

Mapeamento com o uso de limiar multiespectral utilizando o MATLAB e SPRING na classificação de Máxima Verossimilhança

Herondino dos Santos Filho¹
Maria das Graças de Almeida¹
Renan Osórios Rios²

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG
Av. Amazonas, 7675 – 30.510-000 – Belo Horizonte - MG, Brasil
herondino7@yahoo.com.br, gracia@dppg.cefetmg.br

² Instituto Federal do Espírito Santo - IFES
Caixa Postal 29.700-660 - Colatina - ES, Brasil
renan@ifes.edu.br

Abstract. Classification by Maximum Likelihood is undoubtedly one of the supervised classifications of greater efficiency, but his most problem is the phase in which the training is to provide the system with a set of samples of pure pixels, because the spectral response of a target contained in an area is not homogeneous and that only target. So our objective is to show how to find sample of pure pixels in a procedure of sample acquisition through segmentation and multi-spectral thresholding. To do so was made use of MATLAB in order to find the optimal threshold taking into account the dimensions of the objects under study from the spectra of the image provided by the satellite CBERS. The image of the study area has been properly processed and geo-referenced, in the case of one of many “ressacas” from the Macapá, capital city of Amapá state. These results suggest a better efficiency in the capture of pure pixels. The procedure adopted was effective for the classification of targets on the earth surface.

Palavras-chave: image processing, segmentation, pixels, processamento de imagens, segmentação.

1. Introdução

O objetivo deste trabalho é mostrar o uso da segmentação no processo de classificação da máxima verossimilhança no SPRING, a partir de um limiar ótimo.

As imagens utilizadas neste trabalho foram geradas pelo sistema sensores CCD 2B e HRC do Satélite CBERS¹. As bandas do sensor CCD 2B utilizadas foram as bandas 3R, 4G e 2B. A imagem CCD possui resolução espacial de 20m por 20m. A imagem HRC possui resolução espacial de 2.5m.

Como área de estudo estabelecida optou-se pela “ressaca Chico Dias”, que se encontra dentro da cidade de Macapá, no estado do Amapá. Segundo Takiyama (2003) a ressaca é caracterizada como área úmida periodicamente inundada, mas que abriga canais ou cursos d’água perenes. Nesta áreas a ocupação humana é crescente e tem se tornado um lugar de conflitos sociais constantes.

2. Metodologia de Trabalho

A aquisição das imagens foi realizada junto ao Departamento de Processamento de Imagens do INPE onde se obteve também de forma gratuita o software SPRING versão 5.1.5 que foi utilizado no processamento das imagens (Câmara, 1996). Após a definição do retângulo envolvente e adquirido os 19 pontos de controle com o uso de GPS em locais que pudessem ser identificados na imagem, realizou-se o georreferenciamento e processamento da imagem adotando os procedimentos mostrado na Figura 1.

¹ Chine-Brazil Earth Resouces Satellite foi realizado em cooperação com o governo da China para o desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto, buscando o monitoramento dos recursos terrestres a partir de sensores com diferentes resoluções espaciais, espectrais e temporais.

