



**11ª** Jornada Científica e  
Tecnológica do IFSULDEMINAS

& **8º** Simpósio de  
Pós-Graduação

## ANÁLISE DE DECOMPOSIÇÃO POLARIMÉTRICA

**Micaela A. SILVA<sup>1</sup>; Rafael L. PAES<sup>2</sup>; Mosar F. BOTELHO<sup>3</sup>**

### RESUMO

As imagens geradas pelo sensor SAR (*Synthetic Aperture Radar*) possuem alta resolução radiométrica e seus dados permitem a cobertura da Terra, auxiliando principalmente na identificação do uso da terra e estudos voltados para o sensoriamento remoto. O radar utiliza a região do espectro eletromagnético que varia de 3 a 75 cm, divididas em bandas espectrais separadas por letras (K, X, C, S, L e P). Visando avaliar os dados polarimétricos de cenas oferecidas pelo satélite RADARSAT-2, operado na frequência de 5,405 GHz – Banda C foram analisadas imagens da cidade de San Francisco – EUA utilizando o *software SNAP*. Os parâmetros polarimétricos comparados neste trabalho foram a decomposição de *Yamaguchi Decomposition*, *Cloude Decomposition*, e *H-A Alpha Quad Pol Decomposition*, sendo possível visualizar claramente as características de espalhamento do sinal SAR.

**Palavras-chave:** SAR; Radarsat-2; Sensoriamento Remoto.

### 1. INTRODUÇÃO

Na última década novas técnicas de Sensoriamento Remoto foram surgindo e sofrendo grandes impulsos, os radares de abertura sintética (SAR – *Synthetic Aperture Radar*), por exemplo, tem-se mostrado como ferramenta importante para auxiliar no estudo e caracterização de alvos, haja vista suas características de independência de iluminação solar, nuvens, neblina, entre outras variações meteorológicas (NEPOMUCENO, 2003).

A polarização do campo elétrico entre a antena transmissora e receptora formam as imagens polarimétricas, podendo ser representadas por uma onda eletromagnética polarizada verticalmente, horizontalmente ou combinadas, assim podem ser apresentados quatro tipos de polarização, HH, para transmissão e recepção na horizontal, VV, para transmissão e recepção na vertical, HV, para transmissão na horizontal e recepção na vertical, e VH, para transmissão na vertical e recepção na horizontal. A direção do eixo z compreende a direção de propagação das ondas e de apontamento da antena ao alvo (CLOUDE; PAPATHANASSIOU; REIGBER; BOERNER, 2000).

Para análise da polarimetria, são utilizados alguns parâmetros de decomposição, dentre os quais incluem, *Yamaguchi Decomposition*, *Cloude Decomposition* e *H Alpha Dual Pol Decomposition* que possuem capacidade de matrizes de espalhamento, permitindo gerar matrizes de coerência e de covariância, obtendo valores de entropia, ângulo  $\alpha$  (JACKSON; APEL, 2004).

Diante disto, este trabalho tem a finalidade de comparar parâmetros de decomposição

1 Discente, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. E-mail: micaela.allmeida@gmail.com

2 Colaborador, IEAV – São José dos Campos. E-mail: rafaelpaes@ieav.cta.br

3 Orientador, IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. E-mail: mosar.botelho@ifsuldeminas.edu.br

polarimétrica, utilizando imagem do satélite RADARSAT-2, realizando o processamento no *software SNAP*.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O sensoriamento remoto é capaz de mapear, monitorar e fiscalizar vastas áreas com rapidez e precisão, por meio dos sensores é possível detectar em determinada região do espectro a radiação eletromagnética e registrá-la, transformando em níveis digitais, gráficos e tabelas, tornando-se possível a análise e diversas interpretações (MOREIRA, 2005).

