

# SEGMENTAÇÃO DE IMAGEM SAR MONOCANAL USANDO TESTE DE HIPÓTESES BASEADO NA DISTRIBUIÇÃO GAMA

Marcus F. S. Saldanha<sup>1</sup>, Dra. Corina da Costa Freitas<sup>1</sup>, Dr. Sidnei J. S. Sant'Anna<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Divisão de Processamento de Imagens – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Av. dos Astronautas, 1758 – 12.227-010 – São José dos Campos – SP – Brasil.

marcus@dpi.inpe.br, corina@dpi.inpe.br, sidnei@dpi.inpe.br

**Abstract.** *The growing availability of polarimetric SAR images and its potential use for various applications have generated the need for developing automated techniques for processing and analysis. Among these techniques can be highlight the segmentation, responsible for the automatic extraction of features from a scene for a future task. The choice of an appropriate statistical model to represent the data has been crucial to the success of the images segmentation. Within this context, this work aims to present the results obtained from the single-channel intensity SAR data segmentation, using a hypothesis test based on the Gamma distribution.*

**Resumo.** *A crescente disponibilidade de imagens SAR polarimétricas e seu potencial de uso para várias aplicações têm gerado a necessidade de desenvolvimento de técnicas automáticas de processamento e análise. Dentre essas técnicas destaca-se a segmentação, responsável pela extração automática de feições a partir de uma cena para uma tarefa posterior. A escolha de um modelo estatístico apropriado para representar os dados tem sido fundamental para o sucesso do processo de segmentação de imagens. Dentro deste contexto o objetivo deste trabalho é apresentar os resultados obtidos a partir da segmentação de dado SAR monoespectral em formato de intensidade, usando-se um teste de hipóteses baseado na distribuição Gama.*

## 1. Introdução

Atualmente as principais fontes de informações para a obtenção de dados espaciais da superfície terrestre são oriundas de técnicas de sensoriamento remoto (SR), que envolvem o emprego de sensores ativos e passivos. Dentre os tipos de sensores ativos disponíveis destaca-se o SAR.

Recentemente tem havido uma crescente disponibilidade de imagens oriundas de sensores SAR. Este fato, associado ao seu potencial de uso, tem ocasionado um aumento na demanda por tais dados e motivado o desenvolvimento de técnicas automáticas de processamento e análise, tais como a segmentação.

Uma abordagem comumente adotada no desenvolvimento dos algoritmos de segmentação é a baseada na modelagem estatística dos dados. Para as imagens SAR, o preciso conhecimento das propriedades estatísticas e a adoção de uma modelagem

apropriada é considerado fundamental para se obter resultados confiáveis. Dependendo do tipo de dado que se está trabalhando podem-se utilizar diferentes distribuições estatísticas a fim de se obter a modelagem.

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados obtidos na segmentação de dado SAR monoespectrais em formato de intensidade, usando-se um teste de hipóteses baseado na distribuição Gama, desenvolvido por Conradsen et al (2003).

## 2. Fundamentação teórica

As imagens de SAR aplicadas em atividades de SR geralmente sofrem processamento conhecido como *multi-look* e são usadas em formato de amplitude e de intensidade. A modelagem do speckle representado por dados em intensidade, quando adotado o modelo multiplicativo, é feita por uma distribuição Gama ( $\Gamma(n, \beta)$ ), onde  $n$  representa o número equivalente de *looks* da imagem SAR e  $\beta = 1/n$  [Yanasse, 1991].

