

Análise de corte seletivo na Amazônia Legal em imagens ALOS PALSAR a partir de verificação por modelo de mistura espectral em imagem CBERS

Eline Amorim Xavier^{1,3}
Cenira Rodrigues de Freitas^{2,3}
Rodrigo Antônio de Souza³

¹Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Florestal
Campus Darcy Ribeiro, Faculdade de Tecnologia
Caixa Postal nº 04357, CEP: 70919-970, Brasília-DF, Brasil
eline.ax@gmail.com

²Universidade de Brasília – Instituto de Biologia
Campus Darcy Ribeiro, Instituto Central de Ciências
Sala AT 149, CEP: 70910-970, Brasília-DF, Brasil
cenirafreitas@gmail.com

³Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Caixa Postal nº 09870 – CEP: 70818-900, Brasília – DF, Brasil
rasouzamail@gmail.com

Abstract. The selective logging can be the first step for total deforestation of areas in the Legal Amazon. This type of management can be monitored by the application of Linear Model of Spectral Moisture (LMSM). This methodology of indentifying selective logging, suffers a great limitation due to clouds in the images. The monitoring through satellites with radar sensors is a methodology that decreases the clouds limitation in identifying deforestation. This work attempted to verify the possibility of identifying selective logging events, confirmed by the LMSM, in radar images of the ALOS Japanese satellite. It The LMSM was applied in four CBERS images from the northern region of the State of Mato Grosso, and areas where the practice of selective logging occurred were visually identified. Afterwards, the changes on the ALOS-PALSAR images were verified. Only 5 of the 87 polygons demarked as selective logging presented changes on the spectral answer of ALOS image, corresponding to 5,7% of the total amount. The polygons marked as selective logging in initial and intermediary stages did not present any remarkable spectral answer on the ALOS image, due to the low spatial resolution of the radar image that was used. Besides that, the polygons with advanced selective logging could be erroneously interpreted as clear cutting. In this way, the identification of selective logging exploration using ALOS images along with the LMSM methodology showed itself inefficient.

Palavras-chave: clouds coverage, deforestation, radar images, remote sensing.

1. Introdução

A floresta amazônica brasileira permaneceu completamente intacta até o início da era “moderna” do desmatamento, com a inauguração da rodovia Transamazônica, em 1970. Os índices de desmatamento na Amazônia vêm aumentando desde 1991 com o processo de desmatamento num ritmo variável, mas rápido. A degradação da floresta resulta do corte seletivo, dos incêndios (facilitados pelo corte seletivo) e dos efeitos da fragmentação e da formação de borda. Fearnside (2005)

O corte seletivo é um conjunto de tratamentos silviculturais, com base na produção sustentada, que permite a retirada seletiva de árvores produtivas adotando-se o conceito de floresta balanceada. Scolforo (1997). Porém, segundo um estudo realizado por Gregory Asner *et al* (2006), 16±1% de áreas de corte seletivo foram desmatados em áreas da região amazônica dentro de um ano após o corte, com um subseqüente índice de desmatamento anual de 5,4% num período de 4 anos após a colheita da madeira. Isso revela que o corte seletivo pode significar um prenúncio para o desmatamento total da área explorada.

Para o estudo da dinâmica do desmatamento na Amazônia é imprescindível o uso das

técnicas de sensoriamento remoto, principalmente devido à dimensão desta região associada à dificuldade de acesso. Uma das maiores dificuldades encontradas pelos usuários de dados de sensoriamento remoto reside, entretanto, na disponibilidade de método rápido e preciso para obter mapas de uso e cobertura da terra. Vasconcelos & Novo (2004)

O DETER é um levantamento rápido feito mensalmente pelo INPE desde maio de 2004, com dados do sensor MODIS do satélite Terra/Aqua e do Sensor WFI do satélite CBERS, de resolução espacial de 250 m. Com este sistema, é possível detectar apenas desmatamentos com área maior que 25 há. DETER (2008). Como o sistema DETER não detecta corte seletivo, o INPE lançou o Projeto DETEX – Detecção da Exploração Madeireira na Amazônia – que tem como objetivo produzir mapeamentos de ocorrência de exploração seletiva de madeira, dentro dos Distritos Florestais Sustentáveis. A metodologia para localizar áreas de corte seletivo é a aplicação do Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), uma ferramenta de processamento digital de imagens que permite separar as contribuições espectrais de cada objeto dentro de um pixel, a partir de um conjunto de componentes puros da imagem. Pereira et al (1998).

