

Utilização de imagens ALOS/PALSAR na discriminação de alvos em Rondônia

Daniel Moraes de Freitas¹
Rodrigo Antônio de Souza²

^{1,2}Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA
Caixa Postal 09566 - 70818-900 - Brasília - DF, Brasil
Daniel.freitas.csr@gmail.com
rasouzamail@gmail.com

Abstract. The radar images show some advantages over optical sensors, the mainly is its use regardless of weather conditions, allowing the penetration of clouds and can make imaging the surface. Working with polarimetric images in the temporal interpretation and interpretation of polarization is a recent area of research on SAR systems which covers studies related to the orientation of electromagnetic wave with respect to the land surface and the spreading of the phase information obtained from the polarization transmission and reception. Thus, our objective is to assess the potential of ALOS PALSAR sensor images to discriminate targets using the temporality of the images and discrimination of targets from the different polarizations of the image. The study area is located in the northern state of Rondonia near the Samuel dam. Presents an area with different types of targets such as; deforestation, rivers, cities, forest areas, relief and UC. In this region we define targets as forest, topography, deforestations old and new. We note that the backscatter from deforestation in HH had a greater rate than HV backscatter. We conclude that the use of images of ALOS / PALSAR has good response, both in composition of different dates and in the composition of different polarizations, and that these differences can be observed visually.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, RADAR de abertura sintética, Polarização.

1. Introdução

Com a evolução do sensoriamento remoto muitos sensores vêm sendo melhorados para a obtenção de uma resposta cada vez mais confiável da realidade nas imagens, como também diferentes técnicas vem sendo aprimoradas para que possamos extrair maiores e melhores informações dessas.

Por ser um sistema ativo e que apresenta grandes comprimentos de ondas, de ordem centimétrica, as imagens de radar apresentam algumas vantagens em relação aos sensores ópticos como; atua independentemente das condições atmosférica permitindo a penetração nas nuvens e podendo fazer o imageamento da superfície, a cobertura pode ser obtida em horários pré-determinados, fornece informações sobre a rugosidade da área, propriedades dielétricas e conteúdo de umidade e pode-se controlar o ângulo de incidência da emissão da radiação eletromagnética (Jensen, 2007).

Entre os sistemas de imageamento por radar existe a técnica SAR (Radar de Abertura Sintética) que é um sistema, através do processamento dos sinais recebidos pelo radar, que cria uma antena virtual centenas de vezes maior que seu tamanho físico, permitindo obter resoluções em azimute muito melhores e independentes da distância do alvo. (Henderson&Lewis, 1997). O sistema SAR opera com o princípio da utilização do sensor em movimento ao longo da trajetória de deslocamento de determinada plataforma (Elachi, 1987).

O satélite ALOS foi desenvolvido para contribuir com pesquisas relacionadas ao monitoramento de desastres, análise de recursos naturais e de cobertura da terra, além de

buscar a expansão de conhecimento sobre as tecnologias de observação da Terra adquiridas no desenvolvimento e utilização dos antecessores JERS-1 e ADEOS (Shimada, 2007). Dentre três sensores que o ALOS apresenta o sensor PALSAR possui um modo de operação para coleta de dados o FBD (Fine Beam Double Polarization) que tem as polarizações HH e HV.

O trabalho com imagens polarimétricas na interpretação temporal e interpretação de polarização é uma recente área de pesquisas sobre sistemas SAR que abrange estudos relacionados à orientação da onda eletromagnética com relação à superfície terrestre, ao espalhamento desta e à informação de fase obtida entre as polarização de transmissão e recepção (Ulaby & Elachi, 1990).

Dentro de um campo de pesquisa sobre radares imageadores, a polarimetria investiga os processos de aquisição, processamento e análise do estado de polarização de um campo eletromagnético (Boerner, 2007).

Devido à presença dos diferentes sentidos da onda eletromagnética por sensores SAR polarimétricos, este possui mais informação sobre a interação entre o sinal transmitido e o alvo, quando comparados com os sensores SAR convencionais (GUERRA, 2008). O acréscimo de informação contido neste tipo de dado remete numa maior capacidade de caracterização dos alvos, que por sua vez, proporciona maior capacidade de discriminação dos alvos a partir de análises de interpretação dos alvos estudados.

Deste modo, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar o potencial das imagens do sensor ALOS PALSAR para discriminar alvos utilizando a temporalidade das imagens e a discriminação de alvos a partir das diferentes polarizações da imagem.

