

Segmentação de imagens orbitais pela geração de bacias usando operador de textura fractal pelo método box-counting

Marcos Cicarini Hott¹

Mateus Batistella¹

Vicente Paulo Soares²

¹ Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite – EMBRAPA
Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803 – Parque São Quirino
13088-300– Campinas – SP – Brasil
{marcos, mb}@cnpm.embrapa.br

² Departamento de Engenharia Florestal – Universidade Federal de Viçosa
36571-000 – Viçosa – MG – Brasil
vicente@ufv.br

Abstract. The aim of this work was to segment orbital images through generation of superficial basins from imagery of textures from canals 3, 4 and 5 of sensor ETM+ of the Landsat-7 satellite, using the method box-counting for the generation of texturais indices based in fractal dimension. The texture images had been produced for each band, and the spatial information then was analyzed with tools of surface analysis, generating it direction of superficial flow and a net of basins, treating the texture images as if they were topographical surfaces. The segmentation of the bands had been combined generating the vectorial map of segments. The method showed of easy and fast application, and the generated segmentation delimited regions considering the general complexity of the neighborhood, diminishing the influence of features many linear also due to the use of kernels of up to nine pixels for the attainment of the textural index.

Palavras-chave: texture, segmentation, orbital imagery, textura, segmentação, imagens orbitais.

1. Introdução

A segmentação de imagens é um processo baseado no agrupamento ou delimitação de pixels similares estatisticamente a partir de um critério predefinido ou na análise das diferenças nos valores digitais da imagem.

Os procedimentos para segmentação de imagens são um dos principais assuntos pesquisados na área de análise de imagens dos últimos anos, os quais buscam, em muitos casos, extrair de forma automática todas as feições de interesse a partir de um objetivo delineado (Baatz e Schäpe, 2000). A segmentação orientada a objetos, a qual incorpora a noção de hierarquia e relações espaciais entre objetos vizinhos, através de semântica, tem sido abordada em trabalhos com imagens de satélite de alta resolução como em Pinho et al. (2005).

De acordo com Moigne e Tilton (1995), na segmentação os pixels da imagem são agrupados em compartimentos em consonância com propriedades, tais como níveis de cinza, contraste, valores espectrais ou textura, a qual incorpora atributos espaciais e de contexto.

A segmentação produzida diretamente sobre a imagem usando o método de crescimento de regiões é um dos mais usados, bem como a geração de bacias através da perseguição de bordas resultantes da passagem de filtros de Sobel, o qual produz informação espacial útil.

A textura de uma imagem de sensoriamento remoto fornece a noção do padrão de variabilidade dos valores de brilho (Lu e Batistella, 2005), sendo uma informação complementar, de caráter espacial, que pode auxiliar na extração de informações a partir de dados orbitais.

O uso de ferramentas de análise fractal tem sido praticado no processamento de imagens de satélite, tal como na produção de imagens de transformação de textura, visto que a imagem orbital retrata fenômenos geográficos com estrutura fractal. Vários autores citam o uso

potencial da análise fractal no estudo da informação textural e complexidade (Russ, 1995; Emerson et al., 1999; Martins et al., 2003).

O método *box-counting* para a determinação da dimensão fractal se baseia na contagem de caixas, quadrados ou cubos de tamanhos variados que cobrem uma feição (alinhamentos ou superfícies). No caso de superfícies tais como topográficas ou imagens de satélite, as mesmas são inseridas em um espaço tridimensional subdividido em cubos de tamanho E, e contados o número de cubos N(E) que tocam a superfície, que no caso das imagens orbitais, Z é representado pelos níveis de cinza. A partir de N(E) versus o log de 2^E obtém-se a dimensão fractal, a qual é a inclinação da reta obtida por regressão linear (Chaudhuri e Sarkar, 1995; Conci e Proença, 1997; Carvalho e Dias, 1998).

