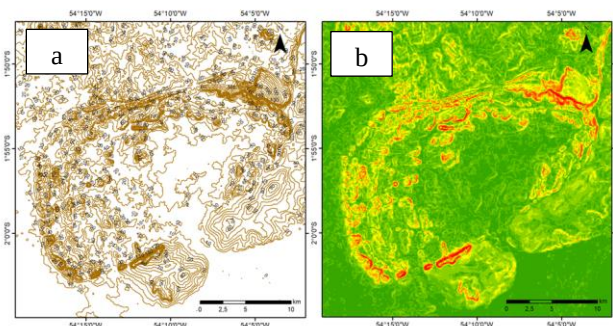


Figura 5. Produtos do MDE: (a) Curvas de nível e (b) declividade

4. CONCLUSÕES

A partir da utilização de um par de imagens SAR, processados com a técnica de interferometria, foi possível

extrair a elevação do terreno alvo gerando um MDE relativo do Domo de Monte Alegre-PA. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi alcançado utilizando-se apenas um par de imagens com intervalos de 12 dias de passagem (resolução temporal). Vale ressaltar que para este tipo de processamento o ideal é que se utilize uma *baseline* maior com no mínimo 15 a 30 intervalos, assegurando um melhor controle dos prováveis deslocamentos que possam ocorrer na imagem decorrente de variáveis como crescimento de vegetação, presença de nuvens, construções, etc.

A técnica SAR tem se mostrado uma área de pesquisa promissora e gratificante em sensoriamento remoto, uma vez que os dados têm se tornado acessíveis e atuais unindo-se a difusão de *softwares* gratuitos para processamentos como o SNAP. Deste modo, é esperado um aumento na geração de mapas de elevação e de deformação atualizados nos anos que se seguem.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HENDERSON, F. M.; LEWIS, A. J. Radar detection of wetland ecosystems: A review. **International Journal of Remote Sensing**, v. 29, n. 20, p. 5809–5835, 2008.
- MURA, J. C. Geocodificação Automática de Imagens SAR Interferométricas. **Anais X SBSR, Foz do Iguaçu, 21-26 abril 2001, INPE**, p. 1321–1328, 2001.
- NAMIKAWA, LAÉRCIO MASSARU; FELGUEIRAS, C. A. ET AL. Modelagem numérica de terreno e aplicações. 2003.
- ROSEN, P. A. et al. Synthetic Aperture Radar Interferometry. **Proceeding of the Ieee**, v. 88, n. 3, p. 333–382, 2000.
- SHIPING, S. **DEM Generation Using ERS-1/2 Interferometric Data**. [s.l: s.n.]. v. XXXIII
- YAGUE-MARTINEZ, N. et al. Interferometric Processing of Sentinel-1 TOPS Data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 54, n. 4, p. 2220–2234, 2016.
- ESA, TUTORIALS. Disponível em: <http://step.esa.int/main/doc/tutorials/>