1.1 Área de Estudo

A área de estudo localiza-se ao norte do estado de Rondônia próximo a hidrelétrica de Samuel. Apresenta uma área com diferentes tipos de alvos como; desmatamentos, rios, cidades, áreas de florestas, relevo e UC.

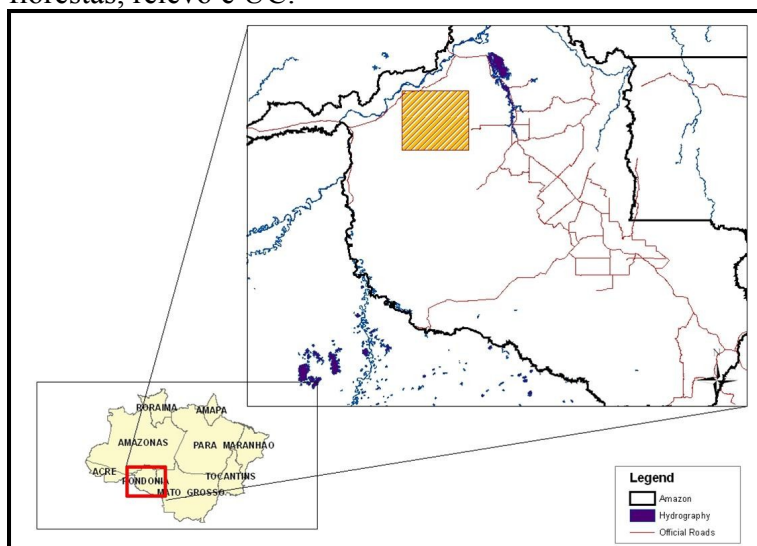


Figura 1. Área de estudo próxima da hidrelétrica de Samuel.

2. Metodologia

As imagens Palsar estão no nível 1.5, deste modo a imagem bruta já foi convertida do nível 1.0 para a *single look complex data* (SLC) e já ocorreu a compressão de sinal

(Compressão de distância e compressão de azimute). As imagens foram ortorretificadas utilizando o SRTM no software Palsar Processor V2.5.

Na composição das imagens de polarizações diferentes foi usado o software Palsar Viewer. Um arquivo Geo Tiff já com a composição colorida foi criado automaticamente nas cores Red (Vermelho) e Green (verde) com as polarizações HH e HV.

Na composição Multi Temporal foi utilizado o mesmo software Palsar Viewer v 2.5 para fazer a composição.