Dessa forma, Conradsen et al. (2003), supondo que duas variáveis aleatórias  $X$  e  $Y$ , com número *looks* representados respectivamente por  $n$  e  $m$ , possuem distribuições  $\Gamma(n, \beta_x)$  e  $\Gamma(n, \beta_y)$ , com funções de freqüência dadas por

$$f(x, \beta_x) = \frac{1}{\Gamma(n)} \frac{1}{\beta_x^n} x^{n-1} \exp\left\{\frac{-x}{\beta_x}\right\} \quad (2.1)$$

$$f(y, \beta_y) = \frac{1}{\Gamma(m)} \frac{1}{\beta_y^m} y^{m-1} \exp\left\{\frac{-y}{\beta_y}\right\} \quad (2.2)$$

para  $x$  e  $y$  maiores que zero, desenvolveram um teste baseado na função de verossimilhança para os parâmetros  $(\beta_x, \beta_y)$  dada pela expressão

$$L_x(\beta_x)L_y(\beta_y) = \frac{1}{\Gamma(n)} \frac{1}{\Gamma(m)} \frac{1}{\beta_x^n} \frac{1}{\beta_y^m} \cdot X^{n-1} Y^{m-1} \exp\left\{-\frac{X}{\beta_x} - \frac{Y}{\beta_y}\right\} \quad (2.3)$$

Tendo como hipótese que  $\beta_x = \beta_y = \beta$  a função, após os devidos desenvolvimentos, assume a forma

$$Q = \frac{(n+m)^{n+m}}{n^n m^m} \frac{X^n Y^m}{(X+Y)^{n+m}} \quad (2.4)$$

A região crítica é dada por  $Q \leq q$  e segundo CONRADSEN et al. (2003), é da forma

$$\frac{Y}{X} \leq q_1 \quad \text{ou} \quad \frac{Y}{X} \geq q_1 \quad (2.5)$$

A razão  $Y/X$  sobre a hipótese nula tem uma distribuição  $F$  de *Fisher*, que mede a razão entre duas chi quadrado independentes, dessa forma

$$\frac{m}{n} \frac{Y}{X} \sim F(2m, 2n) \quad (2.6)$$

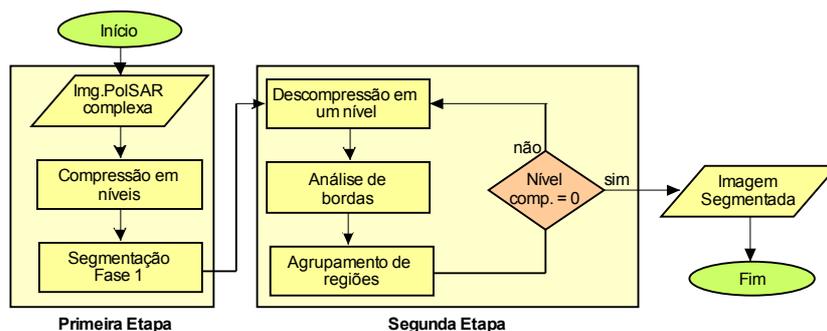
sendo que  $q_1$  e  $q_2$  podem ser determinados por meio dos *quantis* na distribuição  $F$ .

### 3. Algoritmo de Segmentação

O algoritmo para aplicar o teste estatístico descrito foi desenvolvido tomando-se por base as técnicas de crescimento e de agrupamento de regiões. Outra característica adotada para o algoritmo é a realização da segmentação seguindo o critério hierárquico de pirâmide [Jain et al., 1995].

A concepção do algoritmo prevê a realização do processamento em duas etapas, as quais são divididas em blocos (Figura 1). A primeira etapa é composta pelos módulos: Entrada de dados, onde é carregada a imagem, apresentado o número máximo de compressões e introduzidos os parâmetros para a segmentação; Compressão em níveis, realizada conforme o nível selecionado pelo usuário; e, a Segmentação, via crescimento de regiões a partir de *pixels* da imagem selecionados aleatoriamente. Já a segunda é formada pelos módulos: Descompressão da imagem em um nível; Ajuste de bordas, onde as regiões segmentadas no nível superior têm suas bordas “refinadas”; e, Agrupamento de regiões, onde um segmento é agrupado a outro adjacente se aprovado pelo teste de igualdade. Este fluxo de processamento se repete até que o nível de compressão seja o nível da imagem de entrada.

Figura 01 – Estrutura de processamento do algoritmo usado para segmentação de imagens SAR monocanal em intensidade.



