

MAPEAMENTO SEMI-AUTOMATIZADO DE FITOFISIONOMIAS DO CERRADO COM IMAGENS LANDSAT: VANTAGENS E LIMITAÇÕES

Edson E. Sano¹, Camila A. Lima^{2,*}, Heleno S. Bezerra¹

¹Embrapa Cerrados
BR-020 km 18 Cx. Postal 08223 CEP: 73301-970 Planaltina, DF
E-mails: sano@cpac.embrapa.br, heleno@cpac.embrapa.br

²Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal
Campus Universitário Darcy Ribeiro CEP: 70910-900 Brasília, DF
E-mail: camila.lima@sipam.gov.br
* atualmente, funcionária do CENSIPAM

Termos para indexação: fitofisionomia, sensoriamento remoto, imagem, satélite, cerrado

1. Introdução

O mapeamento de fitofisionomias com base nos dados de sensoriamento remoto pode ser feito manualmente (e.g., mapas fitoecológicos do Projeto RADAMBRASIL) ou de forma automatizada, isto é, por meio de técnicas de classificação digital que estão disponíveis nos principais aplicativos comerciais ou de domínio público de processamento digital de imagens (e.g., Becerra e Bitencourt, 2003).

Nos últimos anos, a Embrapa Cerrados e instituições colaboradoras têm utilizado uma forma híbrida de mapeamento. Trata-se da análise semi-automatizada de imagens, a qual envolve segmentação de imagens e subsequente interpretação visual no monitor de microcomputador. Essa abordagem mista foi empregada no mapeamento semidetalhado de remanescentes de cobertura vegetal do Bioma Cerrado (projeto PROBIO; ano-base: 2003; escala 1:250.000; Brasil, 2007) e no mapeamento de ambientes rupestres do Estado de Goiás (Lima, 2008). O objetivo deste trabalho é apresentar as principais vantagens e limitações da análise semi-automatizada de imagens LANDSAT para o mapeamento de fitofisionomias do Cerrado.

2. Material e Métodos

Maapeamento de Remanescentes de Cobertura Vegetal do Cerrado

Foram analisadas 121 cenas do satélite norte-americano LANDSAT ETM+, georeferenciadas para o sistema de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) e *datum* SAD'69. Esse sensor opera com uma resolução espacial de 30 metros e faixa de imageamento de 185 km. A maioria das cenas foi adquirida em agosto, setembro e outubro, o que corresponde à estação seca no referido bioma. Por problemas de cobertura de nuvens, 33 % do total das imagens exigiram a utilização de uma combinação de duas ou três cenas da mesma área.

As imagens foram mosaicadas por meio da técnica de equalização de histogramas e recortadas de acordo com a articulação de cartas planialtimétricas do IBGE na escala de 1:250.000. A referida equalização agrupa duas ou mais cenas, considerando-se uma delas como sendo a referência (Shimabukuro et al., 2002). Cada carta possui uma área de 1° x 1,5°, o que equivale a uma extensão no terreno em torno de 1,8 milhões de hectares. Em seguida, os recortes foram processados por meio da técnica de segmentação de imagens por crescimento de regiões, disponível no aplicativo SPRING (Câmara et al., 1996). O processo de segmentação consiste em dividir uma imagem em regiões ou segmentos compostos por conjuntos de pixels adjacentes espectralmente uniformes (Earthal et al., 1991). A densidade de segmentos que são gerados depende das características espectrais da área de estudo e da definição dos valores de limiar e tamanho de área.

Os segmentos foram convertidos para o formato *shapefile*. No aplicativo ArcView GIS 3.2, cada segmento foi associado a uma determinada classe de cobertura vegetal natural ou antrópica. Dentre as principais classes de cobertura vegetal natural que foram mapeadas, incluem-se a Savana Gramíneo-Lenhosa, a Savana Parque, a Savana Arborizada e a Savana Florestada. As seguintes classes de cobertura antrópica foram consideradas neste estudo: pastagens cultivadas, culturas agrícolas, reflorestamento, áreas com influência urbana e áreas

com influência de mineração. Esse mapeamento foi feito diretamente no monitor da tela de computador, por meio da sobreposição do dado vetorial de segmentação com o recorte.

Mapeamento do Cerrado Rupestre do Estado de Goiás

Em primeiro lugar, foi feito o mosaico de 24 cenas ortoretificadas (georeferenciamento de imagens com correção de efeitos topográficos) do LANDSAT ETM+ de 2001/2002, disponíveis na *homepage* da Universidade do Maryland, Estados Unidos (<http://glcfapp.umiacs.umd.edu/index.shtml>) (Figura 1). Em seguida, o mosaico foi recortado em 133 partes, segundo a articulação das cartas 1:100.000 do IBGE. Cada carta, nessa escala, possui uma área de 0,5° x 0,5°, o que equivale a uma extensão no terreno em torno de 308 mil hectares. Diversas tentativas de segmentação com recortes maiores da área de estudo (por exemplo, articulação 1:250.000 ou divisão em microrregiões) fracassaram por causa de limitações nas capacidades computacionais das instituições envolvidas para processar segmentação com parâmetros de similaridade e tamanho de área igual a 15 pixels. Os segmentos gerados foram classificados pelo método ISOSEG, disponível no *software* SPRING, e convertidos para o formato *shapefile*.