Todavia, em função da localização geográfica, presença de grande quantidade de biomassa e presença de redes hidrográficas extremamente densas, as regiões que contém florestas tropicais apresentam altas taxas de evaporação e evapotranspiração e conseqüentemente elevada condensação de vapores d'água na atmosfera. Assim sendo, essas regiões apresentam grandes quantidades de nuvens na maior parte do ano. Especificamente em relação a Amazônia Legal, a cobertura de nuvens é uma questão a ser considerada em qualquer trabalho de sensoriamento remoto óptico passivo, e freqüentemente implica na descontinuidade temporal na obtenção de dados, prejudicando o monitoramento de regiões tropicais através do sensoriamento remoto óptico passivo. Ferreira et al (2005).

O PALSAR é um radar imageador de abertura sintética que opera na banda L, com resolução espacial que varia de 10 a 100 metros. Possui um modo polarimétrico que é capaz de gerar imagens com polarizações HH, HV, VV e VH. Sendo um sensor de radar, o PALSAR é capaz de gerar imagens mesmo sobre regiões cobertas por nuvens e à noite. O radar do ALOS também possui um modo de observação ScanSAR, que adquire imagens com uma larga faixa de observação (250-350 km), que é especialmente útil para imageamento de grandes áreas de florestas. IBGE (2008).

Para solucionar a falta de monitoramento de desmate em áreas da região amazônica cobertas por nuvens, o Centro de Sensoriamento Remoto do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis fechou um acordo com a Agência de Exploração Aeroespacial Japonesa (Jaxa) para a disponibilização das imagens do sensor PALSAR do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite. Nesse acordo o CSR-IBAMA recebe imagens do tipo *fine bean*, de resolução de 50 metros e *wide bean*, de resolução de 100 metros. As imagens *fine bean* recebidas, foram utilizadas para produzir indicativos de desmatamento para localização de esforços de fiscalização e repressão de desmatamento no período chuvoso de 2007-2008.

Um fator limitante das imagens de radar é a sua dificuldade maior em interpretá-las por causa da faixa espectral em microondas que é utilizada na geração destes dados. Ao contrário do que ocorrem com as imagens ópticas, os usuários em geral não estão familiarizados com a interpretação de imagens que são adquiridas em regiões do espectro eletromagnético diferentes da óptica. Muitas vezes, a extração de informações a partir de imagens de radar necessita ainda de técnicas específicas de análise e interpretação. Pereira & Menezes (2007).

Este trabalho tem como hipótese a afirmação de que as imagens ALOS podem identificar desmatamento seletivo na floresta amazônica. Para verificar a veracidade dessa hipótese, foram estabelecidos os seguintes objetivos:

- i) determinar polígonos de desmate seletivo em imagens CBERS com o Modelo Linear de

Mistura Espectral (MLME) aplicado nestas;

ii) visualizar os polígonos de desmate seletivo identificados nas imagens CBERS com MLME na imagem ALOS correspondente, com o intuito de determinar como a imagem ALOS PALSAR responde em áreas que sofrem exploração madeireira na forma de desmates seletivos.