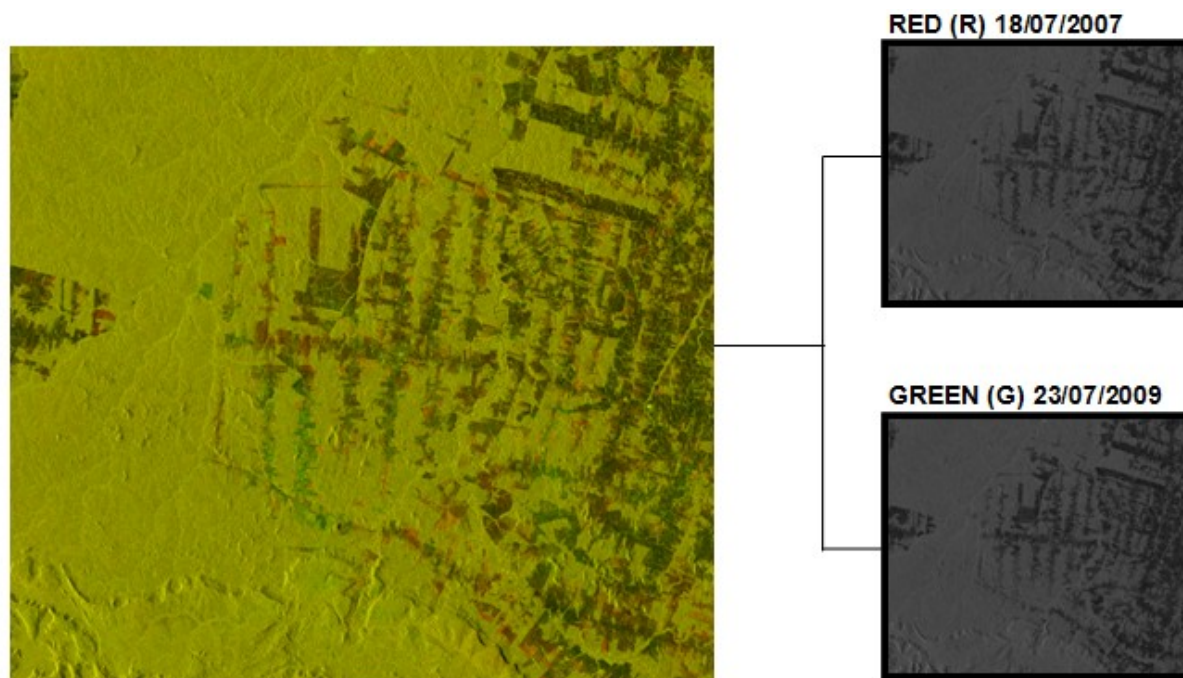


Figura 2. Composição temporal usando imagens FBD de duas imagens de diferentes datas.

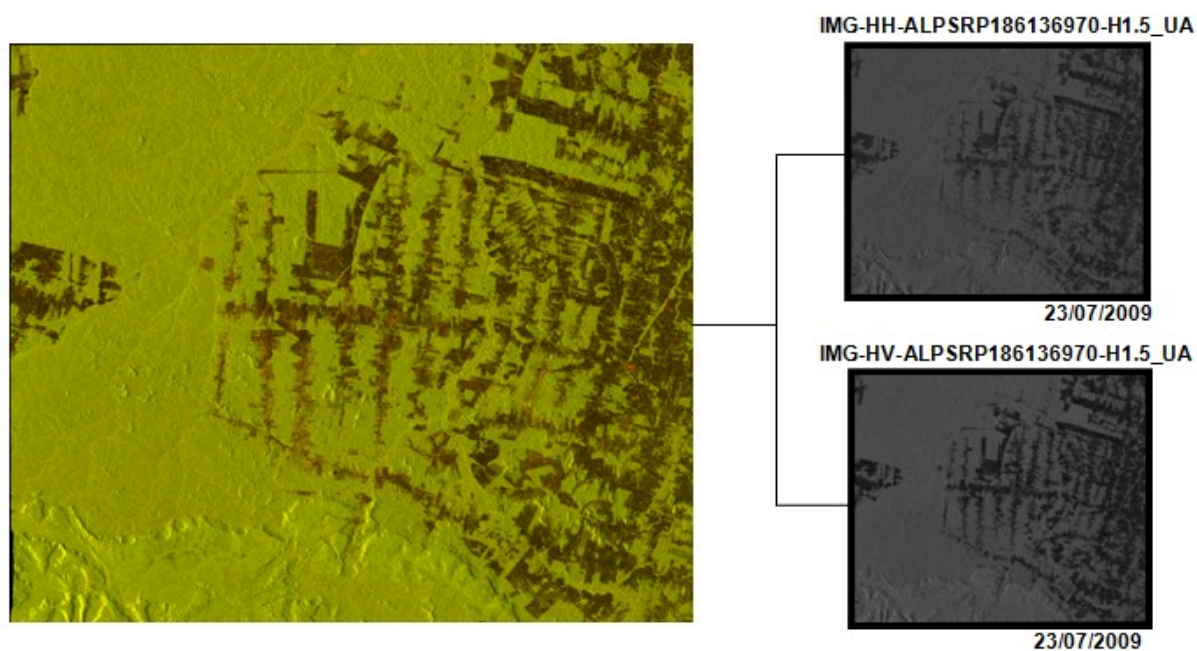


Figura 3. Composição de duas imagens com polarizações diferentes.

Resultados

Foram feitos dois tipos de análises para entender o comportamento dos alvos nas imagens do ALOS/PALSAR DUAL na região de Rondônia.

Na primeira análise compreendeu a composição de duas imagens da mesma área, porém com as datas das imagens tendo uma diferença de dois anos.

Na segunda análise compreendeu a composição de duas imagens de mesma data, mas com polarizações diferentes.

3.1 Interpretação da imagem na composição com datas diferentes.

Nessa análise temporal, nota-se uma mudança entre as imagens, principalmente no uso e ocupação do solo, na umidade da vegetação e na regeneração da floresta. Com a interação das microondas (banda L) nos alvos podem ter vários tipos de retorno da onda como; retroespalhamento direto da superfície do solo, retroespalhamento volumétrico do estrato das árvores, retroespalhamento atenuado pela copa das árvores, reflexão especular dos cantos ou *Double Bounce* entre árvores e o solo, múltiplos retroespalhamentos ocorrem entre o alto e parte baixa das árvores (espalhamento volumétrico) e do solo, relevos e áreas urbanas.