2. Materiais e Métodos

A área de estudo está localizada na região do município de Marliéria – MG, no Parque Estadual do Vale do Rio Doce e proximidades, compreendida entre as coordenadas geográficas 19°40'S, 42°39'O e 19°47'S, 42°31'O. As análises foram feitas em uma imagens orbitais ETM+/Landsat-7 das bandas espectrais 3 (Vermelho), 4 (IV-Próximo) e 5 (IV-Médio), obtidas em julho de 2001, com resolução de 30 m. A imagem digital foi processada, utilizando-se os Sistemas de Informações Geográficas Erdas Imagine e ArcGIS.

A dimensão fractal (D_F) ou índice de textura é obtido pelas equações:

$$DF = \lim_{E \rightarrow \infty} \left(\frac{\log N(E)}{\log 2^E} \right) \quad (1)$$

$$N(E) = INT \left(\frac{(z_{\max} - z_{\min})}{E} \right) + 1 \quad (2)$$

onde, N(E) é o número de cubos de lado E e z_{max} e z_{min} são os valores de brilho limites.

Obteve-se as bandas de textura fractal dos canais especificados, utilizando-se as equações (1) e (2), obtendo o coeficiente angular nas vizinhanças ou caixas 3x3, 5x5, 7x7 e 9x9.

Neste trabalho propomos o uso de ferramentas de análise de superfície para a geração de bacias superficiais em imagens de transformação de textura, tal como na geração de bacias hidrográficas em superfícies topográficas (direção de fluxo e bacias conectadas).

3. Resultados e Discussão

Foram obtidas as bandas fractais com a informação textural (**Figura 1**), a partir da aplicação das equações para o cálculo da dimensão fractal. A composição colorida das mesmas denotam uma boa separabilidade dos alvos: vegetação, ambiente lacustre e mosaicos de solo exposto, pastagem e silvicultura. Sendo que posteriormente estas informações espaciais e de contexto poderão usadas para classificação supervisionada.

Com a utilização de ferramentas de análise de superfície e modelagem hidrológica foi possível gerar, de forma automática e rápida, segmentos ou bacias superficiais, oriundas da análise morfológica da superfície de dados das imagens dos canais em questão (**Figura 1**).

De forma geral a segmentação na banda 5 forneceu uma melhor separação da maioria das classes por meio da análise visual dos vetores da segmentação sobre a imagem em composição colorida. A combinação das poligonais das bandas foi realizada com a união e interseção dos vetores, produzindo uma distinção ótima entre as classes presentes, todavia complexa em termos de números de polígonos. Sendo necessária a realização de análise de agrupamentos (*clusters*) das poligonais ou combinação matricial seguida de refinamento.

Outros métodos de combinação dos resultados ou geração de índices fractais de textura multi-bandas serão analisados, tal como na utilização de hipercubos.

