

Análise exploratória de imagem COSMO SkyMED para detecção de corte raso em região amazônica

Alessandra Rodrigues Gomes¹
Luis Waldyr Rodrigues Sadeck¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Centro Regional da Amazônia - CRA
Parque de Ciência e Tecnologia do Guamá. Av. Perimetral, 2651 - Belém - PA, Brasil
{alessandra.gomes, luis.sadeck}@inpe.br

Abstract. Data from deforestation, over time, have been hampered by atmospheric problems as intense Cloud constant presence in some areas of the Amazon. Thus, the images SAR (Synthetic Aperture Radar) may be the way to solve this problem and COSMO SkyMed is an option in band X for that. This study then sought to assess their ability to discriminate clear-cutting in the Amazon rainforest through remote sensing techniques, the study area as having a cutout of the municipality of Paragominas in the state of Pará in amplitude images were used, filtered (Lee and Frost) and Gram-Schmidt fusion for classification MaxVer-ICM with classes: forest, secondary vegetation, clearcutting and water. Where it was found better results in fused image TM5 + HH kappa ($K = 0.75$, where K is the Kappa index) this product has a good potential to identify recent clearcutting and clearcutting with secondary vegetation.

Palavras-chave: COSMO-SkyMED image, clear cut, Amazon region; imagem COSMO Sky-MED, corte raso, região amazônica.

1. Introdução

No decorrer de aproximadamente 24 anos o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) vem monitorando a Amazônia, considerada a maior área de floresta tropical do mundo. Com isso, também vem quantificando o processo de desflorestamento ocorrido na região por meio de imagens de sensores ópticos, que tem a capacidade de coletar dados na faixa espectral do visível. Logo esse processo de aquisição de informação pode ser reduzido com a presença de nuvens, comuns em áreas tropicais como a mapeada pelo INPE.

Com o avanço da tecnologia, novos sensores podem ser usados no processo de monitoramento como é o caso dos sensores de radar SAR (*Sintethic Aperture Radar* - Radar de Abertura Sintética) que atuam em outra faixa do comprimento de onda que tem muito menos influência da atmosfera, podendo então contribuir para uma análise do desflorestamento nas áreas que apresentam intensas quantidades de nuvem durante o ano se tornando uma alternativa para mapeamento e monitoramento da região amazônica.

Entre os sistemas de radar em operação, o COSMO SkyMed é uma opção em banda X, com diferentes configurações e aplicações. A fim de verificar o potencial deste sensor, este trabalho avaliará a potencialidade de imagem modo Stripmap-Ping-Pong em duas polarizações HH e HV para discriminar áreas de corte raso na floresta amazônica por meio de técnicas de processamento digital de imagem como (fusão, filtragem e classificação de imagem). Sendo posteriormente avaliadas pelo método estatístico *kappa* e com trabalho de campo.

2. Área de Estudo

Os dados COSMO SkyMED SAR foram adquiridos em uma região do município de Paragominas, nordeste do Estado do Pará (Figura 1), que apresenta características históricas de uso e ocupação da terra. As imagens foram adquiridas pelo método de imageamento StripMAP/Ping-Pong com 15 metros de resolução espacial e polarização HH/HV em Amplitude (Level 1B) com correção das distorções para a largura de faixa (*ground range-azimuth*), com 3 looks, na data de 30 de outubro de 2009.

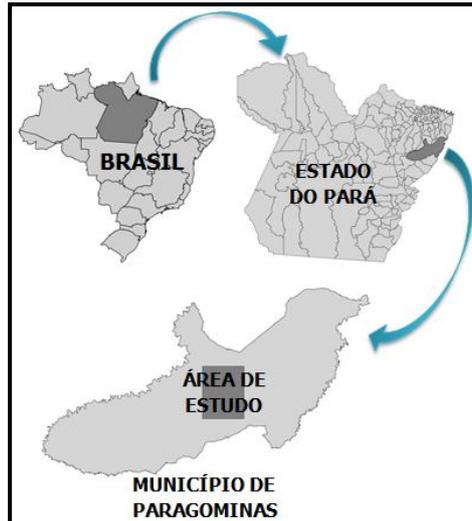


Figure 1 – Localização da área de estudo

Para se ter uma referência visual, também foi utilizada uma imagem LANDSAT-TM5, de 01 de outubro de 2008, e dados PRODES 2008 sobre o desflorestamento da Amazônia.