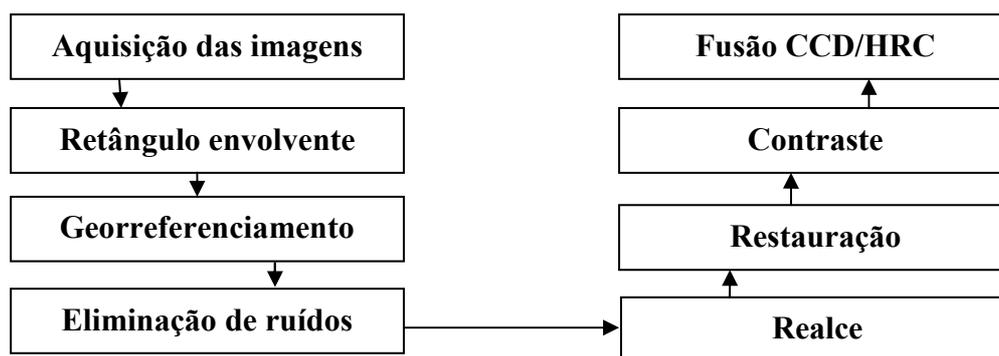


Figura 1. Processamento da imagem CCD/HRC

Moreira (2005) afirma que o ruído consiste na falta de informação da energia refletida em uma área de estudo, sendo provocado por uma falha momentânea no sistema de registro da energia. A eliminação de ruídos contou com o uso de limiares fornecido pelo software e o realce da imagem foi realizado por filtragem linear de imagem TM para melhorar a sua qualidade visual.

Quando se aplica a restauração de imagem, o objetivo é obter uma imagem com saída com pixel menor que o original. Para Moreira (2005) a restauração de imagem é uma técnica de correção radiométrica implementada no SPRING, onde o objetivo é corrigir as distorções inseridas pelo sensor óptico no processo de geração das imagens digitais. Essa correção é feita a partir de um filtro linear em que os pesos do filtro linear de restauração são obtidos a partir das características do sensor. Na primeira etapa fez-se restauração do pixel de resolução de 20m para 10m. Em seguida com ajuda do interpolador bilinear a redução foi para 2.5m tornando a imagem pronta para a realização da fusão.

A fusão é o procedimento para colorir a imagem pancromática do sensor HRC com as cores de uma composição colorida utilizando as imagens do sensor CCD. Para isso é usada a técnica de transformação de espaço de cores RGB para o IHS e de IHS para RGB.

2.1 Segmentação

A segmentação de imagem é um dos passos mais importantes na análise e processamento dos dados de uma imagem. Segundo Sonka et al. (2008) a meta principal deste processamento é dividir uma imagem em partes que tenham uma correlação forte com os objetos ou áreas do mundo real contido na imagem. Muitos dos objetos ou regiões da imagem são caracterizados pela constante de reflexão ou absorção da luz. Um brilho constante ou limiar pode determinar o segmento de objetos e fundo da imagem

Para o autor uma segmentação completa de uma imagem R é um conjunto finito de regiões R_1, \dots, R_s , definido pela Equação 1.

$$R = \bigcup_{i=1}^s R_i \quad (1)$$

Pela definição desta equação $R_i \cap R_j = \emptyset$, e $i \neq j$

Uma segmentação completa pode resultar da limiarização de uma simples cena.

2.2 Limiarização Multiespectral

O problema prático da segmentação necessita de mais informação do que a contida em apenas uma única banda espectral. A imagem colorida é um exemplo natural em que a informação é codificada em três bandas espectrais, vermelha, verde e azul. O sensoriamento multiespectral apresenta varias bandas espectrais, que permitem a análise a partir de um

número maior de informações. Sendo assim a segmentação torna-se mais precisa na seleção dos alvos em análise.

O procedimento tomado para encontrar o limiar multiespectral apresentado neste trabalho contou com as seguintes etapas:

1. De cada banda espectral foi retirado o seu histograma
2. Com o Matlab se elaborou um gráfico dos histogramas das 3 bandas. No procedimento adotado para encontrar o melhor limiar se utilizou das informações contidas nas bandas 2(B), 3(R) e 4(G). A partir dos histogramas das bandas encontrou-se o ponto coincidente máximo entre ela como mostrado na Figura 2. Extraindo assim o melhor limiar encontrado, ou limiar ótimo.

