

Aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral e Classificação Orientada a Objeto para detecção do desmatamento por corte raso em imagens de satélite ALOS/AVNIR-2 na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, PA.

Liliana Sayuri Osako¹
Ekena Rangel Pinagé¹

¹ Ministério do Meio Ambiente/Serviço Florestal Brasileiro – MMA/SFB
Av. L4, SCEN, Trecho 2, Bloco G, CEP 70818-900 - Brasília - DF, Brasil
{liliana.osako, ekena.pinage}@florestal.gov.br

Abstract. This paper presents the detection of deforestation area with Linear Spectral Unmixing (LSU) and Object-Based Image Analysis (OBIA) applied in ALOS /AVNIR-2 multispectral image acquired at the Saracá-Taquera National Forest, Pará State, Brazil. The LSU method was utilized for endmember fraction estimation (soil, vegetation and shade). The OBIA method was used to segmentation and classification of the three fraction-images in two different scale parameters (10 and 50). Mean values of soil and cloud fraction images allowed discrimination of bare-soils. The results for both scale parameters are similar, with total soil area of 4.512 ha and 4.540 ha for 10 and 50, respectively. We concluded that the use of Linear Spectral Unmixing before Object Oriented Classification has favored discrimination of objects of interest in the scene. The two scale parameters applied in this analysis did not produce significantly different results, suggesting that scale and other parameters tests should be performed in the OBIA method to detect selective logging and deforestation by clear cut, this way contributing for the monitoring of the ongoing forest concessions.

Palavras-chave: Clear cut, ALOS/AVNIR-2, Linear Spectral Unmixing, Object-Based Image Analysis, Amazon Rainforest, Floresta Nacional de Saracá-Taquera, desmatamento

1. Introdução

O Serviço Florestal Brasileiro, órgão autônomo da administração direta vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, é responsável pela gestão das áreas de florestas públicas concedidas à iniciativa privada, por licitação, para o desenvolvimento de atividades voltadas à exploração dos recursos florestais.

Antes e durante o processo de concessão florestal, o Serviço Florestal Brasileiro avalia o grau da intervenção antrópica nas florestas públicas. A avaliação é inicialmente realizada com a série histórica do desmatamento na região com imagens de satélite multitemporais, e posteriormente, é efetuado o monitoramento contínuo do manejo florestal com imagens recentes.

Na avaliação da intervenção antrópica são levadas em consideração as alterações identificadas na cobertura florestal. Na região da Amazônia Legal, por exemplo, são observados diferentes níveis de impactos causados por diferentes tipos de intervenção antrópica, abrangendo assim diferentes estágios do desmatamento.

A intervenção antrópica de alto a médio impacto é caracterizada pelo desmatamento por corte raso com a supressão total da vegetação. Nesse tipo de desmatamento, a resposta na imagem de satélite está geralmente associada às áreas com solo exposto.

A intervenção antrópica de baixo impacto, por sua vez, é caracterizada pelas pequenas variações no dossel da floresta provocadas por extração seletiva (corte seletivo) de madeira. A sua resposta na imagem de satélite muda em um menor intervalo de tempo que o desmatamento por corte raso e devido à reduzida perturbação no dossel da floresta é difícil de ser detectada nas imagens de satélite de média resolução espacial apenas com a composição colorida.

Para identificar de forma automatizada a ocorrência de desmatamento por corte raso e seletivo nas florestas públicas, o Serviço Florestal Brasileiro vem aplicando e adequando

novos métodos e técnicas específicas de processamento digital de imagens (PDI) em imagens de satélite de média a alta resolução espacial.

No presente trabalho são apresentados os resultados da detecção do desmatamento por corte raso com a aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral e da Classificação Orientada a Objeto nas imagens do satélite ALOS/AVNIR-2 em uma área localizada na Floresta Nacional (Flona) de Saracá-Taquera, estado do Pará.