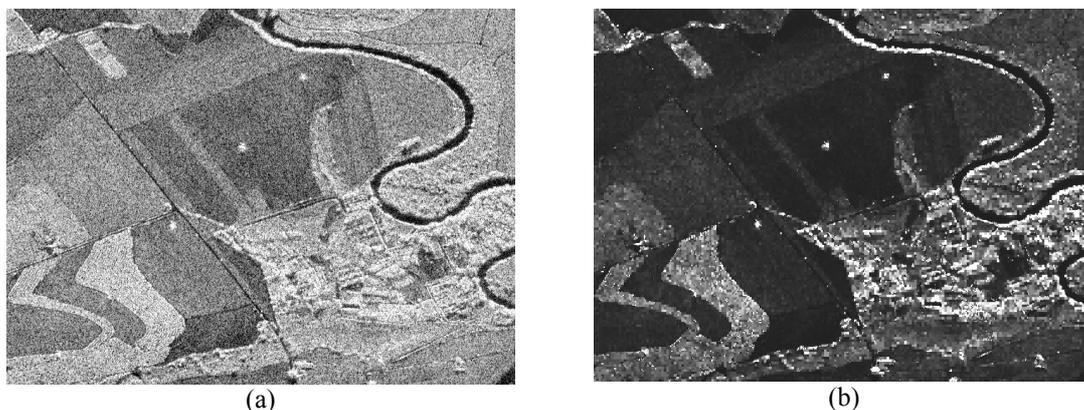
### 4. Resultados

Para testar o algoritmo descrito foi usada uma imagem do sensor aerotransportado R99-B, da Força Aérea Brasileira, banda L (1,27GHz/23,9cm), polarização HH, da região de Paulínea-SP, com data de aquisição de outubro de 2005. Este dado se encontra em *ground-range* e possui um número equivalente de *look (nel)* igual a 1,00 (Figura 02(a)).

O dado foi submetido a dois níveis de compressão, onde cada *pixel* representa a média aritmética de 16 *pixels* da imagem original. O *nel* calculado para a imagem comprimida foi 7,88 e adotou-se a significância de 10% para os testes estatísticos da segmentação. O

resultado da segmentação foi submetido à descompressão, e posteriormente a ao ajuste de bordas e agrupamento de regiões. Processo repetido até se obter a imagem segmentada final no nível zero (Figura 2(b)). O nível de significância de 5% foi usado para os testes estatísticos do agrupamento de regiões.

Figura 02 – Imagem SAR do sensor R99-B, polarização HH: (a) imagem original; e (b) imagem segmentada pelo algoritmo.



Com o intuito de verificar preliminarmente o desempenho do segmentador, adotou-se como parâmetro a capacidade do algoritmo de simplificar a imagem processada sem alterar as formas das áreas existentes. Isso foi obtido a partir da redução da quantidade de *pixels* da imagem original de 480.000 *pixels* (dimensão de 800x600 *pixels*) para 48.104 regiões. Por sua vez, a sobreposição dos contornos das regiões, obtidos na segmentação da imagem, permitiu verificar que as formas das áreas não foram alteradas.

## 5. Conclusões

A partir do resultado do teste preliminar foi possível verificar que o teste estatístico, usado como critério de decisão para a segmentação e agrupamento de regiões, apresentou resultados satisfatórios, discretizando feições de área contidas na imagem SAR monocanal. A modelagem estatística baseada na distribuição Gama mostrou potencial de uso, que pode ser explorado em trabalhos futuros destinados a segmentação de dados multicanais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONRADSEN, K.; NIELSEN, A. A.; SCHOU, J.; SKRIVER, H. A test statistic in the complex Wishart distribution and its application to change detection in polarimetric SAR data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 41, n. 1, p. 4-19, 2003.

JAIN, R.; KASTURI, R.; SCHUNCK, B. G. **Machine vision**. New York: McGraw-Hill, 1995. 549 p.

YANASSE, C. C. F.; FRERY, A. C.; SANT'ANNA, S. J. S. **Stochastic distributions and the multiplicative model: relations, properties, estimators and applications to SAR image analysis**. São José dos Campos: INPE, 1995. (INPE-5630-NTC/318).