Pela existência de diferentes tipos e características de alvos nota-se mais de um retroespalhamento, podendo ter mais ou menos intensidade de retorno para o sensor.

Diante disso, podemos observar na figura abaixo que a composição de imagens de datas diferentes para floresta apresentou uma resposta de sinal alta, não ocorrendo variação de cor na imagem. As duas imagens correspondem a estação seca, e pelo volume de retroespalhamento devido a copa, aos troncos, galhos e ao próprio solo, já que o comprimento de onda é grande (23 cm) e tem uma alta penetrabilidade na floresta e incide no solo, apresentam um resposta alta na imagem.

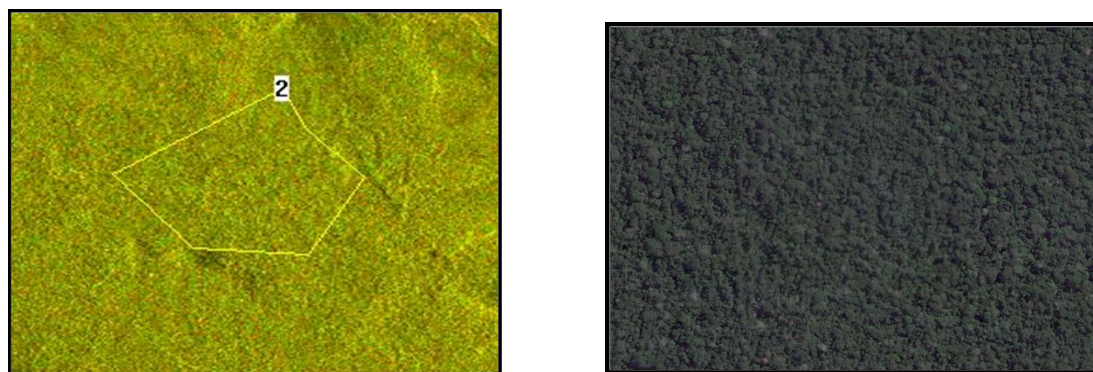


Figura 4. Alvo Floresta.

HH – 2007 (Desmatamento) HH – 2009 (Desmatamento) Composição da Imagem

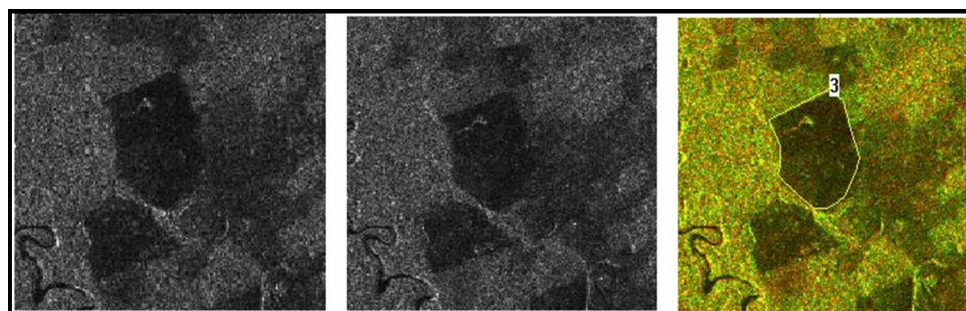


Figura 5. Alvo Desmatamento

Nas áreas que apresentam desmatamentos, como observado na figura acima, nota-se um tom escuro, ou seja, não há retorno do sinal, dessa forma aparece na imagem como uma tonalidade preta. Na que houve a composição das imagens observa-se o mesmo tom escuro, podemos concluir que desmatamentos antigos aparecerão com tonalidades escura.