3. Etapas de trabalho

Após montagem do banco de dados em aplicativo SPRING (Figura 2), as imagens foram classificadas a partir da imagem original (HH e HV), de imagens filtradas com os filtros de Lee e Frost e imagens fusionadas. Para a avaliação dos resultados, foram consideradas as seguintes classes: floresta, vegetação secundária, corte raso (desflorestamento) e água. Os filtros Lee, que utiliza estatísticas locais do *Pixel* a ser filtrado e Frost, que supõe uma função de correlação espacial exponencial entre *Pixels*. Foram aplicadas sobre as imagens amplitude (HH/HV) usando as janelas 5x5 e 7x7 para redução do ruído *speckle* com o intuito de facilitar o processamento aplicado pelo algoritmo de classificação MaxVer-ICM (Algoritmo de Máxima Verossimilhança *com Interacted Contextual Mode*) que está implementado no aplicativo SPRING.

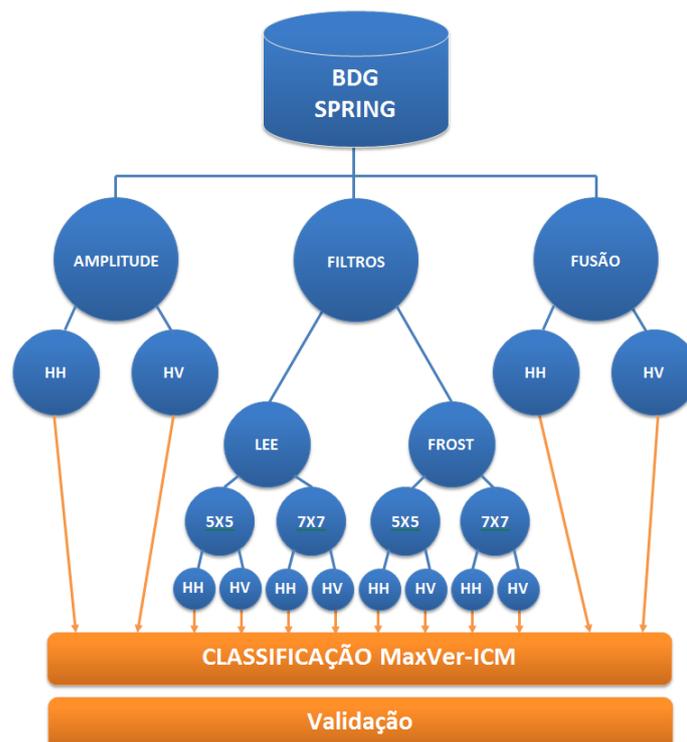


Figura 2 – Estrutura dos dados e técnicas utilizadas para o processamento.

3.1 Técnicas de filtragem (Filtros de Lee e Frost)

Os dados texturais são de grande valia para a interpretação de imagens de radar, porém quando o ruído multiplicativo e aleatório é muito grande essa propriedade do sensor fica prejudicada mascarando feições, por isso torna-se necessário a aplicação de filtros adaptativos para redução do mesmo em regiões homogêneas e manter a textura nas áreas com alta frequência. Dutra e Sant'Anna (1996); Shi e Fung (1994).

O filtro de Lee utiliza estatísticas locais do *Pixel* a ser filtrado e o filtro Frost supõe uma função de correlação espacial exponencial entre *Pixels*. As filtragens foram aplicadas sobre as imagens amplitude (HH/HV) usando as janelas 5x5 e 7x7. Em todos os casos, a aplicação de filtros melhorou visualmente as imagens e interferiram no resultado da classificação.

3.2 Aplicação de técnica de fusão Gram-Schmidt

O procedimento de fusão, apresentado na Figura 3, foi o Gram-Schmidt presente no software ENVI[®] 4.7, que simula uma banda pancromática a partir das bandas multiespectrais sobre a qual é aplicada a transformação Gram-Schmidt levando em consideração a pancromática simulada como a primeira banda, que em seguida é substituída pela de alta resolução e uma transformação inversa é aplicada para formar a imagem sintética de saída RSI (2003).