2. Localização da área

A Flona de Saracá-Taquera foi criada em 27 de dezembro de 1989 pelo decreto nº 98.704. Possui 429.600 hectares de área e localiza-se nos municípios de Oriximiná, Terra Santa e Faro, no estado do Pará (Figura 1). A Flona comporta em sua área a maior jazida de bauxita do país, onde a empresa Mineração Rio do Norte (MRN) atua desde 1979. A bauxita ocorre nos platôs que se caracterizam pelo relevo elevado com 80 a 120m de altitude. Com o intuito de detectar o desmatamento por corte raso foi selecionada uma área de 43 mil hectares na região dos platôs onde a MRN efetuou a exploração do minério (bauxita).

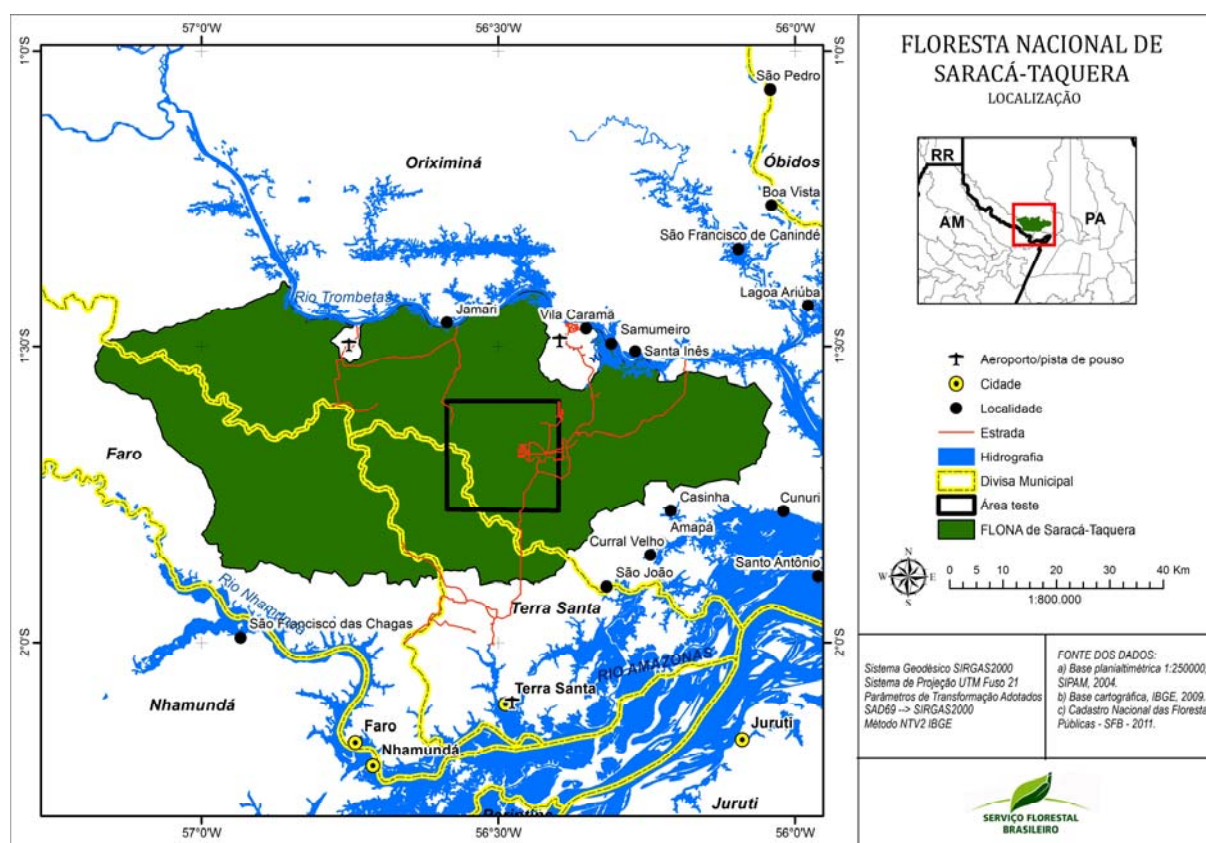


Figura 1. Localização da Flona de Saracá-Taquera.