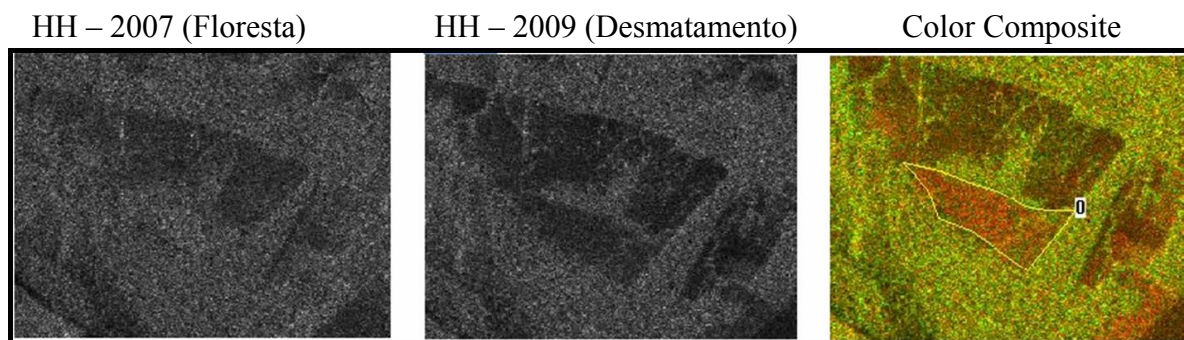


Figura 6. Primeiro quadrante de floresta o Segundo com desmatamento.

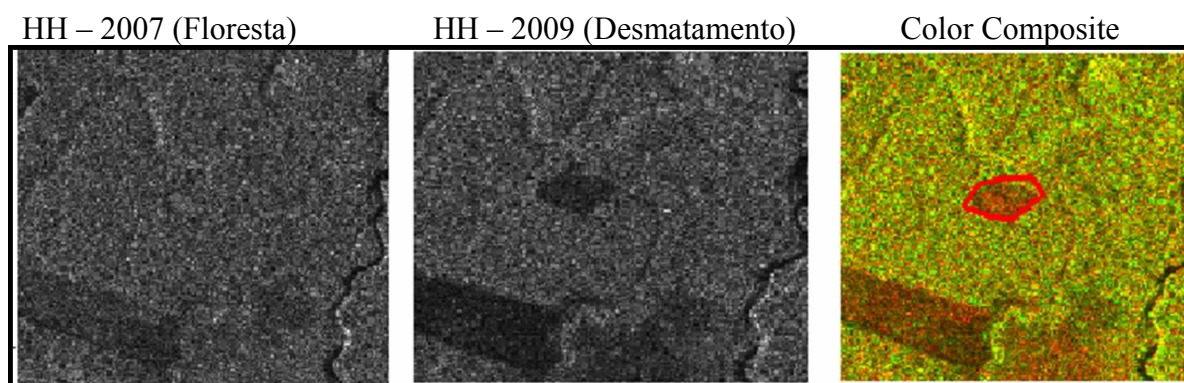


Figura 7. Primeiro quadrante de floresta o Segundo com desmatamento.

Nota-se nas imagens do ano de 2007 que há a presença de floresta, já nas imagens de 2009 observa-se um desmatamento na região. Quando observamos a composição das duas imagens observamos uma resposta vermelha na imagem. Isso se deve a imagem de 2007 está no canal vermelho apresentando um forte sinal (pela presença da floresta), já a imagem de 2009 está no canal verde e não tem muito retroespalhamento solo exposto, já que o sinal de radar incide na área sem floresta e torna-se especular para o sensor.

Com isso, áreas que apresentam novos desmatamentos aparecerão em tons avermelhados na imagem Alos.

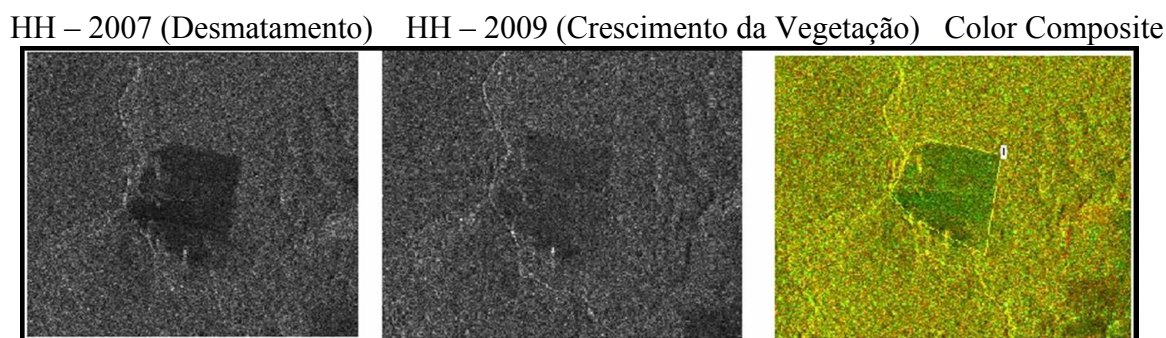


Figura 8. Desmatamento no primeiro quadrante, crescimento da vegetação no segundo.