2. METODOLOGIA

A área de estudo deste trabalho foi escolhida ao acaso dentre as faixas de imagens do radar ALOS usadas em um trabalho realizado pelo IBAMA-CSR para gerar indicadores de desmate a partir de imagens desse radar. A faixa escolhida foi o ciclo 16, passagem 069, que abrange os estados do Pará, uma pequena parte do Amazonas e o estado do Mato Grosso. Porém, a área de estudo localiza-se apenas no estado do Mato Grosso, como mostrado na figura 1. Treze municípios do estado do Mato Grosso intersectam a área de estudo. Dentre eles estão os municípios de Nova Ubiratã, Marcelândia e Peixoto de Azevedo que correspondem, respectivamente, aos 11º, 19º e 20º lugares dos municípios com maiores áreas desflorestadas no estado do Mato Grosso, segundo dados do PRODES do ano de 2007.

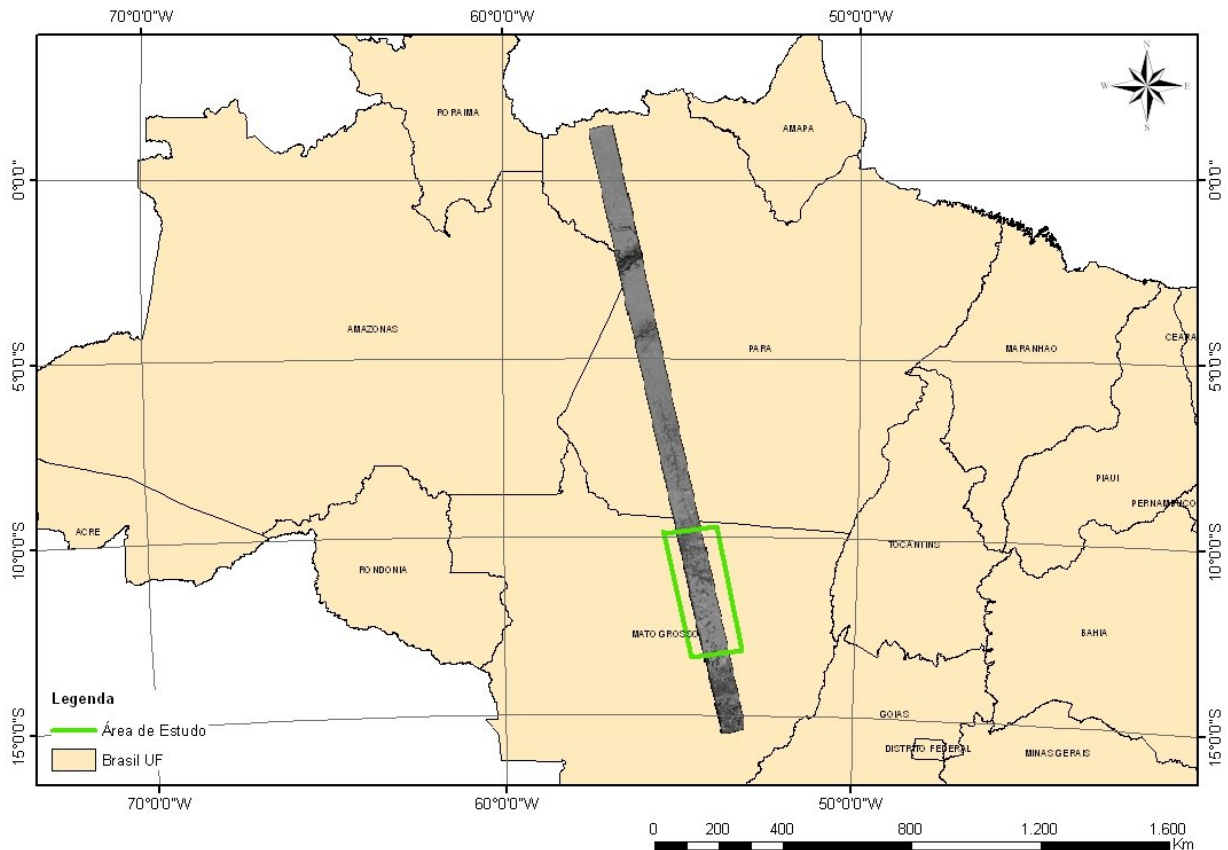


Figura 1 – Área de estudo

Após a escolha da faixa ALOS a ser trabalhada, coletou-se as imagens do satélite CBERS correspondentes à área de trabalho que intersectavam com a imagem ALOS. A tabela 1 apresenta as datas, as órbita-pontos das imagens utilizadas, os satélites, os seus respectivos sensores e algumas características de cada imagem de satélite.