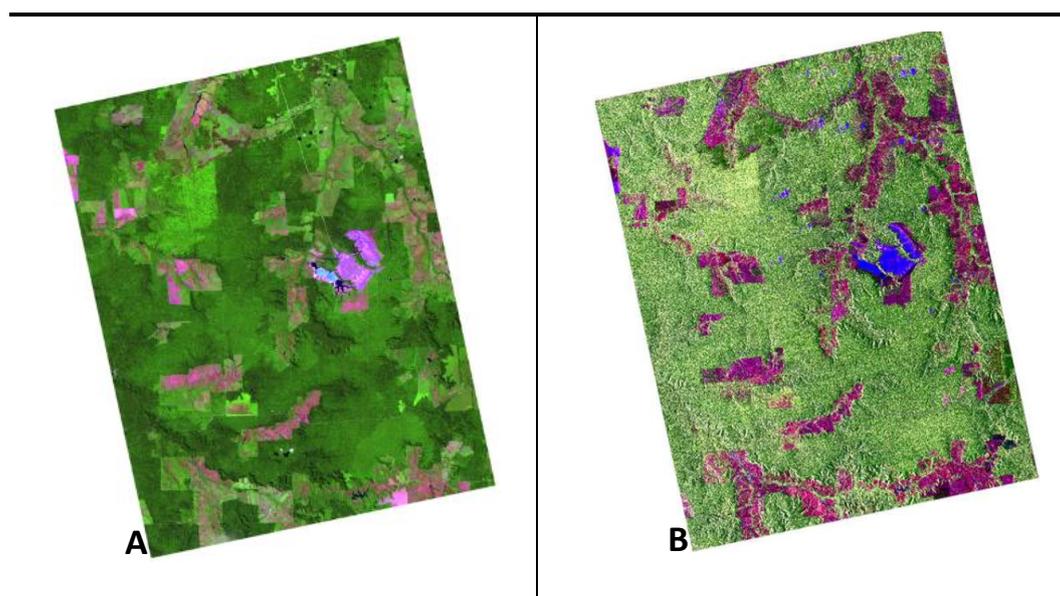


Figura 3 – Imagem landsat TM5 R5G4B3 (A), Imagem fusionada COSMO-SkyMED (HH + TM5) (B).

2.4 Classificação MaxVer-ICM

O classificador MaxVER, utilizado no algoritmo MaxVER-ICM começa o processo de classificação, substituindo, a cada interação, a classe atribuída a cada *Pixel* considerando a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais, o processo se expande e as informações existentes nas classes vizinhas são consideradas de contexto e usadas pelo algoritmo ICM para reproduzir a classificação. Vieira (1996).

Para a classificação foram consideradas as seguintes classes: floresta, vegetação secundária, corte raso (desflorestamento) e água:

- Classe floresta: áreas de vegetação natural, não alterada, mapeada pelo projeto PRODES como floresta;
- Classe vegetação secundária: áreas mapeadas pelo projeto PRODES como desflorestamento entre 1988 e 2007 e que estão em processo de regeneração;

- Classe corte raso (desflorestamento): áreas desflorestadas, mapeadas pelo PRODES como corte raso e que são delimitadas pela área de solo exposto encontrada na imagem;
- Classe água: corpos de água encontrados na área estudada.

A coleta de amostras foi realizada considerando feições identificadas tanto na imagem LANDSAT-TM5, quanto na imagem COSMO SkyMED. A avaliação dos resultados das classificações foi realizada com base no coeficiente de concordância *Kappa*, que é um coeficiente de concordância que informa o acerto da variação intra e interobservador, sendo utilizado quando dois observadores classificam separadamente uma amostra de objetos empregando a mesma escala de classes. SPRING (1996). Para esta avaliação foram utilizados dados de referência (amostras de teste) e dados coletados em campo, para validação. Ambos os dados estão apresentados na Figura 4.