Nessa figura nota-se que a imagem de 2007 apresenta uma supressão da vegetação na imagem Alos, devido ao não retroespalhamento do sinal. Porém, nota-se na imagem de 2009 que a mesma área em estudo ficou mais clara, podendo ter ocorrido um maior retroespalhamento da vegetação um volume de espalhamento. Isso pode ser o fato de ter tido um crescimento da vegetação na área desmatada chamado crescimento secundário de sucessão. Esse crescimento secundário deve-se ao fato da área ter sido ocupada por vegetação pioneira, com crescimento de arbustos e posteriormente de árvores. Observa-se na imagem colorida uma tonalidade de verde, isso se deve a imagem de 2008 está no canal vermelho, não apresenta retorno do sinal, e a imagem de 2009 está no canal verde, apresentando um retroespalhamento mais forte. Diante disso, podemos concluir que a área que teve um crescimento de vegetação nas áreas desmatadas apresenta uma tonalidade de verde.



Figura 9. Área de relevo.

Em áreas montanhosas as imagens de radar apresentam um forte sinal de retorno, isso pode ocorrer devido ao ângulo de incidência das ondas emitidas pelo radar, a orientação do topo do relevo e forma como o sensor passa se na direção ascendente ou descendente. Se ocorrerem essas variáveis pode-se notar como visto na figura uma resposta mais forte do sinal de radar, apresentando um alto retroespalhamento.



Figura 10 Área Urbana.

Em áreas urbanas nota-se um forte sinal de retorno nas imagens de radar, isso pode ser devido à inclinação dos objetos urbanos e sua orientação ao sensor. Devido a isso e ao efeito de “Double Bounce” que é efeito mais forte do sinal, ou seja, as microondas incidem em uma área especular que antecede a área urbana e vai em direção a edificação fazendo com que o sinal tenha um duplo retorno, o retorno do alvo em si e do sinal retroespalhado da área

especular para a área urbana. O sinal retorna com uma alta intensidade apresentando uma resposta mais clara na imagem, como podemos observar na figura 10.

3.2 Interpretação de imagens utilizando diferentes polarizações

A utilização de imagens dual – FBD na interpretação das respostas dos alvos na floresta Amazônica é de extrema importância para verificar qual ou quais polarizações são boas para serem utilizadas em determinados alvos. Nas imagens FBD existem as polarizações HH e HV, ou seja, a onda eletromagnética incide nos alvos de forma horizontal, mas ocorre a despolarização podendo voltar na posição horizontal ou vertical, dependendo do modo de aquisição. Portanto, os alvos respondem de forma diferente conforme a polarização incidida, acarretando um sinal mais forte ou mais fraco na imagem.

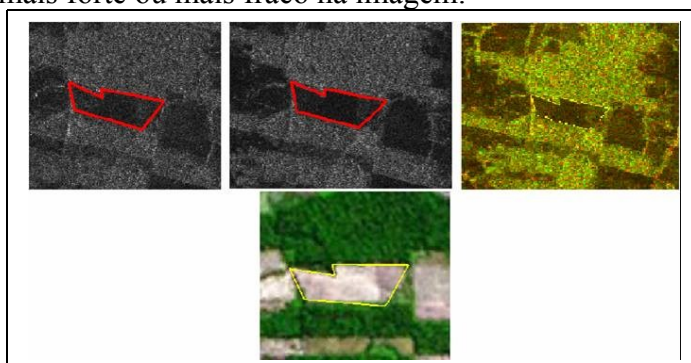


Figura 11. Polarização HH no primeiro quadrante e polarização HV no segundo.

Notamos na figura acima que em áreas de corte raso, ou seja, ausência de vegetação, os valores digitais são menores em relação a áreas de floresta, especialmente se for polarização HV. Nessas áreas a onda eletromagnética incide no solo exposto e tem um baixo retroespalhamento, devido o alvo ter comportamento especular para o comprimento de onda do Pulsar. Observa-se na figura acima que na polarização HH a resposta visual do alvo aparece com uma tonalidade mais clara do que na polarização HV, isso se deve as ondas horizontais terem um maior retroespalhamento com possíveis galhos, troncos caídos do que as ondas verticais que não há retroespalhamento forte.

Podemos notar essa diferença no gráfico abaixo, foi calculado o coeficiente de retroespalhamento desse alvo nas duas polarizações e observamos que na polarização HH teve um maior coeficiente de retroespalhamento do que HV.

