

Cartografia Geomorfológica: Classificação orientada a objeto

Teresa Gallotti Florenzano

Abstract: The objective of this presentation is to emphasize the potential of object-oriented analysis for the purpose of semi-automatic geomorphological mapping. Using this analysis, that involves multilevel hierarchical semantic network and fuzzy logic, we can to explore multispectral, textural, and geomorphometric variables together.

Introdução

O objetivo desta apresentação é destacar as perspectivas para a cartografia geomorfológica com o desenvolvimento das novas técnicas automáticas de classificação digital de imagens obtidas por sensoriamento remoto. Na geração de mapas em geral é cada vez maior a utilização de dados de sensores remotos e técnicas de análise digital de imagens. No estudo e mapeamento geomorfológico, podemos agrupar a contribuição das imagens de sensores remotos em três categorias: 1) como base cartográfica para o lançamento de informações e apoio de campo; 2) na extração de dados geomorfológicos e elaboração de cartas morfométricas, cartas de risco (erosão e inundação) e cartas geomorfológicas completas; 3) na análise integrada e mapeamento da paisagem (Florenzano, 2008).

Dependendo do sistema, ou método, de mapeamento geomorfológico, os dados de sensoriamento remoto são mais ou menos explorados. Alguns sistemas de mapeamento geomorfológico, como o ITC (Verstappen, 1983) e aquele utilizado pelo IPT (1982), por exemplo, tem como procedimento metodológico a fotointerpretação, a delimitação das unidades geomorfológicas é feita a partir dos padrões fotográficos discernidos nas fotografias aéreas e imagens de satélite.

Entre os aspectos do relevo (morfológicos, morfogenéticos, morfocronológicos e morfodinâmicos) destacados nas cartas geomorfológicas pelos sistemas de mapeamento, os morfológicos e morfodinâmicos são aqueles que mais se beneficiam dos dados obtidos por sensoriamento remoto. Esse benefício vem crescendo com os avanços dos novos sensores remotos que produzem dados com melhores resoluções espacial, espectral, radiométrica e temporal, além da possibilidade da visão estereoscópica e da geração de modelos digitais de elevação (MDE). A partir destes modelos podemos obter variáveis morfométricas (altitude, declividade, orientação de vertentes, etc.). É possível também gerar de forma automatizada a variável densidade de drenagem para obter a dissecação horizontal e com o cálculo da amplitude altimétrica obter a dissecação vertical para extensas áreas e com um grau de precisão aceitável.

Paralelamente ao avanço dos sensores, verifica-se aquele relacionado com o desenvolvimento das técnicas de tratamento e análise dos dados de sensoriamento remoto. Nesse contexto, se insere a técnica de classificação orientada a objeto, baseada em sistemas especialistas de análise de dados, que permitem gerar uma grande quantidade de informação de forma sistemática e objetiva. As técnicas tradicionais de classificação digital de imagens são limitadas porque utilizam uma variável (o nível de

cinza representado por um número digital) e um único nível de segmentação para definir as classes de interesse. Por isto, em geral o desempenho dessas técnicas é baixo. Em geologia e geomorfologia elas têm pouca ou nenhuma aplicação, sendo necessário o uso de técnicas manuais.

Classificação orientada a objeto

A classificação orientada a objeto é uma abordagem na qual se utilizam os objetos e a relação entre eles. A informação contida no objeto é descrita por meio de dois tipos de rede: hierárquica (contexto espacial no qual entidades vizinhas são descritas em árvore com direção horizontal ou vertical); semântica (estrutura lógica que permite agrupar classes que possuem características semânticas semelhantes). Na classificação é utilizado o maior grau de pertinência dos objetos à determinada classe, por meio da lógica fuzzy. Esses sistemas, ao utilizarem recursos como rede semântica e lógica *fuzzy*, reproduzem o conhecimento humano.

Com a utilização desse tipo de sistema, o mapeamento de classes como as de relevo, por exemplo, é realizado de forma semi-automatizada a partir do uso de segmentação multi-resolução. A segmentação multi-resolução permite segmentar uma imagem em níveis (escalas) que se relacionam entre si, formando uma rede hierárquica e a base do conhecimento para a classificação de objetos. A classificação orientada a objeto consiste no agrupamento de *pixels* a partir da segmentação da imagem. A segmentação é o passo preliminar que divide a imagem em objetos homogêneos e contíguos. A acurácia da segmentação afeta diretamente o desempenho da classificação.