Tabela 1 – Dados das imagens de satélite utilizadas neste trabalho

Satélite	Sensor	Órbita-Ponto	Data	Resolução Espacial
CBERS 2B	CCD	165-112	07 junho 2008	20 metros
		165-113	07 junho 2008	
		165-114	07 junho 2008	
		166-112	07 junho 2008	
ALOS	PALSAR	016-069	19 dezembro 2007	50 metros

Nota: As imagens ALOS PALSAR têm várias resoluções espaciais, mas as que foram liberadas para o IBAMA têm resolução de 50 metros.

Nas imagens CBERS foi aplicado o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) com o intuito de destacar a fração-solo das imagens, utilizando o software SPRING versão 4.3.3 e seguindo metodologia do próprio programa.

Com o MLME aplicado nas imagens CBERS, foram demarcados os polígonos considerados como de desmate seletivo, caracterizados por pequenos pátios e estradas distribuídos, de forma geral, uniformemente ao longo da área explorada (figura 2).

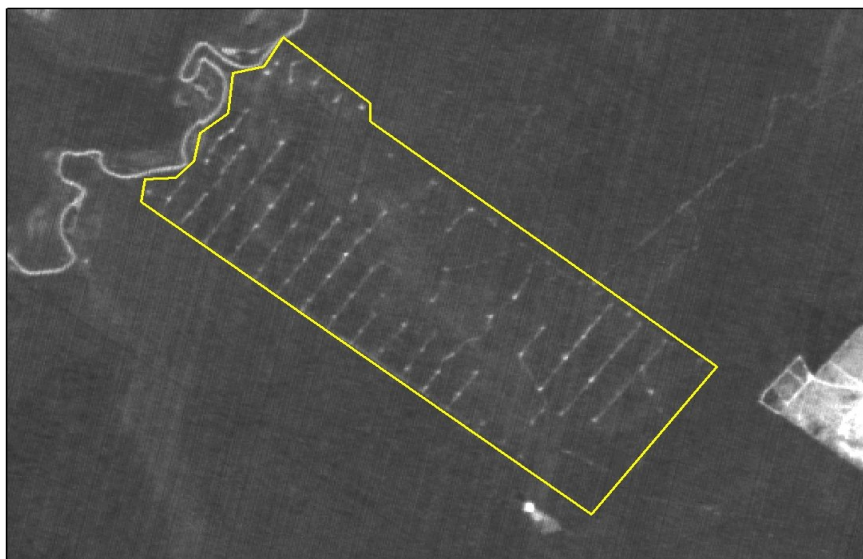


Figura 2 – Exemplo de área com desmate seletivo na imagem CBERS CCD com modelo de mistura espectral

Após a demarcação desses polígonos nas imagens CBERS com Modelo de Mistura Espectral aplicado, foi feita uma conferência desses polígonos na imagem ALOS correspondente, para verificar como a resposta espectral da imagem ALOS diante desses polígonos de corte seletivo se comporta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram demarcados 87 polígonos nas três imagens CBERS trabalhadas, em diferentes estágios de desmate seletivo. Com a visualização desses polígonos na imagem ALOS, apenas 5 dos 87 polígonos demarcados como corte seletivo apresentaram alterações na resposta espectral da imagem ALOS, correspondendo à 5,7 % do total de polígonos. A maioria dos poucos polígonos de desmate seletivo visualizados na ALOS apresentavam um estágio já avançado de corte seletivo. A tabela 2 apresenta como foi a resposta espectral na imagem ALOS-PALSAR desses polígonos que responderam ao desmate seletivo detectado em CBERS com MLME.

