

Potencialidades das imagens polarimétricas do Alos/Palsar na discriminação de alvos em Rondônia – RO

Bianca Vigo Groetaers Vianna¹

Daniel Moraes de Freitas²

Rodrigo Antônio de Souza²

¹ Universidade de Brasília - UnB

Caixa Postal 04386 - 70818-900 - Brasília - DF, Brasil

biancavgv@gmail.com

² Centro de Sensoriamento Remoto - CSR/IBAMA

Caixa Postal 09566 - 70818-900 - Brasília - DF, Brasil

daniel-moraes.freitas; rodrigo-antonio.souza@ibama.gov.br

Abstract. Currently the use of radar images for the understanding of the environment has increased significantly, however, a larger amount of information about the interpretation of these images is not so great. This article can show that it is possible to distinguish between classes of forest, deforestation, water bodies and urban area of a region in Rondonia (Amazon forest), both in polarized HH and HV. This differentiation is done using the averages of ROI (region of interest) for each class. Thus we found different backscattering of each target in each polarization. The class that showed a greater difference between the backscattering polarization was the class of urban area, This difference is due the orientation of the city that had a higher incidence in HH. Thus it was concluded that it is possible to differentiate between targets of ALOS / PALSAR in both the HH and the HV polarization.

Palavras-chave: radar, polarimetry, geoprocessing, radar, polarimetria, geoprocessamento.

1. Introdução

Os sensores óticos usualmente empregados na geração de imagens da superfície terrestre, apesar de amplamente conhecidos e utilizados, estão sujeitos às condições atmosféricas. A presença de nuvens e chuva pode limitar suas aplicações, principalmente quando se trata do monitoramento espacial e temporal de algum recurso específico. Desde os anos setenta, os sistemas ativos operando em microondas (radares) têm sido usados como ferramentas importantes no mapeamento dos recursos naturais, principalmente em regiões tropicais, sujeitas a grandes variações atmosféricas diárias e sazonais, de acordo com Mora Kuplich (1994).

Segundo Policarpo Damião (1994), um radar clássico se baseia na transmissão e recepção de pulsos situados na faixa centimétrica do espectro eletromagnético, sendo os sinais de retorno analisados a fim de se medir sua intensidade, intervalo de tempo e fase. O princípio básico é simples: emissão, recepção e correlação entre os sinais transmitidos e recebidos. Cardoso de Lima (2006) frisa que as pulsações de energia são enviadas intermitentemente, de modo que a próxima pulsação será somente emitida após todas as reflexões de uma pulsação anterior retornarem para a antena que, deste modo, já está apta para receber.

Os radares podem ser utilizados em quaisquer condições atmosférica, tanto de dia como de noite, deste modo, tornou o uso dos sensores que operam nesta faixa do espectro muito atraente. Essa capacidade de penetração também pode ser observada em materiais que apresentam baixos valores de permissividade como a areia seca, por exemplo, afirma Damião (1994).

Além da transparência atmosférica, existem outros motivos que tomam o sensoriamento remoto na faixa de microondas interessante. Um deles é que também na vegetação, a penetração das microondas é mais profunda que a radiação óptica. Os maiores λ penetram

bem mais que os λ menores. Desta forma, os λ menores nos dão informações das camadas superiores da vegetação, enquanto os λ maiores nos dão informações das camadas inferiores e do solo. Neste caso porém, não é somente o λ que influencia, mas também o grau de umidade existente, a densidade da vegetação e o ângulo de incidência da REM. Estas relações também são mantidas quando se trata de solo, sendo o grau de umidade, neste caso, de extrema importância, como explicita Policarpo Damiano (1994).

Segundo Ulaby et al. (1981), a cor observada nas regiões do visível e infravermelho próximo é determinada primariamente por ressonância molecular nas camadas de superfície do solo ou da vegetação, enquanto a cor observada em microondas resulta das propriedades geométricas e dielétricas da superfície ou volume estudado.

Cardoso de Lima (2006) afirma que a superfície de rugosidade é o fator dominante na determinação da amplitude de retorno, e deste modo o brilho (tom) da imagem. A energia incidente sobre uma superfície é parcialmente refletida, de forma difusa ou especular, dependendo da rugosidade da superfície.

Uma porção do retorno em florestas será o volume de espalhamento derivado de múltiplos retornos de folhas, ramos e troncos. Isto pode ser uma contribuição para o estudo relativo do comportamento isotrópico do retroespalhamento dessas superfícies. Em adição a esses retornos, reflexões derivadas de camadas do terreno também podem ser possíveis em comprimentos de ondas grandes, garante Cardoso de Lima (2006).