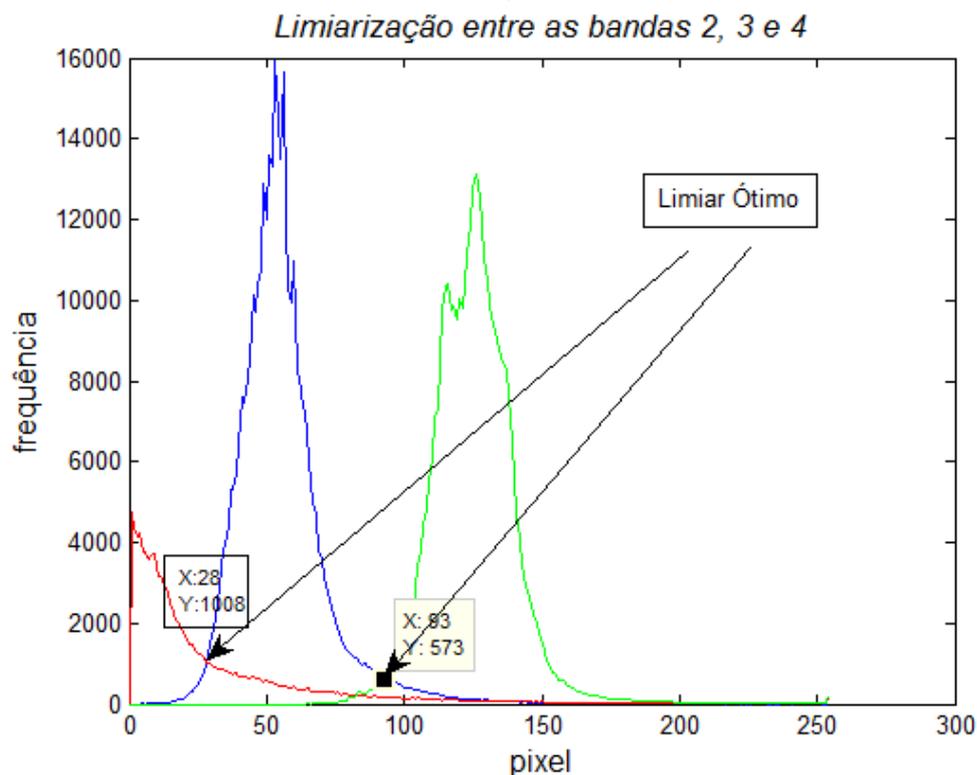


Figura 2. Limiar obtido a partir dos espectros do sensor CCD do satélite CBERS

Utilizando o software SPRIG segmentou-se região de estudo levando em consideração as dimensões dos objetos a serem segmentados. Neste caso observou-se a ocupação das áreas habitadas das ressacas² da cidade de Macapá, onde os alvos escolhidos vistos de satélite estimou-se em um valor de 4 pixel de área.

Para a aquisição das amostras utilizou-se os atributos extraídos do treinamento do crescimento de regiões. A fase de treinamento consiste em fornecer ao sistema um conjunto de pixels, representativos de cada alvo de ocupado na imagem a ser classificada.

2.3 Classificação Máxima Verossimilhança (Maxver)

Segundo o INPE (2009) a classificação é o processo de extração de informação para reconhecer padrões e objetos homogêneos. A Maxver trata-se de uma classificação onde dado

² Diferentemente dos conceitos comumente conhecidos e segundo Souza (2003, apud Silveira), trata-se de um “termo regional usado para definir as áreas que se comportam como reservatórios naturais de água, que se caracterizam por um ecossistema complexo e distinto, sofrendo efeitos da ação das marés e pluviosidade, de maneira temporária”

um objeto x_0 , uma possível regra de decisão é atribuir x_0 à classe w_j , cuja probabilidade condicional $P\left(\frac{w_j}{x_0}\right)$ é máxima. Pela regra de Bayer definida pela Equação 2.

$$P\left(\frac{w_j}{x}\right) = \frac{P\left(\frac{x}{w_j}\right) \cdot P(w_j)}{P(x)} \quad (2)$$

$P\left(\frac{x}{w_j}\right)$ e $P(x)$ são funções de densidade de probabilidade dos valores das características condicional e incondicional, respectivamente, referidas a w_j ; $P\left(\frac{w_j}{x}\right)$ é a probabilidade da classe w_j condicionada aos valores das características e $P(w_j)$ a incondicionada. O cálculo de $P\left(\frac{w_j}{x}\right)$ pode ser simplificado calculando-se somente $P\left(\frac{x}{w_j}\right) P(w_j)$, já que $P(x)$ é o denominador de todas as classes. A quantidade $P\left(\frac{x}{w_j}\right)$ é chamada verossimilhança de w_j em relação a x . Uma regra de decisão simplificada é classificar o objeto x_0 como pertencente à classe w_j de maior valor de $P\left(\frac{x_0}{w_j}\right)$, ou seja, de máxima verossimilhança.