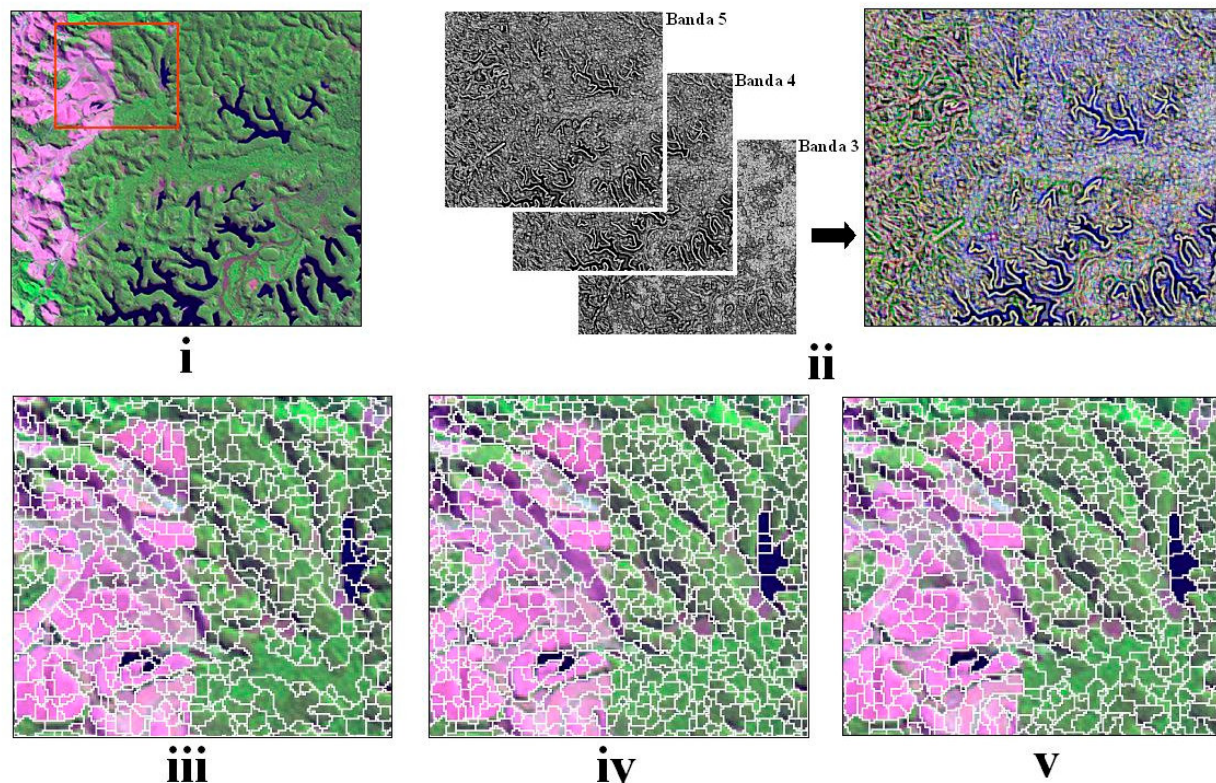


Figura 1 – i) Composição RGB 5, 4 e 3, com o retângulo vermelho representando o recorte para os exemplos nos itens iii, iv e v. ii) Bandas de textura fractal e composição colorida. iii) Segmentação na banda 3. iv) Segmentação na banda 4. v) Segmentação na banda 5.

4. Referências

- Baatz, M.; Schäpe, A.. Multiresolution Segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: **Angewandte Geogr. Informationsverarbeitung XII**, Heidelberg, 2000. Disponível em: <http://www.definiens.com/pdf/publications/baatz_FP_12.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2006.
- Carvalho, L. M. V.; Dias, A. F. S. An application of fractal box dimension to recognition of mesoscale cloud pattern in infrared satellite images. **Journal of Applied Meteorology**, p. 1265-1288, 1998.
- Chaudhuri, B. B.; Sarkar, N. Texture segmentation using fractal dimension. **IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence**, v. 17, p. 72-77, 1995.
- Conci, A., Proença, C. B. A box-counting approach to color segmentation. In: **IEEE 4th International Conference on Image Processing**, Santa Barbara, California, 1997. **Proceedings...** v. 1, p. 228-230.
- Emerson, C. W., Lam, N. S., Quattrochi, D. A. Multi-Scale fractal analysis of image texture and pattern. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 65, n. 1, p. 51-61, 1999.
- Lu, D.; Batistella, M. Exploring TM Image Texture and its Relationships with Biomass Estimation in Rondônia. **Acta Amazonica**, v. 35, p. 249-257, 2005.
- Martins, M. H. A.; Clarke, R. T.; Haertel, V. Emprego da dimensão fractal para separar classes de textura presentes numa aerofoto da cidade de Porto Alegre. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 52, p. 7-18, 2003.
- Moigne, J. L.; Tilton, J. C. Refining image segmentation by integration of edge and region data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 33, n. 3, 1995.
- Pinho, C. M. D. de; Feitosa, F. da F.; Kux, H. J. H. Classificação automática de cobertura do solo urbano em imagem IKONOS: Comparação entre a abordagem pixel-a-pixel e orientada a objetos. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos p. 4217-4224. CD-ROM. ISBN 85-17-00018-8.

Russ, J. C. **The image processing handbook**. New York: CRC Press, 1995. 674p.