3. Materiais e Métodos de Trabalho

Imagens obtidas pelo sensor AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near Infrared Radiometer*) do satélite japonês ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) foram utilizadas para a aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral e Classificação Orientada a Objeto. As imagens são constituídas por 03 (três) bandas na região do visível (B1: 0,42 a 0,5 μm , B2: 0,52 a 0,6 μm , B3: 0,61 a 0,69 μm) e 01 (uma) banda no infravermelho próximo (B4: 0,76 a 0,89 μm). Possuem 10m de resolução espacial e foram obtidas no mês de setembro de 2008.

Os programas utilizados para a aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral e da Classificação Orientada a Objeto foram Envi v. 4.7 e eCognition v.8, respectivamente.

3.1 Aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral

O Modelo Linear de Mistura Espectral é um método de análise sub pixel desenvolvido para estimar a proporção de elementos puros em cada *pixel* da imagem. A técnica baseia-se na seleção dos *pixels* puros que representam os alvos de interesse (Shimabukuro & Smith, 1991).

No presente trabalho, a seleção dos *pixels* puros foi realizada no gráfico de dispersão dos dados das bandas B4 (infravermelho próximo) e B3 (visível – vermelho) das imagens do sensor orbital ALOS/AVNIR-2 (Figura 2). Três agrupamentos dos *pixels* puros foram identificados e selecionados para os seguintes alvos: solo (A), vegetação (B) e sombra (C) (Figura 2). As imagens-fração solo, vegetação e sombra geradas com a seleção dos *pixels* puros e com a aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral mostram a proporção do componente em cada *pixel*, sendo que os *pixels* mais claros são aqueles que destacam áreas com maior quantidade do elemento na cena. (Figuras 3A, 3B e 3C).