O RADAR possui a interação de energia contida nos comprimentos de onda do micro-ondas, onde o parâmetro de avaliação é o tamanho da onda em relação à rugosidade da superfície dos alvos, obtendo a intensidade da reflectância, denominando-se retroespalhamento, fornecendo imagens bem diferentes do óptico ou infravermelho (MENESES, 2004). São realizadas diversas análises como radiométrica, geométrica, polarimétrica e interferométrica.

A polarimetria permite a identificação e caracterização do mecanismo dominante na cena, podendo facilitar a visualização da estrutura geométrica e a constante dielétrica de um objeto, alguns dos parâmetros polarimétricos analisado é o de *Yamaguchi Decomposition*, que propõe a modificação na modelagem da decomposição da matriz de espalhamento, sendo volumétrica, onde a nuvem é aleatoriamente orientada, modelada por uma função de probabilidade em diferentes ângulos de orientação (YAMAGUCHI, 2005).

Outro parâmetro de decomposição polarimétrica é o de *H Alpha Dual Pol Decomposition*, baseado na extração de atributos de Entropia (H), Anisotropia (A) e Ângulo Alfa ( $\alpha$ ) gerados a partir da matriz de coerência [T]. A contribuição de cada mecanismo de espalhamento é representada pelos autovetores e autovalores (LEE; POTTIER, 2009).

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi escolhida uma imagem do satélite RADARSAT-2, onde as cenas retratam a região de San Francisco - EUA. A imagem *Sing Look* (SLC) foi importada para o *software SNAP* e para os processamentos foram utilizados os canais HH, VV, VH e VV.

O primeiro procedimento foi realizar o corte da imagem, em seguida, a calibração radiométrica, para reduzir as distorções do sistema, como a falta de balanceamento nos ganhos das antenas, desbalanceamento dos canais. Após a calibração, salvou-se estes dados em *in dB*, pois assim serão transmitidos de maneira mais clara. Foi realizada a razão entre canais (HH/HV; VV/VH; HH\*HV; VV\*VH). A razão entre canais de maneira cruzada torna-se importante para

visualizar a correlação entre eles.

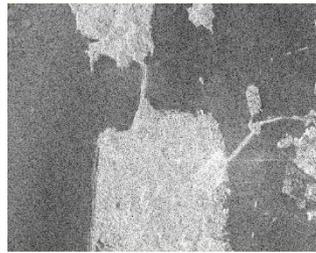
Foi avaliado os parâmetros polarimétricos, testando os parâmetros *Yamaguchi Decomposition* (com janela 5x5); *Cloude Decomposition* (com janela 5x5), e *H-A Alpha Quad Pol Decomposition*, avaliando Entropia, Anistropia e Ângulo Alfa ( $\alpha$ ).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

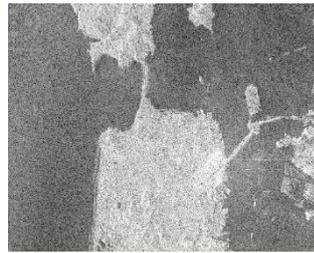
No *software SNAP* foi realizada a calibração radiométrica dos canais a serem analisados sendo, HH (Figura 01); HV (Figura 02); VH (Figura 03) e VV (Figura 04).



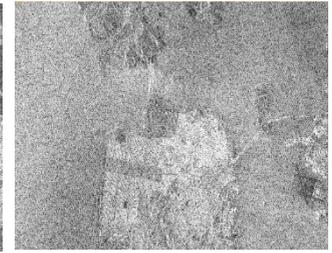
**Figura 01. Imagem Calibrada – Sigma 0 – Canal HH.**



**Figura 02. Imagem Calibrada – Sigma 0 – Canal HV.**



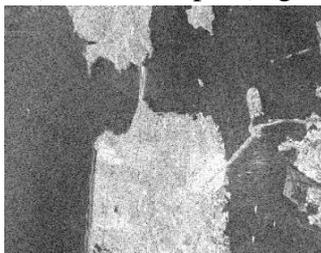
**Figura 03. Imagem Calibrada – Sigma 0 – Canal VH.**