De acordo com Mora Kuplich (1994), os radares são construídos de forma a transmitirem e receberem ondas em polarizações específicas. Desta forma, um sensor com polarização VV é aquele que transmite e recebe ondas verticalmente polarizadas e HH, horizontalmente polarizadas. Existem também sistemas com polarizações cruzadas do tipo VH ou HV, quando a onda transmitida é captada em polarização distinta.

Os alvos possuem diferentes respostas às polarizações utilizadas. Os sinais de retorno são geralmente mais fortes em polarização HH ou VV, enquanto que, em polarização cruzada (HV, VH), os ecos são geralmente mais fracos, mas podem dar importantes informações sobre vegetação, gelo ou neve (NASA, s.d.).

Assim, o objetivo desse artigo é avaliar a potencialidade das imagens Alos/Palsar em diferentes polarizações na discriminação de diferentes alvos em Rondônia.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de Estudo

A área escolhida para o estudo está localizada em sua grande maioria no município de Porto Velho, capital de Rondônia. As coordenadas geográficas ficam entre S 8°39'55,059" e S 9°14'24,676" de latitude e O 64°9'4,17" e O 63°53'39,93" de longitude.

A imagem é cortada pelo Rio Madeira e pelo Rio das Garças. A esquerda da área escolhida há também a Represa de Samuel.

O relevo do estado é pouco acidentado, não apresentando grandes elevações ou depressões, com variações de altitudes que vão de 70 metros a pouco mais de 500 metros.

O clima do Estado de Rondônia, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, com média climatológica da temperatura do ar, durante o mês mais frio, superiores a 18°C, e um período seco bem definido durante a estação de inverno, quando ocorre na região um moderado déficit hídrico, com índices pluviométrico inferiores a 50 milímetros por mês. A média climatológica da precipitação pluvial para os meses de junho, julho e agosto é inferior a 20 milímetros por mês.

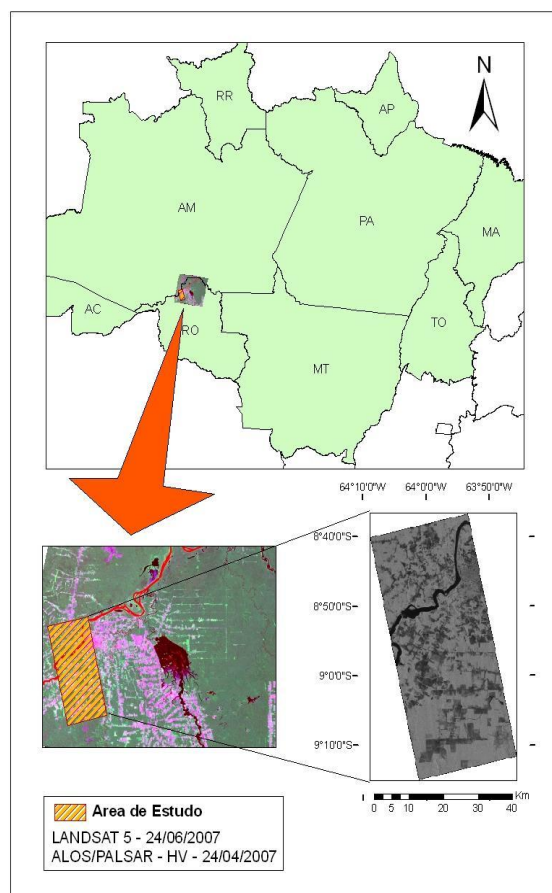


Figura 1. Localização da área de estudo.

2.2. Materiais

Utilizou-se a imagem óptica LANDSAT 5 da órbita ponto 232-066 de 24 de junho de 2007 através do sensor TM e a imagem de radar ALPSRP066377010 nas polarizações HH e HV, na passagem do dia 24 de abril de 2007.

O software utilizado para criação do layout da área de estudo, georreferenciamento da imagem Landsat 5 e recorte da cena para cobrir a mesma região da imagem de radar foi o ArcGis 9.3. O software Envi 4.5 foi utilizado para extração dos valores dos pixels pelo ROI (região de interesse) das classes em estudo. O software Statistica 7 foi utilizado para análise estatística dos dados e para geração dos gráficos.