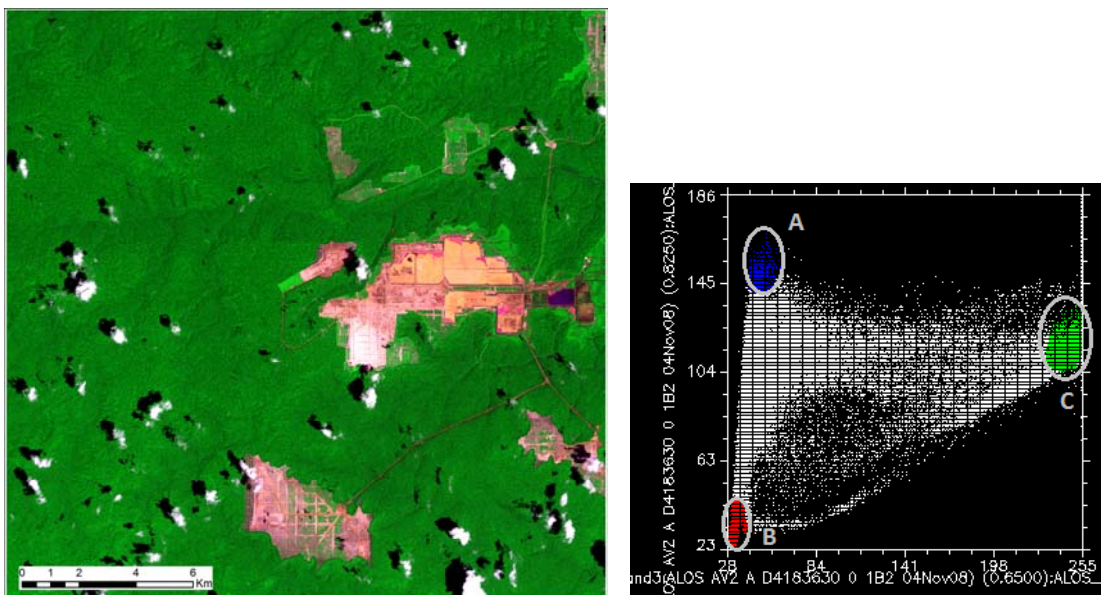


Figura 2. Imagem ALOS/AVNIR-2 da região de estudo com composição colorida RGB342 e o gráfico com dispersão dos dados das bandas 3 e 4, e a seleção dos *pixels* puros representativos do solo (A), sombra (B) e vegetação (C).

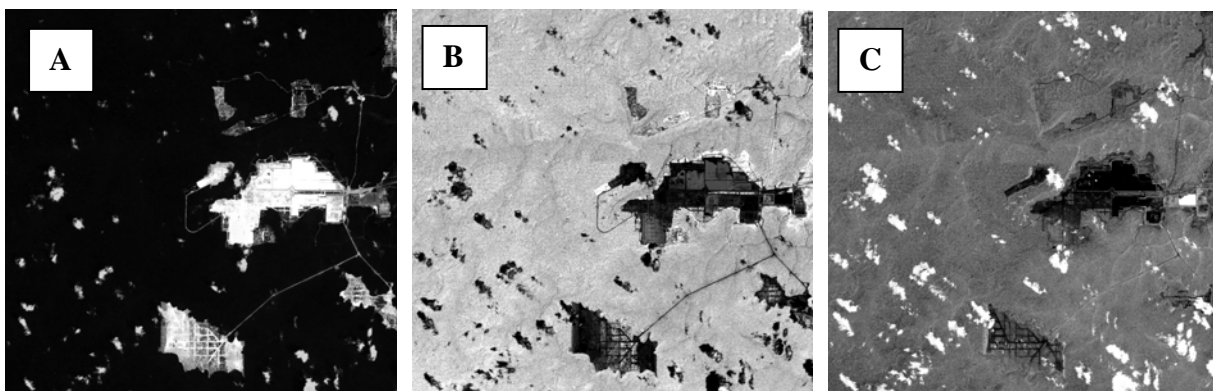


Figura 3. Imagens-fração solo (A), vegetação (B) e sombra (C).

3.2 Classificação Orientada a Objeto

A classificação orientada a objeto é um método de classificação de imagens avançado que não se baseia somente nas informações espectrais da imagem, mas também nas relações

espaciais, texturais e contextuais. Este método permite que a classificação possa ser apoiada nos parâmetros físicos e de conhecimento sobre relacionamentos (Blaschke *et al.* 2000, Benz *et al.* 2004, Chehata *et al.* 2011).

O elemento básico da classificação é o objeto constituído por um agrupamento de *pixels* com características similares. Os objetos são gerados pela segmentação da imagem em regiões contíguas com base no fator de escala e no critério de semelhança. A segmentação deve-se encerrar quando os objetos de interesse tiverem sido isolados (Benz *et al.* 2004).

3.2.1 Segmentação por Multiresolução da Imagem

A segmentação por multiresolução é uma técnica que agrupa regiões a partir de um único *pixel*. A cada etapa da segmentação, um par de objetos menores funde-se para formar um objeto maior. O processo de agrupamento dos objetos baseia-se no critério de homogeneidade, observando sempre a heterogeneidade entre os objetos adjacentes. Considera-se como parâmetros da heterogeneidade a cor e a forma do objeto, este último associado à suavidade e compacidade (Benz *et al.* 2004).

As imagens-fração solo, vegetação e sombra geradas a partir da aplicação do MLME foram segmentadas com base nos parâmetros apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros definidos para a segmentação por multiresolução das imagens processadas.