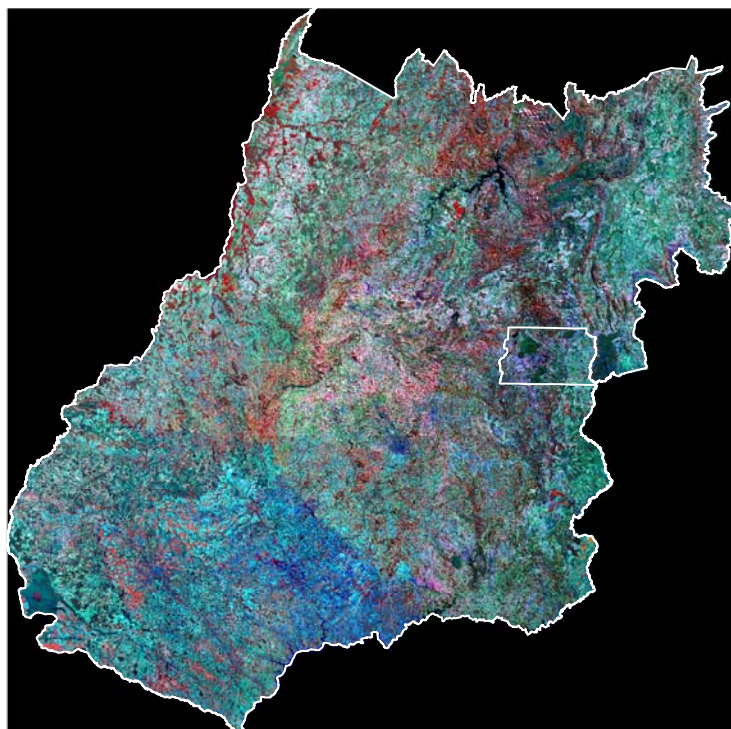


Figura 1. Mosaico de 24 imagens LANDSAT ETM+ do Estado de Goiás. As bandas espectrais utilizadas foram a 3 (0,63-0,69 μm), 4 (0,76-0,90 μm) e 5 (1,55-1,75 μm). Tons avermelhados indicam cobertura vegetal verde e densa. Tons azulados indicam cobertura vegetal seca e rala ou solo exposto.

Os segmentos, em formato vetorial, foram sobrepostos em cada recorte de imagem para identificação visual das ocorrências mais representativas de Cerrado Rupestre no monitor de computador. Três expedições de campo no noroeste, nordeste e sudoeste do Estado de Goiás foram conduzidas para subsidiar a referida interpretação visual. Os resultados da análise visual foram refinados ainda por meio de cruzamento com os mapas de geomorfologia, geologia e altimetria. As áreas de Cerrado Rupestre que estiveram associados com grau de dissecação baixo, rochas calcárias e relevo plano a suave-ondulado foram excluídas do mapeamento final.

3. Resultados e discussão

Vantagens e Dificuldades

A primeira vantagem do método semi-automatizado proposto nesse estudo é a redução da subjetividade de interpretação por parte dos analistas. Dois intérpretes, ao analisar uma mesma imagem, geralmente produzem resultados diferentes, pois a análise depende da experiência de cada um na área de sensoriamento remoto e do maior ou menor conhecimento de campo da área de estudo, isso sem entrar na área de psicologia humana, em que um determinado indivíduo pode tender a ser mais detalhista ou mais generalista. A Figura 2 mostra a rede de drenagem do Estado de Goiás que foi extraída por diferentes intérpretes a partir de interpretação visual de imagens do satélite LANDSAT e que serve de exemplo de como essa subjetividade pode interferir no resultado final. Na porção central do mapa, há uma faixa vertical em que se percebe uma queda abrupta de densidade de drenagem, a qual coincide com os limites de articulação das cartas 1:250.000 do IBGE.

A outra vantagem do método semi-automatizado é a redução no tempo de digitalização de polígonos. No projeto de mapeamento de cobertura vegetal do Cerrado, coordenado por Brasil (2007), o tempo médio de digitalização manual dos polígonos de uma carta completa na escala de 1:250.000 foi de aproximadamente 20 dias. No processo de segmentação por crescimento de regiões com similaridade = 50 e tamanho da área = 50 pixels, esse tempo foi reduzido para aproximadamente três horas.