No Maxver, a distribuição espectral das classes é considerada gaussianas. Assim, a densidade de probabilidade da distribuição normal multi-dimensional é dada pela Equação (3):

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n |C|}} e^{-\frac{1}{2}(x-m)} \quad (3)$$

Sendo x um vetor n -dimensional;
 m o vetor média n -dimensional;
 C uma matriz quadrada $n \times n$, chamada matriz de covariância;
 $|C|$ o determinante de C e C^{-1} e sua inversa.

Uma distribuição normal multivariável estará completamente especificada se forem determinados o vetor média “ m ” e a matriz de covariância “ C ”. Estes dois parâmetros podem ser estimados a partir de pontos X_1, X_2, \dots, X_n da amostra de treinamento pelas seguintes fórmulas:

$$m = \frac{1}{n} \sum x_i \quad (4)$$

$$C = \frac{1}{n} \sum (x_i - m) \cdot (X_i - m) \quad (5)$$

Um melhor detalhamento é visto em Moreira (2005) e Gonzales e Woods (2002).

Para que aconteça a classificação de Máxima Verossimilhança com precisão é necessário um número elevado de pixel considerado nas amostras. O grande problema nessa fase de classificação é obter amostras de pixels puros.

Na classificação através do algoritmo de Máxima Verossimilhança fez-se uso das aquisições realizadas mediante o treinamento das amostras por crescimento de regiões para que as amostras de pixels puros fossem melhoradas sensivelmente.

3. Resultados e Discussão

O procedimento adotado houve uma melhor resposta tanto das amostras coletada pelo usuário como da executada pelo próprio algoritmo como vemos na Tabela 1. O desempenho médio foi de 97,87% enquanto a confusão média foi de apenas 2,13%.

Tabela 1. Resultado das aquisições realizadas

Temas	Exatidão do produtor (%)	Exatidão do usuário (%)
Vegetação e Água	99,97	98,05%
Solo Exposto	77,02	98,37
Moradia	67,85	89,50
Ruas	7,28	100,00
Nuvens	75,68	97,82

Os objetos alcançados pela segmentação obtiveram uma resposta espectral dependendo do limiar aplicado. No caso em estudo, o limiar com o máximo local alcançou as moradias que possuíam alto índice de reflexão, ou seja, os telhados novos. Também se pode observar que na aplicação do limiar de mínimo local, obteve-se uma resposta mais completa da segmentação registrando quase todos os objetos da imagem.

Na análise se pode perceber que as bandas 3(R) e 2(B) são aptas em especial na identificação de casas e solos pois o limiar mínimo local foi obtido a partir do ponto coincidente destas duas bandas espectrais.

O resultado deste método foi o mapeamento da ressaca denominada Chico Dias, localizada dentro do perímetro urbano de Macapá, capital do estado do Amapá.