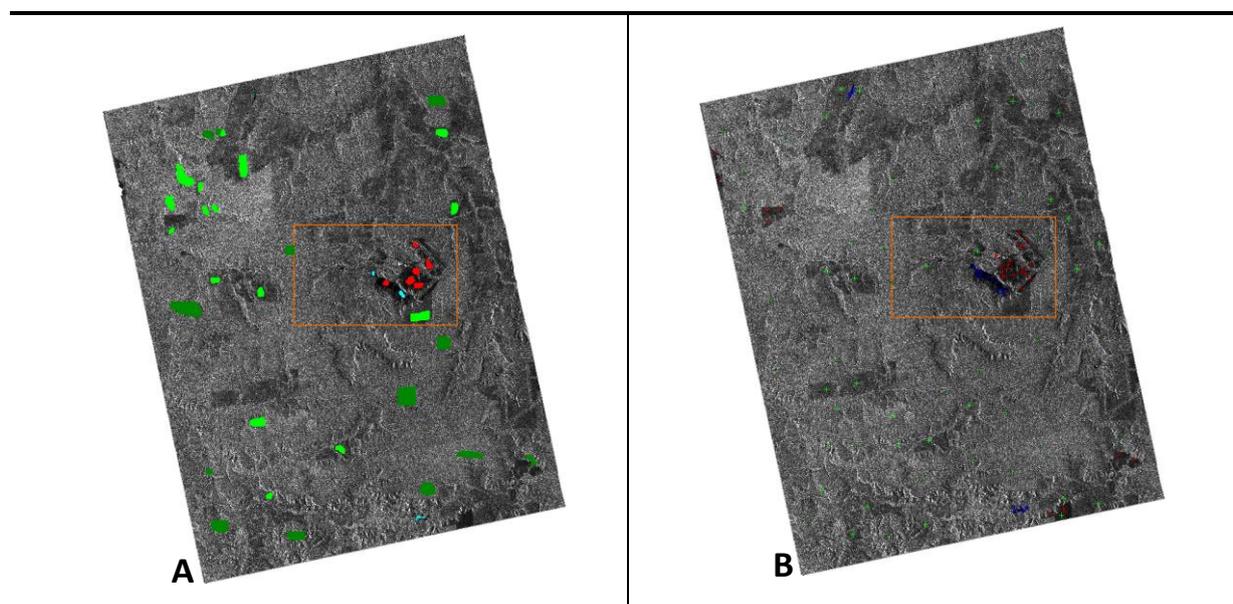


Figura 4 – A figura (A) representa as amostras de teste classificação e (B) os pontos de validação coletados em campo. O retângulo, em laranja, representa a área para apresentação dos resultados.

4 Resultados e Discussão

Levando em consideração que o projeto PRODES é o resultado do incremento de desflorestamento desde 1988, algumas áreas sofreram regeneração enquanto outras ainda permanecem com a área exposta, identificadas claramente na como corte raso. Na Figura 5, estão apresentados os dados PRODES 2008, a referência visual (imagem LANDSAT TM5) e os resultados das classificações.

Ao se analisar os resultados visuais da classificação das imagens originais em amplitude HH e HV (Figura 5), pode-se dizer que as áreas de corte raso foram mais bem discriminadas na imagem HH, principalmente quando comparadas com os dados PRODES 2008. Este resultado foi também verificado e comprovado nos valores encontrados para o coeficiente *kappa* e na acurácia global e pode estar relacionado ao tipo de espalhamento que se encontra nas áreas de corte raso, reflexão especular, e que é melhor detectado na polarização HH. Para os resultados da classificação para polarização HV, houve inconsistências na identificação das classes água e corte raso, que pode estar relacionado devido ao tipo de polarização e alvos que se pretendia discriminar.

Nos resultados das classificações geradas a partir das imagens filtradas (Figura 5), observou-se que em todos os casos, o tamanho da janela de processamento modificou o resultado. As imagens filtradas com filtro de Frost, por sua vez, tiveram melhor resultado

visual quando comparadas com as imagens filtradas com o filtro de Lee. Este resultado também foi observado quando avaliados o coeficiente de *kappa* e a acurácia global. Quando analisamos o filtro e a polarização, o resultado da imagem filtrada com o filtro de Frost com janela de 5×5 Pixels e polarização HH, a discriminação da classe corte raso foi melhor. A confusão observada nos resultados da classificação também foi percebida, para as classes corte raso e água na polarização HV.