Níveis de segmentação	Nível 1	Nível 2
Fator de escala	10	50
Cor	0.1	0.1
Forma (compacidade)	0.5	0.5

A segmentação do nível 1 foi definida com um fator de escala 10 para garantir a geração de pequenos objetos de interesse permitindo assim que pequenas áreas desmatadas fossem incluídas no processo de classificação (Figura 4A). A segmentação do nível 2 foi estabelecida com fator de escala 50 para analisar se há diferença significativa em relação aos dados quantitativos gerados para as duas classes de interesse (objetos maiores e menores) (Figura 5A).

3.2.2 Rotina da Classificação Orientada a Objeto

Para a classificação orientada a objeto foram identificadas inicialmente duas classes: área desmatada e não desmatada. O critério da classificação para a área desmatada baseou-se no valor médio das imagens-fração solo (*mean* solo ≥ 50). O resultado inicial da categorização das áreas desmatadas incluiu regiões associadas às nuvens que mostraram uma resposta similar ao solo (Figuras 4B e 5B). Com o intuito de suprimir as nuvens da classe área desmatada foi utilizado o valor médio da imagem-fração sombra (*mean* sombra ≥ 200) para a geração da classe nuvens (Figura 4C e 5C).

A classificação orientada a objeto considera ainda a categorização de determinado objeto baseado nas características dos objetos vizinhos por meio do classificador contextual. Para o refinamento da classificação foi realizada a análise contextual de área e borda entre os objetos das classes área desmatada e nuvens.