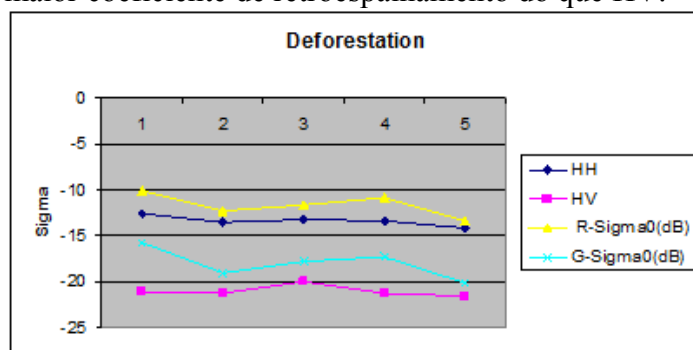


Figura 12. Comparação de coeficientes de retroespalhamento nas diferentes polarizações.

Polarização	HH	HV
Média (coeficiente de Ret.)	-13.3	-21

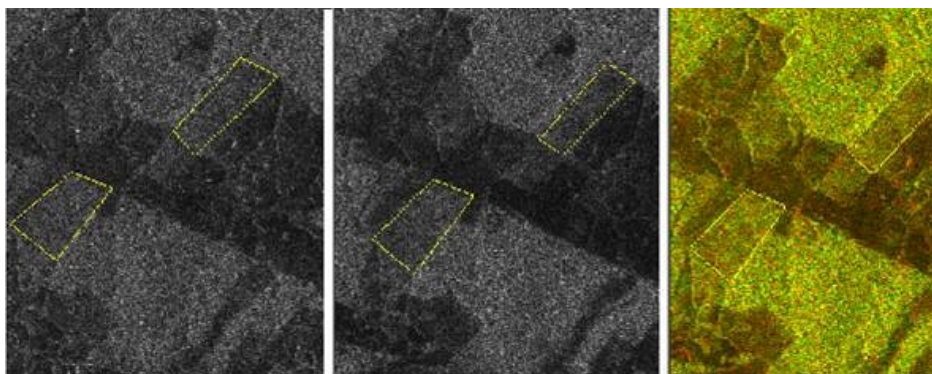
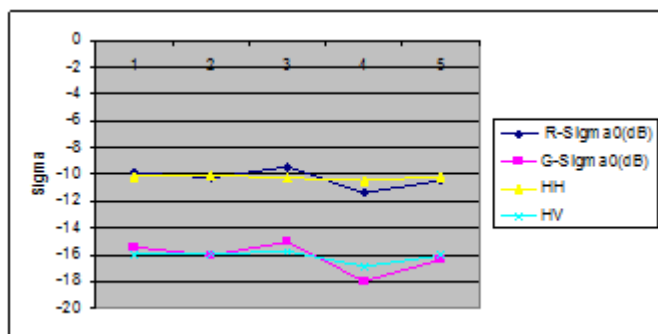


Figura 13. Primeiro quadrante na polarização HH e o segundo a polarização HV.

Na figura 13, notamos que na polarização HH o alvo aparece mais claro que na polarização HV, devido a onda ter uma maior incidência no modo horizontal por incidir e ter um retroespalhamento mais intenso em arbustos, pequenas árvores, e a área ter uma maior biomassa e um maior retroespalhamento, por isso que a resposta é maior que em áreas em corte raso.



Polarização	HH	HV
Média (coeficiente de Ret.)	-10.2	-16.1

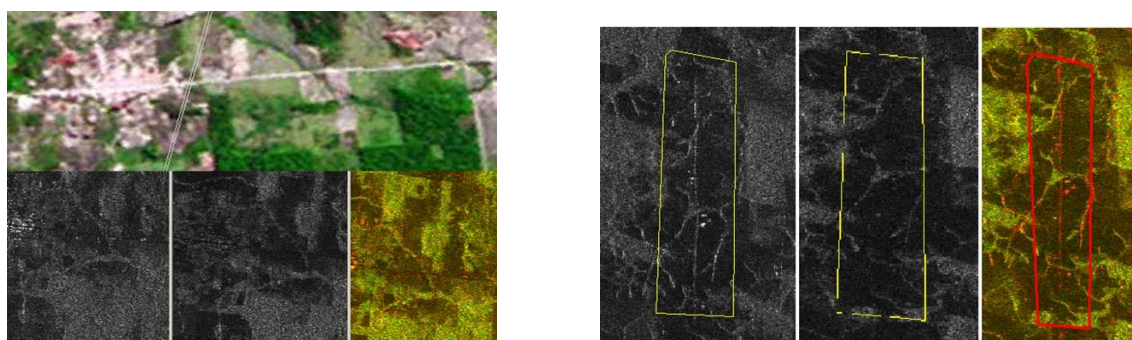


Figura 14. Diferentes direções das estradas.