A classificação orientada a objeto permite explorar todos os elementos de interpretação de imagens (não só a tonalidade/cor, mas também a textura, forma, o tamanho e contexto). O intérprete pode definir regras complexas baseadas em características espectrais e relações espaciais herdadas. Essa multiplicidade de variáveis que podem ser calculadas como pertencente a um sub ou super objeto numa hierarquia multiníveis (segmentação multi-resolução) é principal vantagem dessa classificação. Dessa forma, na geração de um mapa geomorfológico existe a possibilidade de utilizar ao mesmo tempo dados multiespectrais e morfométricos como mostram os estudos de Asselen and Seijmonsbergen (2006) e Camargo (2008). Ao contrário do que ocorre com as técnicas tradicionais, este novo tipo de abordagem abre a perspectiva de aplicação de classificação automática em geologia e geomorfologia.

Camargo (2008) desenvolveu um método semi-automático de classificação de unidades de relevo para o município de São José dos Campos. O autor utilizou classificação orientada a objeto através do software da DEFINIENS (2006). Os tipos de variáveis selecionadas para definir o modelo cognitivo foram: multiespectral: imagens das bandas 1, 2 e 3N do sensor ASTER-Terra; geomorfométrica: altimetria (MDE ASTER) e variáveis derivadas (declividade, orientação de vertentes, curvatura vertical, curvatura horizontal); textural: segundo momento angular, entropia, desvio padrão; outras: imagem temática da rede de drenagem, grade de fluxo acumulado, relevo sombreado. O autor obteve um índice Kappa de 88,96% para o mapa das quatro macro-unidades (serras/montanhas/morros; colinas sedimentares; planície fluvial; planície fluvial intermontana), e de 66,41% para um mapa detalhado com 15 classes (duas de planície, uma de terraço, três de colinas, duas de morros, uma de morrotes, quatro de montanhas e duas de serras).

Os resultados da rede semântica hierárquica desenvolvida por esse autor mostram a viabilidade do uso de uma classificação semi-automática de unidades de relevo e o caráter replicável para outras áreas de estudo com características morfológicas semelhantes. Isto porque o sistema permite o ajuste das funções e seus limiares à nova rede da realidade a ser analisada, possibilitando deste modo economizar trabalho de modelagem e tempo de processamento.

Uma limitação que deve ser destacada é o alto preço dos softwares que permitem realizar esse tipo de classificação. Em um futuro próximo, teremos, no entanto, outras opções mais acessíveis. Está em desenvolvimento, por exemplo, através de uma parceria entre a PUC-Rio e o INPE, o sistema InterImage, uma plataforma em software livre para análise automática de imagens de sensoriamento remoto.

Conclusão

Com as novas técnicas de classificação de imagens, os dados multiespectrais e morfométricos podem ser explorados de forma integrada, mais rápida, objetiva e precisa para o mapeamento geomorfológico de extensas áreas da superfície terrestre. Se considerarmos a extensão do nosso território e a escassez de mapas temáticos, isso se torna ainda mais importante. Para o sucesso da aplicação dessas técnicas na cartografia geomorfológica, no entanto, o conhecimento temático do analista e a sua interação com o processo de modelagem são essenciais. Esse conhecimento é necessário na definição das chaves de interpretação das unidades de relevo. A partir dessas chaves são construídas as redes semânticas e hierárquicas utilizadas no processo de segmentação e classificação. O conhecimento geomorfológico é fundamental também na edição final do mapa (no pós-processamento).

Referências Bibliográficas

ASSELEN, S.; SEIJMONSBERGEN, A. C. Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM. *Geomorphology*, v. 78, n. 3-4, p. 309-320, 2006.

CAMARGO, F. F. **Análise orientada a objeto aplicada ao mapeamento de unidades geomorfológicas a partir de dados ASTER/TERRA** 171 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos (SP). 2008. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2008/03.17.19.50>>. Acesso em: 25/Mai/2008.

DEFINIENS. **Definiens professional 5**: reference book. Munich: Definiens (The Imaging Intelligence Company), 2006. 122 p.

Florenzano, T. G. *Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo, Oficina de Textos, 2008.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1981. v. ½ (Relatório nº 15388).

VERSTAPPEN, H. Th. *Applied Geomorphology: Geomorphological surveys for environmental development*. Amsterdam, ELSEVIER, 1983.