Tabela 2 – Respostas espectrais apresentados pela imagem ALOS-PALSAR diante dos polígonos de desmate seletivo detectados em CBERS com MLME

Polígono	Resposta espectral na imagem ALOS	Estágio do desmate seletivo na imagem CBERS - MLME
1		
2		
3	Resposta clara	Avançado
4		
5		

A resposta espectral inicialmente esperada em imagens ALOS para estes polígonos era de clareamento na região. Isto se deve ao fato de que as microondas, emitidas por sensores-radar, como o ALOS, interagem macroscopicamente com a superfície do objeto-alvo monitorado. Menezes (2003). Ou seja, superfícies lisas, com solo exposto, características de corte raso, apresentam uma resposta mais escura que a área de vegetação, que é heterogênea. Esta resposta, aliás, é bem conhecida pelo CSR na detecção de desmate a partir de imagens ALOS. Enquanto que a resposta esperada para superfícies não uniformes, como é o caso de áreas sob corte seletivo, é a de maior brilho, como observado na figura 3.

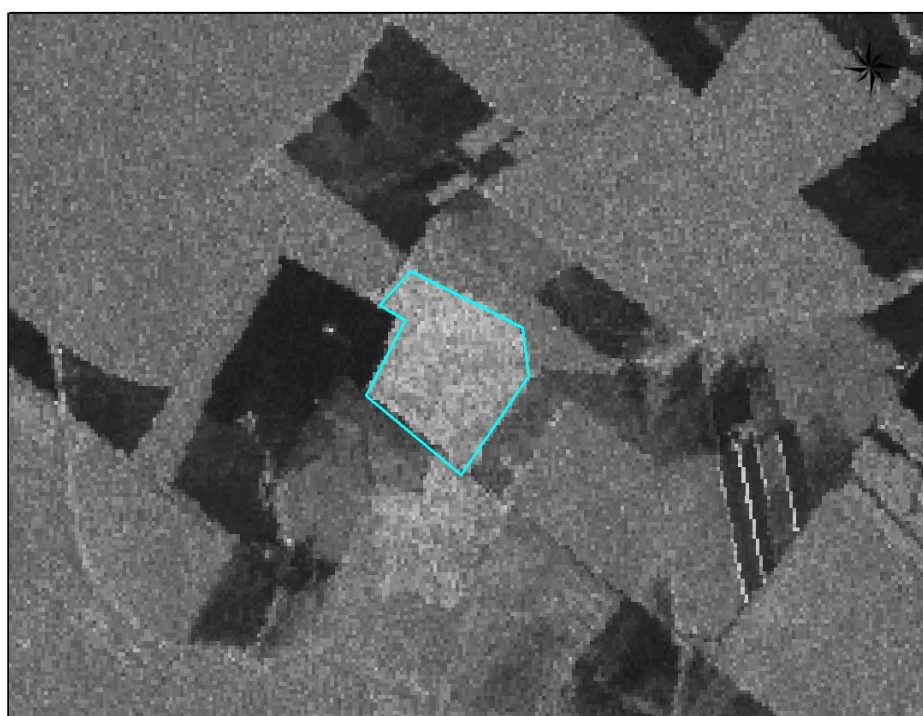


Figura 3 – Visualização de área com desmate seletivo em imagem ALOS-PALSAR

Porém, essa visualização só foi possível devido ao fato de que esse polígono apresentado na figura 3, como os demais polígonos de desmatamento seletivo que foram detectados na ALOS, já apresentava um estágio bem avançado de desmate seletivo, com muitas clareiras abertas e, em algumas partes, a vegetação encontrava-se bem rala, como mostra a figura 4.



Figura 4 – Visualização de área com desmate seletivo em imagem CBERS com MLME

4. CONCLUSÕES

Uma das dificuldades encontradas para a confecção deste trabalho foi a da definição de o que era e o que não era corte seletivo, devido aos vários estágios encontrados para esse tipo de exploração. Os polígonos de desmate seletivo com estágio já avançado podiam muito bem ser confundidos com polígonos de corte raso, devido ao alto grau de avanço desses desmates. Porém, foi estabelecido como critério de desmate seletivo, como já mencionado anteriormente, a presença de pátios e estradas para o escoamento das toras de madeiras.