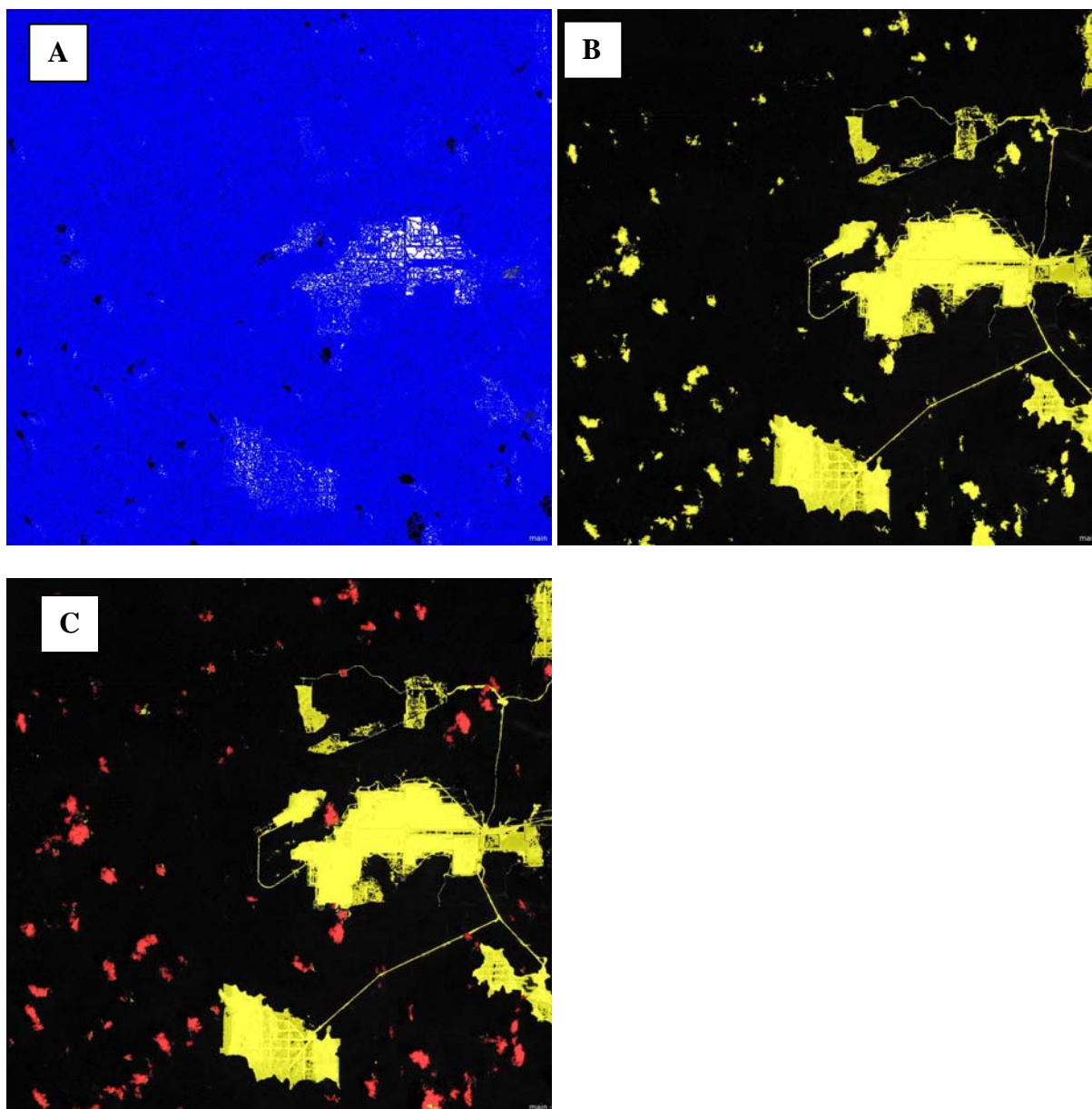


Figura 4. Segmentação por multiresolução com fator de escala 10 (nível 1) da imagem-fração solo (A), classificação da área desmatada (B) e nuvem (C).

4. Resultados e discussão

O emprego do Modelo Linear de Mistura Espectral nas imagens ALOS/AVNIR-2 mostrou-se eficaz na detecção de áreas com solo exposto, vegetação e sombra. A imagem-fração solo destacou claramente as áreas desmatadas por corte raso (Figuras 6A e 6B).

O emprego da Classificação Orientada a Objeto com a segmentação das imagens-fração solo, sombra e vegetação com fator de escala 10 (nível 1) apresentou melhor detalhamento das áreas com menor extensão em relação à segmentação gerada pelo fator de escala 50 (nível 2). O fator de escala 50 mostrou resultado satisfatório para a segmentação de extensas áreas desmatadas, mas a sua aplicação na individualização de áreas menores (solo exposto associado ao corte seletivo) não foi considerada satisfatória. Apesar da variação na representatividade das áreas desmatadas observadas na imagem-fração solo para as duas segmentações, em termos de área os resultados mostraram se similares com, 4.512 ha de área com solo exposto para os segmentos gerados com o fator de escala 10, e 4.540 ha para o fator de escala 50.