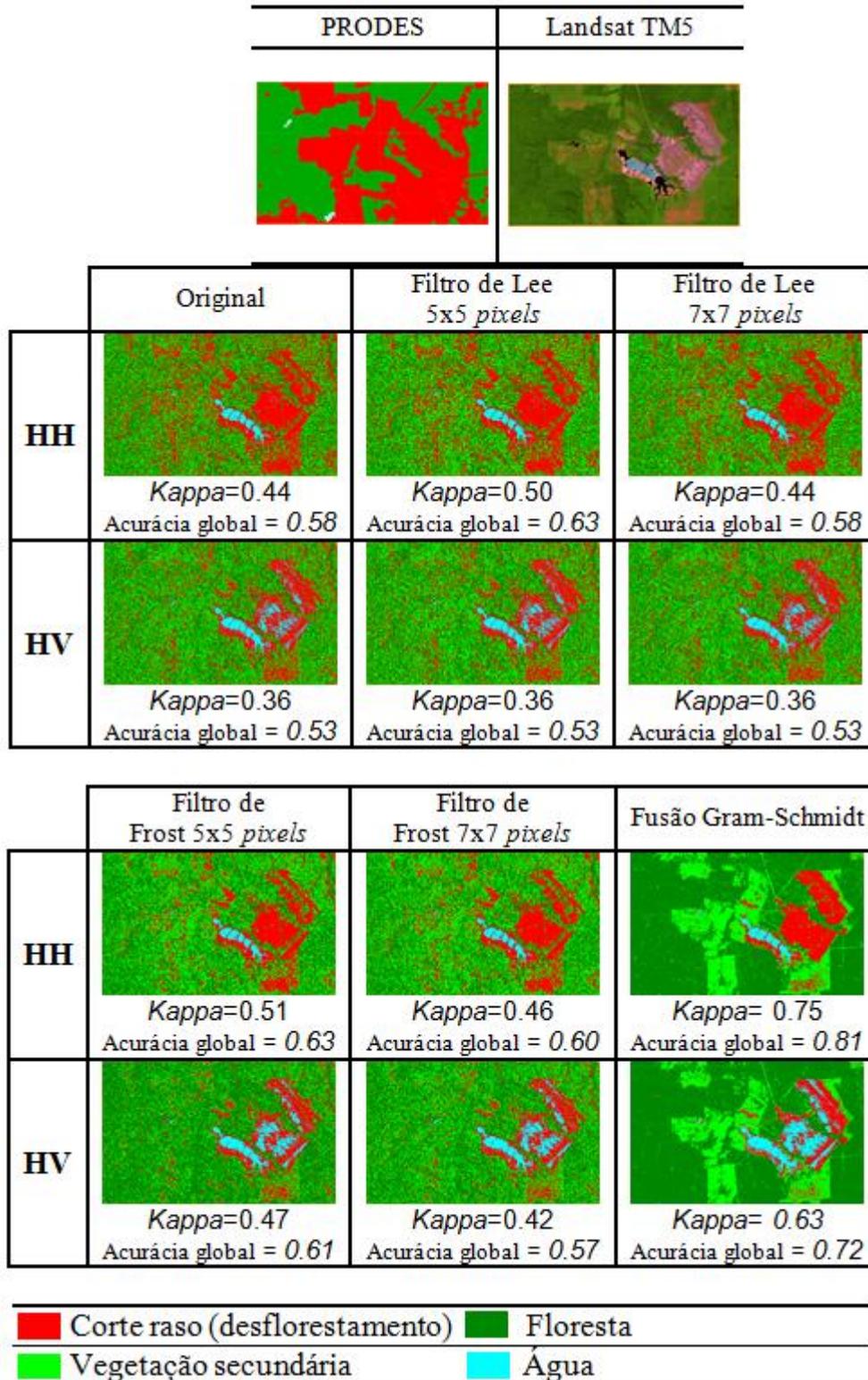


Figura 5 – Resultado visual e estatístico das classificações geradas.

