

## Notas Científicas

### Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado

Edson Eyji Sano<sup>(1)</sup>, Roberto Rosa<sup>(2)</sup>, Jorge Luís Silva Brito<sup>(2)</sup> e Laerte Guimarães Ferreira<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Cerrados, BR 020, Km 18, Caixa Postal 08223, CEP 73301-970 Planaltina, DF. E-mail: sano@cpac.embrapa.br <sup>(2)</sup>Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Avenida João Naves de Ávila, nº 2121, Campus Santa Mônica, CEP 38400-920 Uberlândia, MG. E-mail: rrosa@ufu.br, jbrito@ufu.br <sup>(3)</sup>Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Campus Samambaia, Caixa Postal 131, CEP 74001-970 Goiânia, GO. E-mail: laerte@iesa.ufg.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi mapear o uso da terra do Bioma Cerrado na escala de 1:250.000. As seguintes classes de uso da terra foram consideradas: culturas agrícolas, pastagens cultivadas, reflorestamentos, áreas urbanas e áreas de mineração. A metodologia envolveu a segmentação de imagens do satélite Landsat, a classificação visual dos segmentos e a análise da exatidão global do mapa final. Aproximadamente 39,5% do Cerrado apresentaram algum tipo de uso de terra. Pastagens cultivadas e culturas agrícolas foram as classes predominantes, com 26,5 e 10,5%, respectivamente.

Termos para indexação: Landsat, PROBIO, segmentação de imagens, sensoriamento remoto.

### Semidetailed land use mapping in the Cerrado

Abstract – The objective of this work was to map the land use in Cerrado at the 1:250,000 scale. The following classes of land use were considered: croplands, planted pasturelands, reforestations, urban settlements and mining areas. The methodological approach involved Landsat image segmentation, visual classification of the segments and analysis of the global accuracy of the final map. Approximately 39.5% of Cerrado presented some type of land use activity. Planted pasturelands and croplands were the dominant classes, with 26.5 and 10.5%, respectively.

Index terms: Landsat, PROBIO, image segmentation, remote sensing.

O mapeamento de uso da terra do Cerrado constitui grande desafio por causa da extensão, da dinâmica acentuada da ocupação humana, da sazonalidade marcante da vegetação natural e da confusão espectral entre certas classes temáticas, a exemplo das formações gramíneo-lenhosas e das pastagens plantadas (Sano et al., 2007). Trabalho de levantamento de uso da terra do Cerrado já foi conduzido com base em dados censitários (Sano et al., 2001). No presente trabalho, são apresentados os principais resultados do mapeamento de uso da terra do Bioma Cerrado na escala de 1:250.000, tendo por bases a segmentação e classificação visual subsequente de imagens do Landsat e os levantamentos de campo.

O Cerrado ocupa uma área de 204,7 milhões de hectares (IBGE, 2004) na porção central do Brasil e engloba parte dos estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, São Paulo e Tocantins, além do Distrito Federal (Figura 1). Os extensos plantios de soja, milho,