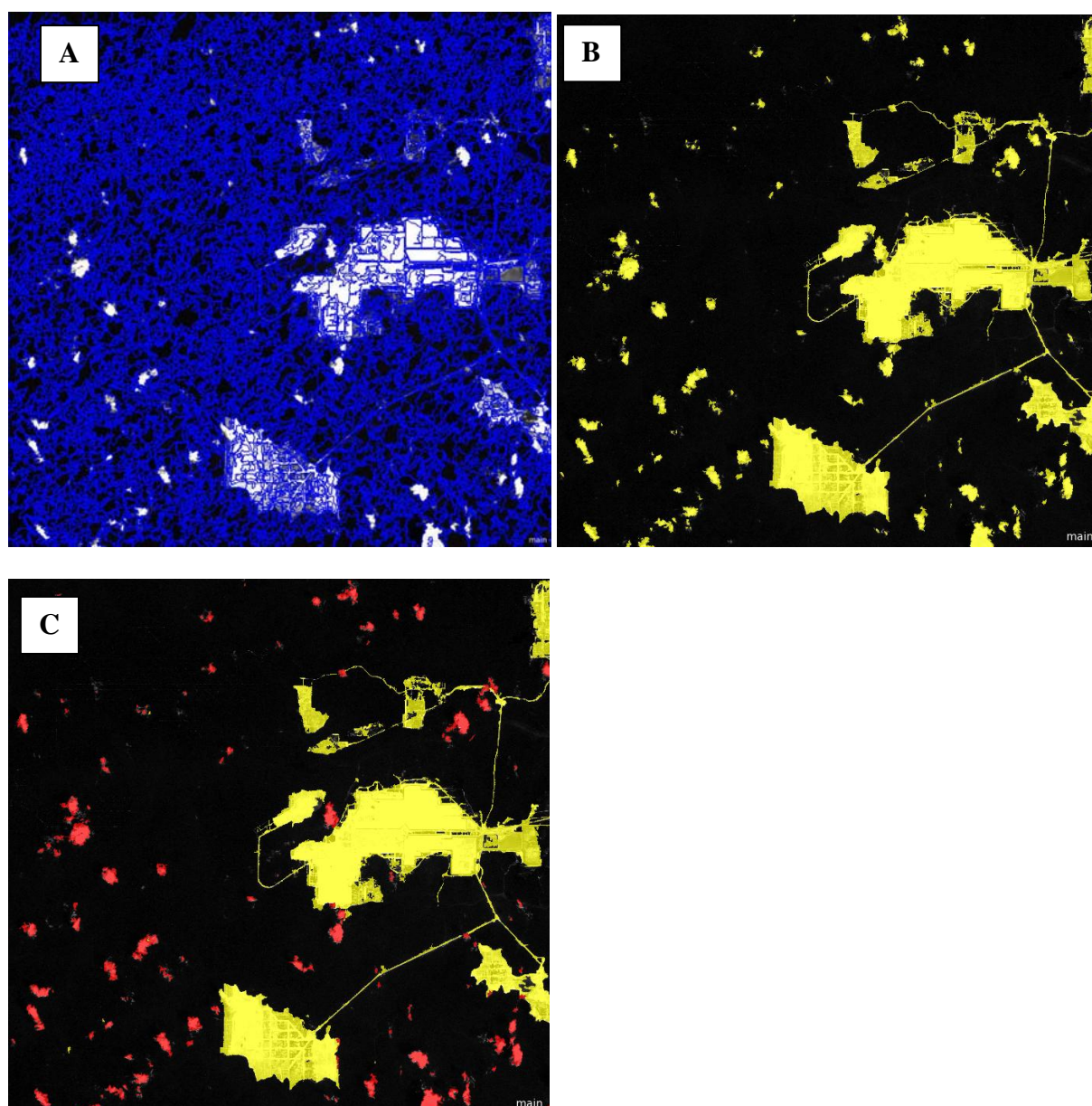


Figura 5. Segmentação por multiresolução com fator de escala 50 (nível 2) da imagem-fração solo (A), classificação da área desmatada (B) e nuvem (C).

5. Conclusões

A rotina elaborada para a classificação orientada a objeto foi efetuada em imagens com pouca diversidade de objetos de interesse, reduzindo assim o número de possíveis soluções e regras. Com a aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral, as informações contidas nas imagens ALOS/AVNIR-2 tornaram-se visivelmente menos heterogêneas favorecendo o discernimento dos objetos de interesse na classificação. As regiões de interesse como as áreas desmatadas associadas ao solo exposto contrastaram com a vegetação e sombra. A ocorrência de nuvens, que frequentemente fazem parte das imagens de satélite da região amazônica, foi discriminada dos demais alvos de interesse com respostas espectrais similares, como por exemplo, o solo exposto. Dentro deste contexto, esse método é adequado para a identificação de áreas com solo exposto causado por desmatamento em regiões de floresta tropical.