2.3. Métodos

Utilizamos uma cena ALPSR que cobre uma parte do estado de Rondônia no bioma Amazônico e posteriormente foi baixado pelo site do INPE uma imagem LANDSAT5 com uma data próxima da imagem de radar e que tivesse poucas nuvens (pra facilitar a comparação entre elas).

Georreferenciamos as respectivas imagens pelo ArcMap, fazendo 15 pontos na imagem LANDSAT e 12 pontos na imagem ALPSR, utilizou-se as imagens Geocover como base para o georreferenciamento. Atingiu-se um erro baixo de 10 rms nas cenas, não houve deslocamento entre as cenas georreferenciadas.

Recortamos a imagem LANDSAT na mesma dimensão da imagem Alos, na qual foi usada a ferramenta *clipping tools* no ArcGis 9.3 e exportada para GeoTiff.

Com as imagens já georreferenciadas foi feito no software Envi 4.5 a criação das regiões de interesse (ROI) na imagem Alos. Foi utilizada a imagem Landsat para validar as diferentes classes de estudo para não haver mistura na extração dos valores de pixel.

Na ferramenta ROI do Envi foi separado para cada classe 6 regiões na cena e cada uma dessas regiões composta por 5 áreas de 25 pixels cada. Foi feito a média para cada amostra

para gerar uma estatística que nos permita comparar as diferenças entre as classes. O mesmo ROI foi utilizado nas polarizações HH e HV.

Na figura 2, notam-se as quatro regiões de estudo detalhando a retirada dos pixels puros para cada classe na cena Alos/Palsar.

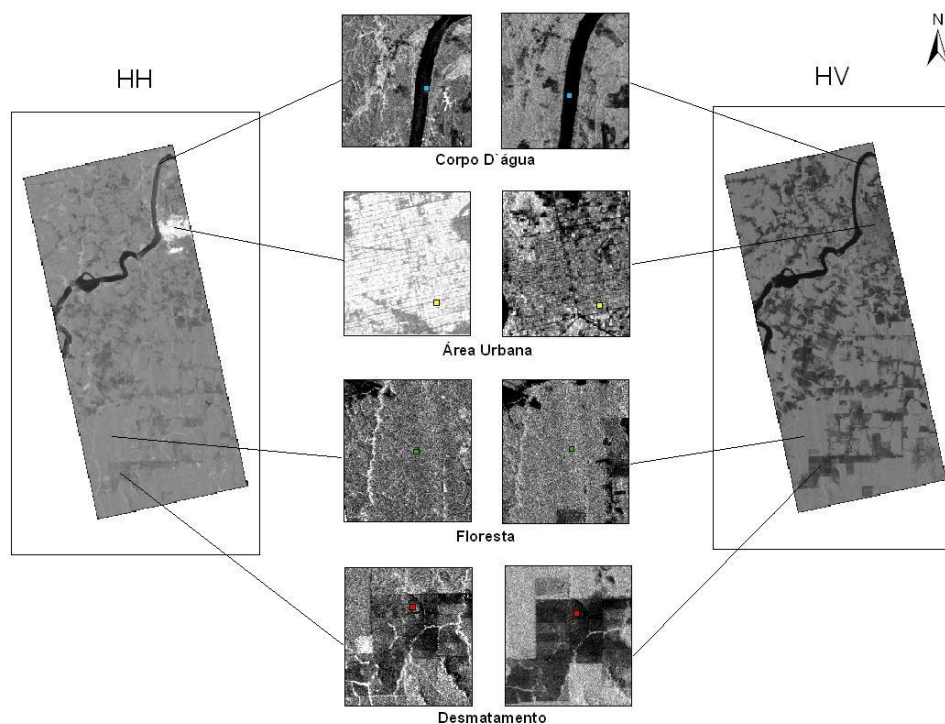


Figura 2. Locais amostrados das diferentes classes analisadas nas duas polarizações.

Utilizamos o teste estatístico Kruskal Wallis para verificar a existência de diferenças das médias dos pixels das polarizações HH, HV da imagem ALPSR, para os diferentes alvos analisados. Esse teste não paramétrico foi utilizado, pois os valores levantados não apresentavam uma distribuição normal. Essa análise foi feita utilizando o software Statistica7, que também foi utilizado para gerar os gráficos.

3. Resultados e Discussões

Os efeitos dos parâmetros do sensor Alos/Palsar como um ângulo de incidência de 38° , um grande comprimento de onda de 23 cm e as polarizações HH e HV, bem como os parâmetros do alvo como rugosidade, orientação das folhas, biomassa, geometria e uma variação na constante dielétrica, produzem variações nos valores do retroespalhamento.