As ondas horizontais incidem na parte da inclinação da rodovia e algumas ondas dispersam outras ondas retornam para o satélite. Nas ondas verticais elas incidem sobre a estrada e não voltam para a antena.

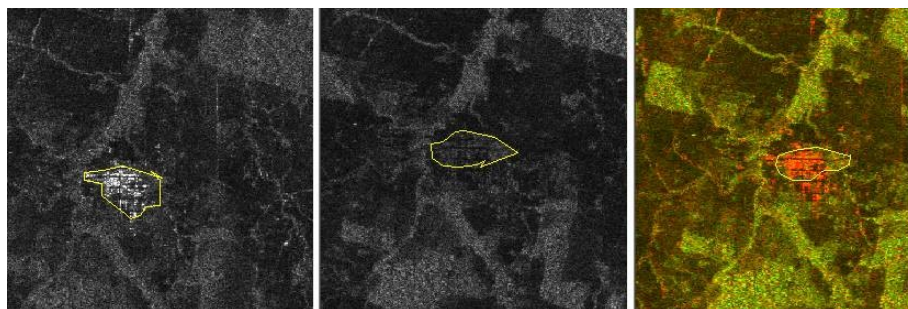


Figura 15. Polarização HH no primeiro quadrante e polarização HV no segundo.

Dependendo da orientação do alvo e da polarização da onda incidente a resposta pode ser mais forte e ter um brilho intenso na imagem. Em áreas urbanas, principalmente na polarização HH nota-se o fenômeno denominado *Double Bounce*, que é a incidência da onda e o retorno dela é refletido nos cantos das construções dos prédios e casas.

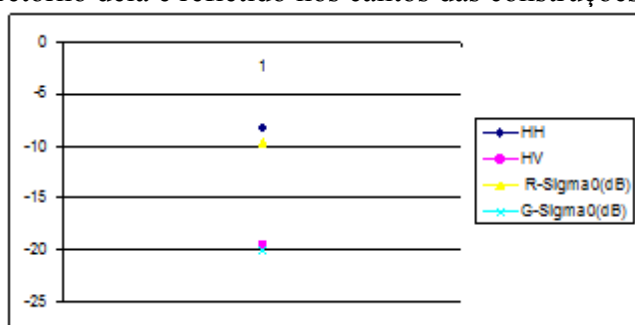


Figura 16. Polarização HH apresentando um valor maior em áreas urbanas do que na polarização HV.

4. Conclusão

Conclui-se que a utilização de imagens do Alos/Palsar tem boa resposta, tanto na composição de datas diferentes como na composição de polarizações diferentes, e que é possível observar essas diferenças visualmente.

Referências Bibliográficas

Boerner, Wolfgang-Martin, Introduction to Synthetic Aperture Radar (SAR) Polarimetry, Basics of SAR Polarimetry 1, In **Radar Polarimetry and Interferometry** (pp. 3.1-3-40), Educational Notes RTO-EN-SET-081bis, Paper 3, Neuilly-sur-Seine, France RTO, 2007, available from: <http://www.rto.nato.int/abstracts.asp>

Elachi, C. **Spaceborne radar remote sensing: applications and techniques**. New York, IEEE Pres, 1987. 255p

Guerra, J. B.; Freitas, C.C.; Mura, J. C. (2008). Evaluating the potential of L Band POLSAR data to discriminate deforestation increment in Amazon Rain Forest. In: **International Geoscience and Remote Sensing Symposium** (IGARSS), 2008, Boston, USA.

Jensen, J. R., **Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective**, 2nd Ed., Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2007, 592 pages.

Henderson, F. M.; Lewis, A. J, **Principles & Applications of Imagins Radar. Manual of Remote Sensing**. Third Edition. Vol. 2, John Wiley & Sons, Inc,1998.

Shimada, M. ALOS Handbook. In: **Earth Observation Research Center, JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency**, 2007. Disponível em: <<http://eroc.jaxa.jp/ALOS/doc/>>.

Ulaby, F. T.; Elachi, C. **Radar Polarimetry for Geoscience Applications**. Artech House, 1990.