Novos testes estão sendo efetuados para a detecção de áreas com corte seletivo de madeira utilizando imagens de alta resolução espacial. Assim, uma metodologia para a

detecção automatizada de corte raso e seletivo poderá ser aplicada para a avaliação da ação antrópica das Flonas que serão licitadas, e para o monitoramento do manejo florestal nas Flonas do Jamari (RO) e de Saracá-Taquera (PA), que estão atualmente sob concessão florestal.

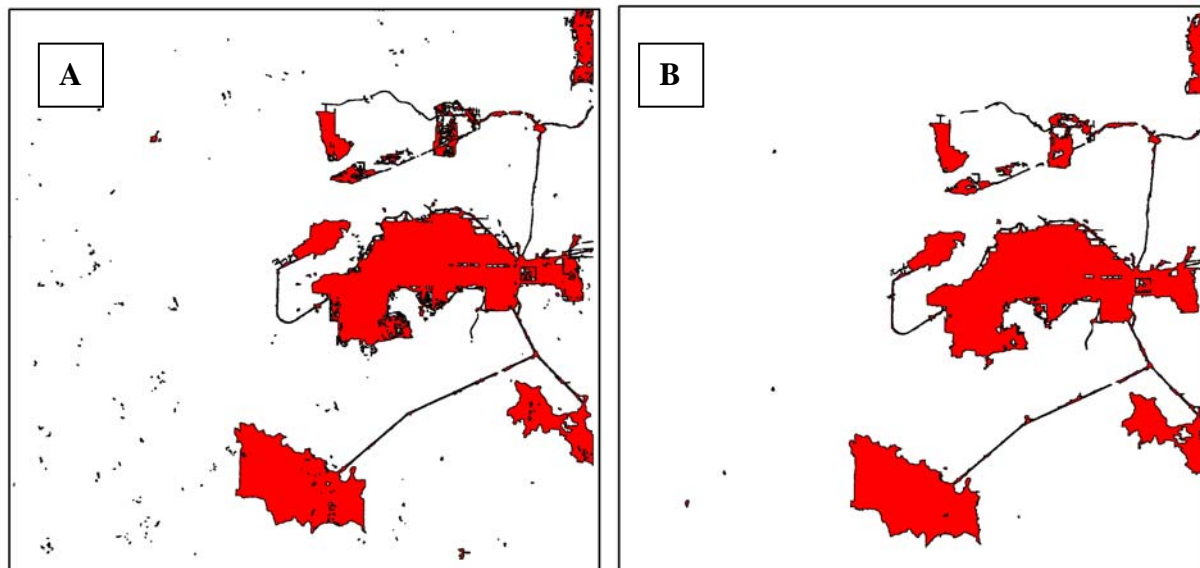


Figura 6. Áreas desmatadas por corte raso utilizando fator de escala 10 (A) e 50 (B).

Referências Bibliográficas

Benz, U.C.; Hofmann, P.; Willhauck, G.; Lingenfelder, I.; Heynen, M. Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, 58, p. 239-258, 2004.

Blaschke, T.; Lang, S.; Lorup, E.; Strobl, J.; Zeil, P. Object-Oriented Image Processing in an Integrated GIS/Remote Sensing Environment and Perspectives for Environmental Applications. In: Cremers, A. & Greve, K. (Eds) *Umweltinformation für Planung, politik und Öffentlichkeit/Environmental Information for Planning, Politics and the Public*. Metropolis Verlag, Marburg, v. 2, p.555-570, 2000. Disponível em: <http://enviroinfo.isep.at/UI%20200/Blaschke_et_al_engl200700.el.hsp.pdf>.

Chehata, N.; Orny, C.; Boukir, S.; Guyon, D. Object-based Forest change detection using high resolution satellite images. In: Stilla U. et al. (Eds) PIA11. **International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, 2011. Disponível em: <http://www.isprs.org/proceedings/xxxviii/3-w22/pdf/49_XXXVIII-3-W22.pdf>.

Shimabukuro, Y.E. & Smith, J.A. The leastsquares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v.29, p. 16-20, 1991.