Como os parâmetros do sensor são conhecidos, os efeitos do alvo é que vão definir um maior ou menor retroespalhamento na imagem de radar podendo variar na escala de cinza. São esses efeitos do terreno sobre o sinal de radar que nos interessa, visto que, a quantidade de energia refletida pela seção transversal, σ , para o receptor, por unidade de área no terreno, denominando-se de coeficiente de retroespalhamento σ° .

O coeficiente de retroespalhamento determina a porcentagem de energia eletromagnética refletida por uma célula de resolução, dependendo das variações do terreno, como geometria, rugosidade, dando um número adimensional, que define o comportamento do espalhamento de todos os elementos contidos em uma determinada célula no terreno.

Analisando a figura abaixo, podemos notar que nas polarizações HH e HV há uma grande diferença nos valores de retroespalhamento entre as classes analisadas. Segundo a análise de

Kruskal Wallis,(Resultados) as classes são significativamente distintas umas das outras ($P < 0,05$), não havendo confusão nos valores dos pixels.

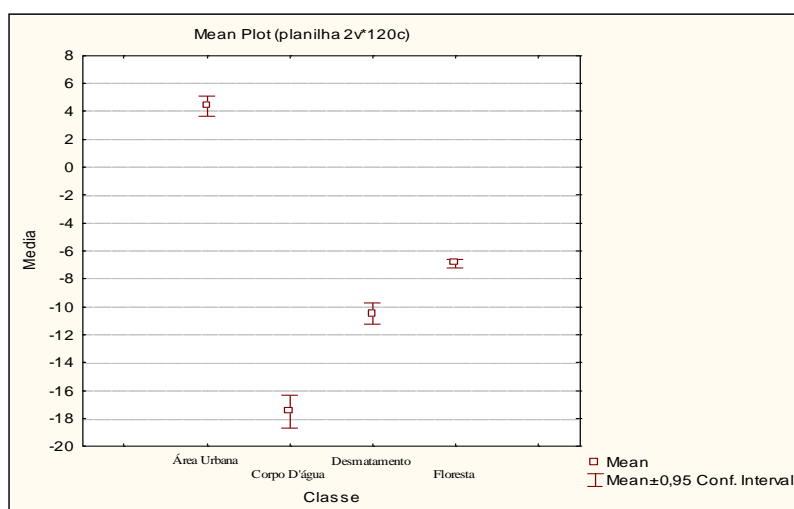


Figura 3. Resposta da polarização HH.

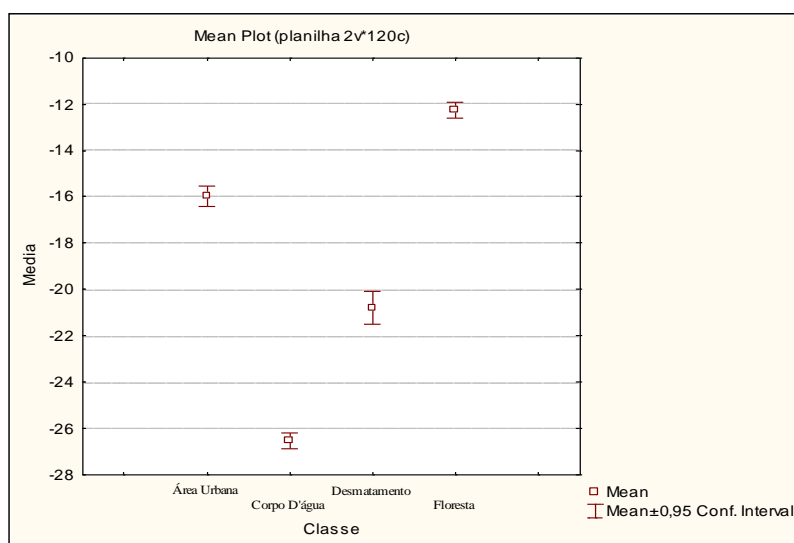


Figura 4. Resposta da polarização HV.

3.1 Floresta

No feixe de onda horizontal o retroespalhamento é mais forte em elementos cilíndricos, como os troncos das árvores e galhos do que no feixe de ondas verticais, desse modo, a polarização paralela HH apresenta um retroespalhamento maior do que na polarização HV, pois a onda eletromagnética incide nos galhos, troncos, copa das árvores e retornam com uma incidência muito forte (espalhamento superficial), já na polarização HV a onda é despolarizada no dossel e atinge de volta o sensor, no domínio vertical. E parte da energia na polarização HV tem uma penetração maior e um menor retroespalhamento da onda, como observado nos valores dos gráficos a cima.