Outro fator importante averiguado neste trabalho foi a comprovação de que áreas submetidas à desmates seletivos precedem o corte raso da área explorada anteriormente, como foi visto pelos polígonos de desmate seletivo em estágios bem avançados, prontos a se transformarem, a qualquer momento, áreas de cultivos agrícolas, de pecuária ou, até mesmo, de desertificação.

A dificuldade em visualizar desmates seletivos em imagens ALOS PALSAR deveu-se, principalmente, ao tamanho do pixel dessa imagem (50m²). Outro ponto importante de ser ressaltado é o intervalo de tempo entre as aquisições das imagens ALOS e CBERS. As imagens CBERS mais próximas da data da imagem ALOS, com pouca presença de nuvens na região do estudo, datavam de junho de 2008, enquanto a imagem ALOS datava de dezembro de 2007 (intervalo de tempo de 6 meses). Isso significa que até a data na qual foram capturadas as imagens CBERS usadas no trabalho, as áreas de desmate seletivo poderiam ainda não ter sido exploradas e, assim, ter sido detectadas nas imagens CBERS e não ser visualizadas nas imagens ALOS. Porém, mesmo com esse fator, a diferenciação entre polígonos de áreas de exploração madeireira seletiva e de outros tipos de polígonos, com a utilização de imagens ALOS demonstrou-se muito difícil, *a priori*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a toda equipe do Centro de Sensoriamento Remoto do IBAMA, em especial aos analistas Daniel Moraes, Marlon Crislei, Marcos Bauch, Vitor Quaresma, Felipe Matos, Werner Gonçalves; aos estagiários Elaine Porfírio, Fernanda Lima e Felipe Vilarinho Jr.; e à Dona Ana Cecília, pelo provimento dos cafezinhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fearnside, P. M. **Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências.** *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.

Scolforo, J.R.S. **Manejo Florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 438p.

Asner, G. P.; Broadbent, E. N.; Oliveira, P. J. C.; Keller, M.; Knapp, D. E.; Silva, J. N. M. **Condition and fate of logged forests in the Brazilian Amazon.** *PNAS*, v. 103, n. 34, p. 12947-12950, 2006.

Vasconcelos, C. H.; Novo, E. M. L. M. **Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens-fração solo, sombra e vegetação derivadas do modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor TM/Landast5, na região do reservatório de Tucuruí – PA.** *Acta Amazonica*, v. 34, n. 3, p. 487-493, 2004.

Sistema DETER – Detecção de Desmatamento em Tempo Real.

Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/deter/>

Acesso em: 02 de set. 2008.

Pereira, J.L.G.; Batista, G.T.; Thales, M.C.; Roberts, D.A. 1998. **Proporção de componentes derivadas de imagens Landsat TM para caracterização da cobertura da terra na amazônia.** (CD ROM). *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos. CD ROM Anais*

Ferreira, N. C.; Ferreira, L. G.; Lobo, F. C. **Distribuição espacial e temporal de nuvens e sombras na Região Amazônica: Uma análise a partir dos metadados do produto MOD13A2.** *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE*, p. 497-503.

Imagens do Satélite ALOS – Sensores.

Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/alos/sensores.php>

Acesso em: 02 de set 2008.

Pereira, I. C. N.; Menezes, P. M. L. **O radar como instrumento de geração da informação espacial para a gestão do território na Amazônia: uma análise do Projeto Radam.** *In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. Anais. São José dos Campos: INPE, 2007.* p. 6913-6920.

INPE - Desflorestamento nos Municípios da Amazônia Legal para o ano de 2007.

Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>

Acesso em: 15 de out, 2008.

Menezes, P. R. **Apostila da pós-graduação em Sensoriamento Remoto, 2003.**