Considerando a classificação gerada sobre as imagens fusionadas percebe-se que visualmente os resultados foram os melhores, quando comparados visualmente com os dados PRODES 2008 e estatisticamente, através do coeficiente *kappa* e acurácia global. Nestes resultados, o classificador conseguiu discriminar melhor as classes e evitar a grande quantidade de *Pixels* isolados. No entanto, a classificação oriunda da fusão apenas da polarização HV não conseguiu apresentar bons resultados para as classes corte raso, quando comparada à polarização HH.

Independente do processamento, a polarização HH permitiu melhor discriminação das áreas de corte raso. Quando se utiliza a técnica de fusão com imagem LANDSAT TM5, os resultados se aproximam visualmente dos dados PRODES e permite dizer que em banda X, a detecção de áreas desflorestadas pode ser possível, desde que aplicadas técnicas para aumentar a capacidade de discriminação de alvos.

4 Conclusões

A análise exploratória realizada na imagem COSMO SkyMED pode dizer que a banda X permite a discriminação de áreas de corte raso, quando comparados com áreas de floresta e vegetação secundária, como as apresentadas na área de estudo.

Dentre as técnicas de processamento digital de imagens utilizadas para esta discriminação, tanto a filtragem quanto à fusão apresentaram resultados melhores quando comparados às imagens originais, sem qualquer processamento.

A técnica de fusão entre dados óticos e SAR demonstrou grande potencialidade para estudos de mapeamento e os resultados do classificador MaxVER-ICM demonstra a importância de se considerar o contexto para obtenção de melhores resultados nas classificações.

Pode-se dizer, baseado nos resultados apresentados, que a imagem Stripmap, Ping-pong do sensor COSMO SkyMED pode ser uma alternativa para mapeamento de corte raso em região amazônica. Outras técnicas e processamentos podem ser avaliados para uma melhor caracterização e definição de metodologia sistemática.

Agradecimentos

Agradecimentos à Telespazio pela cessão de imagem COSMO SkyMED e ao INPE-CRA e FUNCATE pelo suporte durante trabalho de campo.

Referências Bibliográficas

ASI – Agenzia Spaziale Italiana (ISA - Italian Space Agency). COSMO-SkyMed System Description & User Guide. Doc.no: ASI-CSM-ENG-RS-093-A. Disponível em: <<http://www.cosmo-skymed.it/docs/ASI-CSM-ENG-RS-093-A-CSKSysDescriptionAndUserGuide.pdf>> Acesso em outubro de 2010.

Câmara, G; Valeriano, D.M.; Soares, J.V. Metodologia para o cálculo da taxa anual de desmatamento na Amazônia Legal. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2006. 24p. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>>. Acesso em: 24.mar. 2010.

Dutra, L. V.; Sant'anna, S. J. S. The effect of *speckle* filtering on SAR texture discrimination. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8. (SBSR), 1996, Salvador. Anais... São José dos Campos: INPE, 1996. p. 839-844. CD-ROM. ISBN 85-17-00014-5. (INPE-6194-PRE/2283). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/lise/2004/07.19.16.23>>. Acesso em: 09.nov. 2012.

Guerra, J. B.; Mura, J. C. e Freitas, C. da C.. Discriminação de incrementos de desflorestamento na Amazônia com dados SAR R99B em banda L. *Acta Amaz.* [online]. 2010, vol.40, n.3, pp. 557-565. ISSN 0044-5967. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672010000300015>> Acesso em: 10.nov. 2012

RSI (Research Systems, Inc). ENVI User's Guide. ENVI Version 4.0 September, 2003.

Shi, Z.; Fung, K. B. A Comparison of Digital *Speckle* Filters. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Pasadena*, v.4 p.2129-2133, 1994

SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling" Camara G, Souza RCM, FreitasUM, Garrido J *Computers & Graphics*, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

Vieira, P. R. Desenvolvimento de classificadores de máxima verossimilhança e ICM para imagens SAR. 1996. 251 p. (INPE-6124-TDI/585). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Sao Jose dos Campos, 1996. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.20.06.47.40>>. Acesso em: 19 nov. 2012.