A interação do feixe de radar com as copas das árvores é um importante componente que afeta diretamente o retroespalhamento, com a banda L do Alos/Palsar observa-se uma maior

penetrabilidade do quem em bandas com comprimento menores, principalmente nos galhos primários das árvores, próximo da copa.

3.2 Área Urbana

Em áreas urbanas, carros, cercas, pontes e estradas, agem como refletores de canto (*corner reflectors*), que enviam boa parte da energia incidente de volta para a antena. Por isso, as estruturas urbanas resultam, normalmente, um brilho mais forte nas imagens de radar.

Porém, como visto na figura a cima, o valor de retroespalhamento na área urbana na polarização HH é muito alta, aproximadamente 4 db. Diferentemente na polarização HV apresenta um coeficiente de retroespalhamento muito baixo, -16 db. Essa grande diferença se dá principalmente pela orientação dos alvos (prédios, casas, estradas) que está voltado ortogonalmente para a direção do radar na polarização paralela HH. Já no feixe HV devido à orientação vertical, não há um forte retorno para o satélite, pois a orientação da onda vertical não tem uma alta interação de incidência com esses alvos.

3.3 Desflorestamento

Foram utilizadas amostras de diversos estágios de desflorestamento como; solo exposto, áreas de regeneração, pasto e possíveis culturas, com isso, tiveram uma heterogeneidade dos valores dos pixels. Mesmo com essa “mistura” de alvos na classe desflorestamento, nota-se um valor baixo no coeficiente de retroespalhamento na polarização HH com um valor de -11db e na polarização HV um valor menor ainda, com -21 db.

Devido à existência de troncos, galhos, vegetação arbustiva nessas áreas, ocorrem uma maior interação com a polarização horizontal, voltando um sinal para o satélite, já na polarização HV essa interação não ocorreu com tanta intensidade, pois a onda penetrou nesses alvos e não retroespalhou.

Comparando com a classe floresta, nota-se que o desflorestamento apresenta em alguns casos a reflexão especular, onde os alvos no terreno são menores que o comprimento de onda, como solo exposto, gramíneas, desse modo o retorno do sinal é muito fraco. Como em áreas florestadas ocorre um retroespalhamento maior devido aos troncos, galhos, solos e folhas em áreas que não apresenta essa gama de interações o valor do coeficiente é baixo.

3.4 Corpo D'água

Tanto na polarização paralela HH como na polarização cruzada HV os valores observados no gráfico é baixo. É bem provável que o curso do rio não tenha corredeiras ou áreas de muita marola ou pequenas ondas, pois o comportamento do rio no comprimento de onda das microondas é especular voltando muito pouco sinal para o satélite. Se ocorre algum tipo de perturbação no curso do rio as ondas incidiriam na crista e voltaria com um sinal mais forte. Como a interação é macro a questão da composição da água pouco influencia na imagem de radar.

4. Conclusões

Conclui-se que a utilização de imagens polarimétricas de radar do Alos/Palsar na análise de diferentes classes é viável, nota-se pelos valores apresentados na análise estatística e pelo valor de P, que não há confusão de amostragem entre as classes. Desse modo, é possível em uma outra análise a utilização de diferentes classificadores para a separação automática dessas classes, já que possui uma média para cada alvo.

Agradecimentos

Agradecemos a JAXA (Agencia Aeroespacial Japonesa) pela disponibilização da imagem Alos/Palsar.

Referências Bibliográficas

Lima, M. I. C., (2006) Princípios Básicos do Radar de Visada Lateral e Suas Aplicações no Estudo do Meio Ambiente.

Kuplich, T. M., (1994) Estudo da complementaridade de imagens óticas (LANDSAT/TM) e de radar (ERS-1/SAR) na discriminação temática de uso da terra.

Damião, D. P., (1994) Análise comparativa de imagens multissensores (TM/ LANDSAT e SAR/ERS-1) e multitemporais, na região de Guaíra, SP.

NASA, SAR-synthetic aperture radar:intrument panel report. s.l., NASA, s.d. 233 p. (Earth Observing System, 2f).

Ulaby, F.T.; Moore, R.K.; Fung, A. K. Microwave remote sensing: active and passive. v.1 Reading, MA, Addison-Wesley, 1981.