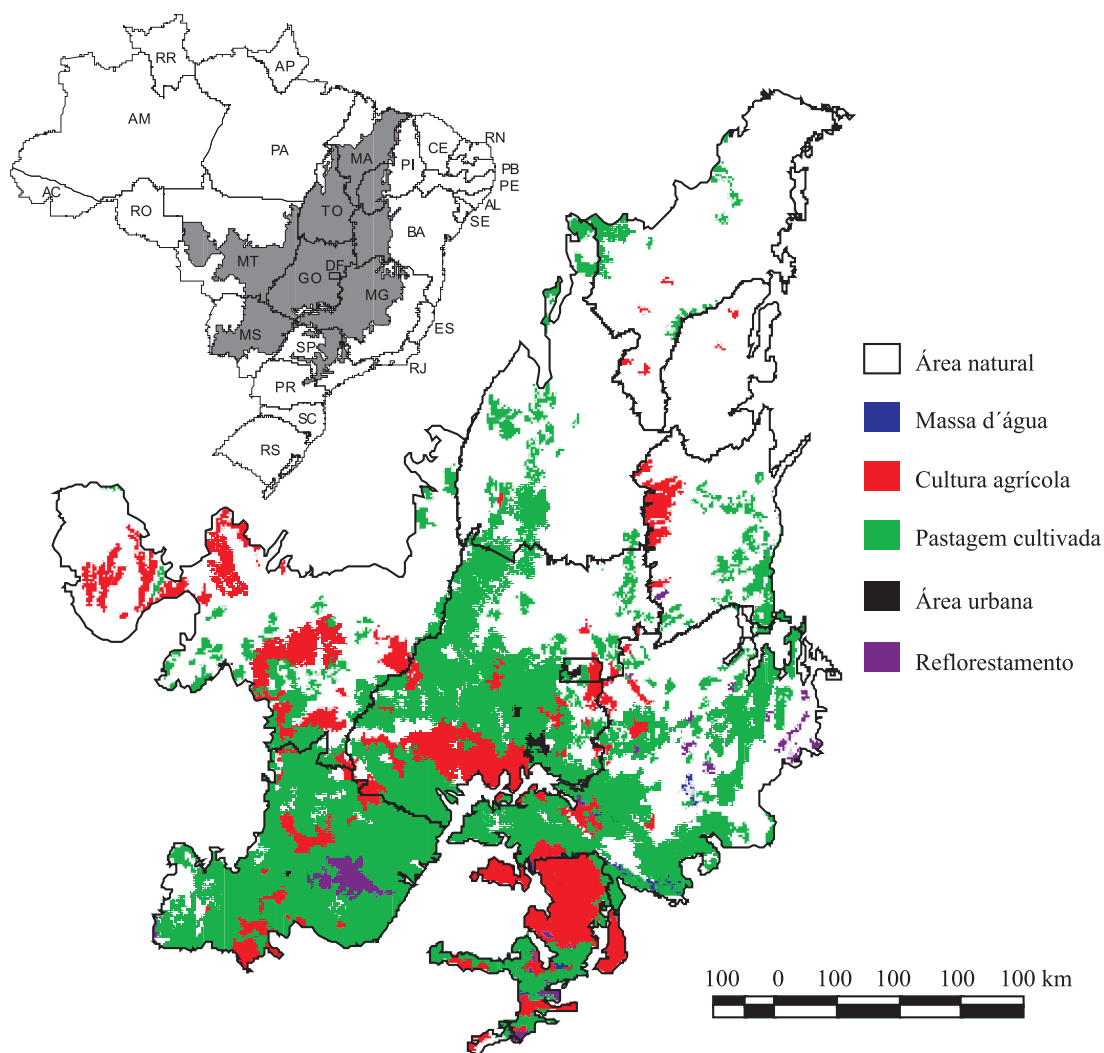
feijão, algodão, café e cana-de-açúcar predominam em regiões como: Luís Eduardo Magalhães, BA, Jataí e Rio Verde, GO, e Lucas do Rio Verde, Sorriso e Sinop, MT.

A base de imagens de satélite foi formada por um conjunto composto por 121 órbitas/pontos do satélite Landsat ETM+, georreferenciadas para o sistema de projeção UTM (Universal Transverse de Mercator) e referencial geodésico SAD69. Essas imagens foram obtidas em 2002, nos meses de julho a novembro. Por problemas de cobertura de nuvens, 33% das órbitas/pontos exigiram a aquisição de duas ou mais cenas. Pelo uso da técnica de equalização de histogramas, na qual duas ou mais imagens são agrupadas, considerando-se uma delas como sendo a imagem referência (Shimabukuro et al., 2002), foi gerado um mosaico com as composições coloridas RGB das bandas 3, 4 e 5. Esse mosaico foi subdividido em 172 recortes, correspondentes à articulação das cartas planialtimétricas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) do Exército

Brasileiro. Cada carta possui uma área de  $1^{\circ} \times 1,5^{\circ}$ , o que equivale a uma área em torno de 1,8 milhão de hectares. Os recortes foram processados por meio da técnica de segmentação de imagens por crescimento de regiões, que consiste em dividir uma imagem em regiões ou segmentos compostos por conjuntos de pixels adjacentes que sejam, segundo um limiar de agregação preestabelecido, radiometricamente uniformes (Earthal et al., 1991).