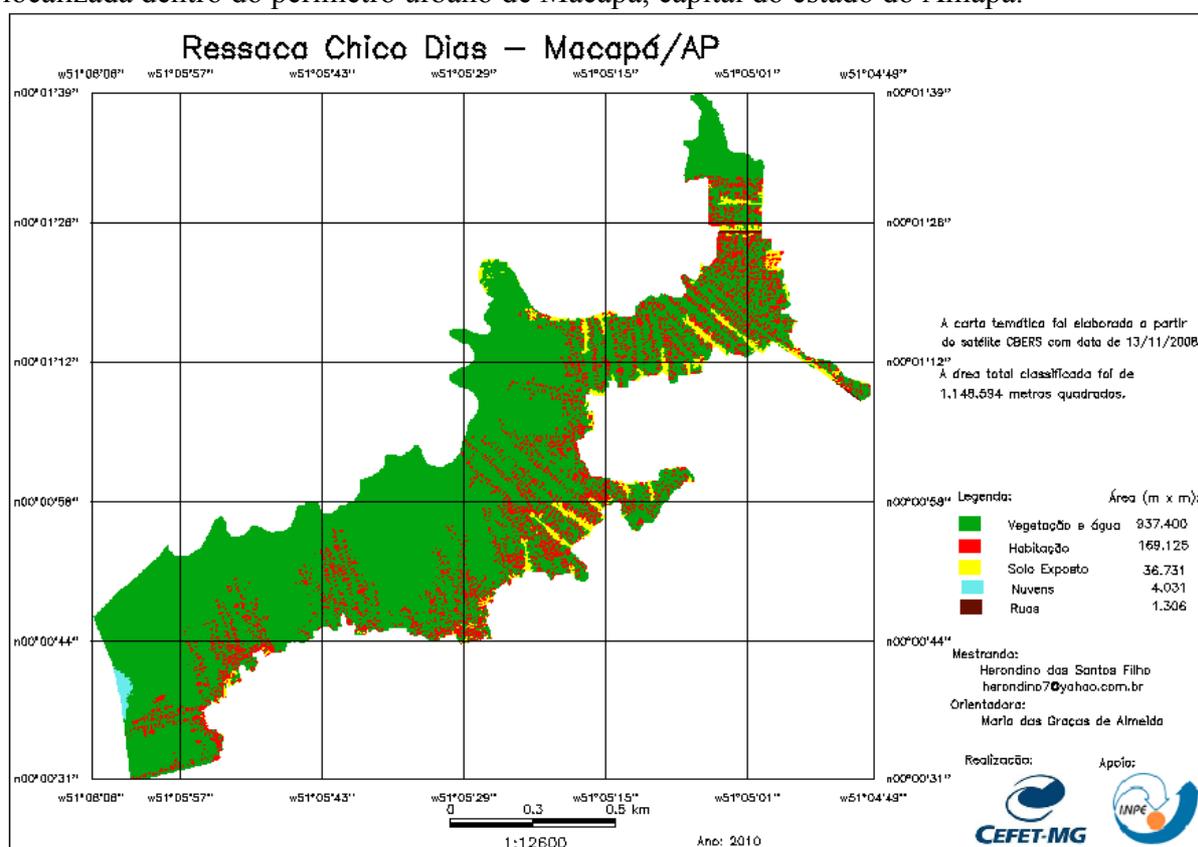


Figura 3. Mapeamento da Ressaca Chico Dias

4. Conclusões

O método adotado mostrou-se mais eficiente, pois a captura das amostras foi realizada com base na segmentação feita a partir da aquisição por região. Os resultados alcançados revelam que o método pode vir a ser um instrumento singular até mesmo para futuras atualizações do SPRING.

5. Referência Bibliográfica

Câmara, G. Spring: Integrating Remote Sensing and GIS by Object Oriented data Modelling. **Computers & Graphics**, 20(3) 395-403, May-June, 1996.

Moreira, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação/Maurício Alves Moreira**. 3a. Edição. ed. Viçosa: UFV, 2005. 273, 282,285- 286 p.

SONKA, M.; HLAVAC, V.; BOYLE, R. **Image Processing, Analysis, and Machine Vision**. 3a. Edição. ed. Toronto: Thonson, 2008. 175-184 p. ISBN 0-495-24438-4/978-0-495-24428-7.

INPE, D. P. I. SPRING. **Tutorial em Geoprocessamento**, 2009. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/descricao geral.html>>. Acesso em: 19 e 20 Novembro 2009.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2003. 417-420 p.

TAKIYAMA, L. R. E. A. **Qualidade das Águas das Ressacas das Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú**. CPAQ/IEPA e DGEO/SEMA. Macapá - AP. 2003. 82p.