A principal desvantagem do método semi-automatizado refere-se à capacidade computacional que é exigido quando se pretende processar áreas relativamente extensas. Um pacote computacional operando com Windows™ XP com 4 GB de memória RAM não comportou a segmentação do mosaico de 24 imagens LANDSAT do Estado de Goiás, utilizando-se os seguintes parâmetros de segmentação, considerados como ideal em função de diversas combinações testadas *a priori*: similaridade = 10; área = 10. Recortes em áreas menores podem resolver esse problema, mas dificultam ou mesmo impossibilitam o uso de classificadores supervisionados como o Battacharya, disponível no aplicativo SPRING, por causa da exigência da presença de áreas de treinamento em todos os recortes. Portanto, é

necessária a utilização de sistemas mais robustos, por exemplo, Windows™ Vista, com memória RAM de 8 GB. No entanto, a última versão do SPRING disponível na *internet* ainda não permite processamento com esta plataforma.

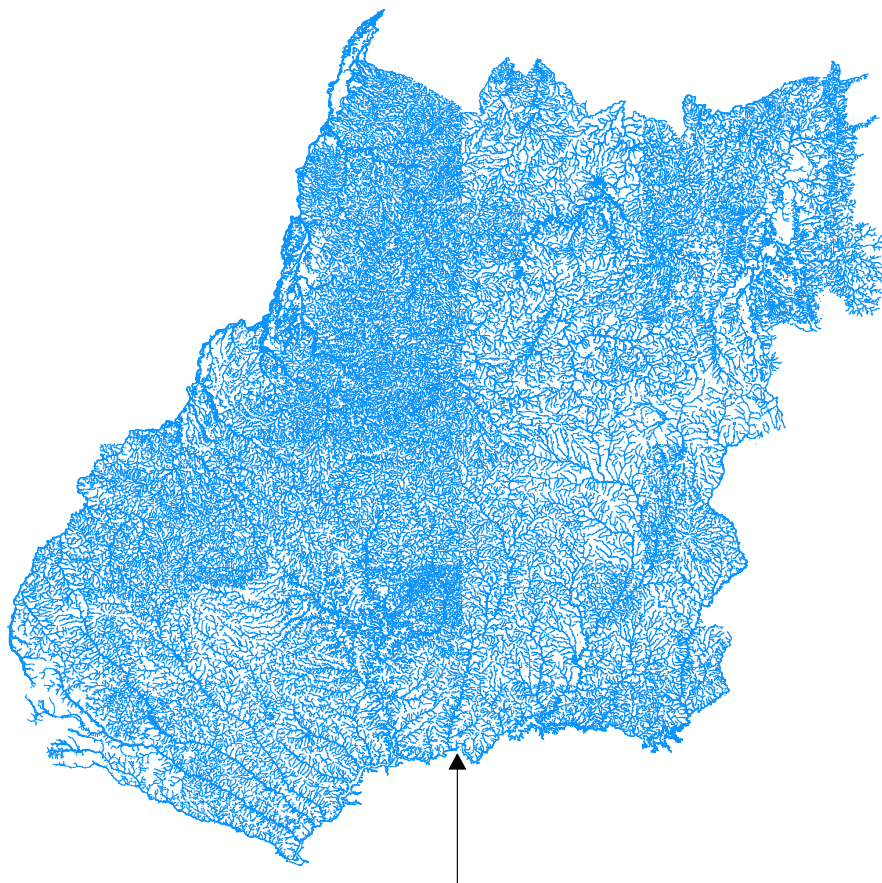


Figura 2. Rede de drenagem do Estado de Goiás, extraído com base na análise de imagens do Landsat. A seta indica quebra na densidade de drenagem devido à subjetividade do intérprete.

REFERÊNCIAS

BECERRA, J.A.B.; BITENCOURT, M.D. 2003. A classificação contínua (fuzzy) no mapeamento temático de áreas de Cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11. Belo Horizonte, MG, 05-10 abril 2003. **Anais...** São José dos Campos: INPE, P. 2663-2670.

BRASIL. 2007. Ministério do Meio Ambiente. Edital Probio 02/2004. Projeto executivo B.02.02.109. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado**: relatório final. Brasília, DF, 93 p. Projeto concluído. Coordenador técnico: Edson Eyji Sano. Unidades executoras: Embrapa Cerrados, Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Federal de Goiás. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/cerrado/documentos/relatorio_final.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2008.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.; FREITAS, U.; GARRIDO, J. 1996. SPRING. Integrating remote sensing and GIS with object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 15, n. 6, p. 13-22.

EARTHAL, J.G.; FONSECA, L.M.; BINS, L.S.; VELASCO, F.R.; MONTEIRO, A.M. 1991. **Um sistema de segmentação e classificação de imagens de satélite**. São José dos Campos: INPE (INPE-5291-PRE/1696).

LIMA, C.A. 2008. **Identificação de áreas de Cerrado Rupestre no Estado de Goiás por meio de análise de imagens LANDSAT ETM+**. Brasília: UnB / Departamento de Engenharia Florestal, Dissertação de Mestrado.

SHIMABUKURO, Y.E.; NOVO, E.M.; MERTES, L.K. 2002. Amazon river mainstem floodplain Landsat TM digital mosaic. **International Journal of Remote Sensing**, vol. 23, n. 1, p. 57-69.