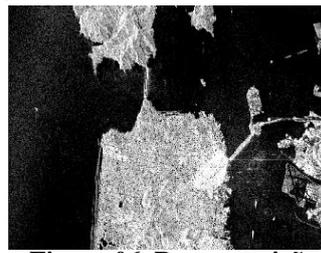
**Figura 04. Imagem Calibrada – Sigma 0 – Canal VV.**

Após a calibração das imagens, observou-se que a figura apresentada nos canais HV e VH apresentam-se com maior informações, diferentemente do que é visto nos canais HH e VV. Isso porque para os canais HV e VH houve polarização cruzada, com transmissão na horizontal e recepção na vertical (HV) e transmissão na vertical e recepção na horizontal (VH).

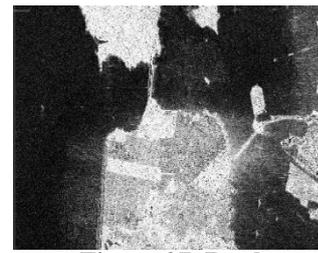
Posteriormente foi realizada a decomposição polarimétrica, *Yamaguchi* (Figura 05), *Cloude* (Figura 06) e *H Alpha Dual Pol Decomposition* com dados de Entropia (Figura 07), e Ângulo Alfa (Figura 08) e Anisotropia (Figura 09).



**Figura 05. Decomposição Polarimétrica Yamaguchi (Volumétrica).**



**Figura 06. Decomposição Polarimétrica Cloude (Volumétrica).**



**Figura 07. Dupla Decomposição Polarimétrica Entropia.**



**Figura 08. Dupla Decomposição Polarimétrica Ângulo Alpha.**



**Figura 09. Dupla Decomposição Polarimétrica Anisotropia.**

Diante das decomposições polarimétricas apresentadas, fazendo a análise visual, observa-se que o Ângulo Alpha e Cloude apresenta menor número de informações. Já para Entropia, pode-se ver maiores informações das classes, isso pode ser observado com maiores detalhes na decomposição de Anisotropia. Para a decomposição Yamaguchi, por meio da geometria dos dados pode ser discernido as possíveis classes.

## 5. CONCLUSÕES

As características de espalhamento do sinal de SAR polarimétrico são visíveis em todas as cenas das decomposições analisadas, podendo visualizar uma escolha melhor para obter classes mais adequadas. Utilizando-se dos parâmetros das três decomposições polarimétricas, foi possível separar preliminarmente a área de estudo para que futuramente possa originar uma classificação e realizar composições coloridas para visualizar retroespalhamento, além de outras informações e escolher a melhor decomposição.

## REFERÊNCIAS

- CLOUDE, S.R.; PAPATHANASSIOU, K.P.; REIGBER, A.; BOERNER, W.M. Multi-frequency polarimetric SAR interferometry for vegetation structure extraction. In: International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2000. Hawai. Proceedings... Massachusetts:1 CD-ROM. 2000.
- JACKSON, C. R.; APEL, J. R. (Org.). Synthetic Aperture Radar (SAR) Marine User's Manual, NOAA NESDIS Office of Research and Applications. 464 p, 2004.
- LEE, J.S.; POTTIER, E. Polarimetric radar imaging from basics to applications. New York: CRC Press, 2009.
- MENESES, P. R. Fundamentos de Sensoriamento Remoto. Universidade de Brasília. Brasília – DF: Departamento de Geociências. Brasília. Texto Universitário. 2004.
- MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 3a ed. UFV. Viçosa – MG. 320p, 2005.
- NEPOMUCENO, A. M. Uso de rede neural artificial não supervisionada na classificação de dados de radar na banda-p para mapeamento de cobertura da terra em floresta tropical. 2003 197p. (INPE-10236-TDI/901). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2003.
- YAMAGUCHI, Y. Four-component scattering model for polarimetric SAR image decomposition. IEEE Transactions on Geoscience Remote Sensing, v.43, n.8, p. 1699-1706, ago. 2005.