Os segmentos correspondentes às classes de usos da terra foram mapeados visualmente por meio da sobreposição, num aplicativo de sistema de informações geográficas, do recorte de imagem com o mapa vetorial de segmentação. A escala de visualização na tela de computador foi de aproximadamente 1:50.000. Uma chave de interpretação das composições coloridas foi

construída para orientar na análise das imagens. A chave incluiu as características tonais, texturais e geométricas das classes de uso da terra do Bioma Cerrado. Por exemplo, as pastagens cultivadas, os reflorestamentos e as áreas urbanas apresentam padrões de cores correspondentes a verde-claro, vermelho-escuro e azul-claro, respectivamente. Trabalhos de campo foram conduzidos para calibrar e validar a interpretação de imagens e também para estimar o erro de mapeamento. Foram realizadas expedições de 3 a 15 dias nas regiões agrícolas de Barreiras, BA e PAD-DF (Plano de Assentamento Dirigido do Distrito Federal), assim como no oeste de Minas Gerais e sul de Goiás. Um total de 319 pontos foi, ainda, visitado no campo para calcular a exatidão global do mapa final (Brites et al., 1996).



**Figura 1.** Distribuição espacial das classes de uso da terra no Bioma Cerrado no ano de 2002.

Áreas com vegetação em regeneração (vegetação secundária), encontradas principalmente nas regiões de transição com o bioma da Amazônia, e áreas com pastagem nativa foram consideradas também como de cobertura original.

Foram identificados 80 milhões de hectares, sob diferentes usos da terra do Bioma Cerrado, o que corresponde a 39,5% da área total do Cerrado.

As duas classes mais representativas de uso da terra, isto é, as pastagens cultivadas e as culturas agrícolas, ocuparam 26,5 e 10,5% do Cerrado, respectivamente, e apresentaram distribuição espacial bastante heterogênea na região de estudo (Tabela 1). As áreas mais extensas de uso da terra foram encontradas na porção sul, enquanto a maior parte da vegetação natural localizou-se na porção norte (Figura 1). Esse retrato é fruto do próprio histórico de ocupação das terras do Brasil. A ocupação do Cerrado iniciou-se na década de 1920, quando a indústria de café estava em plena atividade, principalmente no Estado de São Paulo. Mais tarde, com o esgotamento de terras férteis do Sul e Sudeste do Brasil e com o crescimento populacional, o governo de Getúlio Vargas (1930-1945) promoveu um incentivo à ocupação do sul do Estado de Goiás, por meio de fornecimento de subsídios e assistência técnica aos pecuaristas interessados (Klink & Moreira, 2002). A porção norte mostrou-se relativamente preservada por causa das dificuldades de acesso e pela maior distância dos grandes centros urbanos e consumidores.

São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul foram os estados que apresentaram os menores índices de cobertura vegetal natural: 15, 32 e 32%, respectivamente.

Por sua vez, os três estados da região norte do Cerrado, Piauí, Maranhão e Tocantins, apresentaram os maiores índices de preservação: 92, 89 e 79%, respectivamente. As áreas de reflorestamento concentram-se principalmente nos estados de São Paulo, Goiás e Minas Gerais. As outras classes de uso da terra consideradas neste trabalho ocuparam áreas bem menos extensas: 889 mil hectares de área urbana e 7.870 hectares de área com mineração. A exatidão global do mapa final foi de 96,5%.

### Agradecimentos

Ao Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira do Ministério do Meio Ambiente, Banco Mundial/Global Environment Facility, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Agronegócio Brasileiro, pelo apoio financeiro, administrativo e técnico; aos técnicos e bolsistas, que auxiliaram na interpretação nas imagens de satélite: Aline Ferreira, Ana Carolina Silva, Anne Alves, Batazar Casagrande, Beatriz Florêncio, Carla Santos, Dayane Abreu, Edwin Rodríguez, Elaine Oliveira, Elaine Santana, Eristelma Silva, Fernanda Massuda, Gisele Amaral, Gustavo Bayma Silva, Gustavo Isac Oliveira, Heleno Bezerra, Manuel Ferreira, Marcus Vinicius Costa, Marina Vilela, Miriam Rodrigues Silva, Pedro Novaes, Mirna Silva, Raphael Borges, Rodrigo Carvalho, Sara Giffoni, Tatiana Prudente, Thaise Lopes e Valdir Steinke.

**Tabela 1.** Áreas (em hectares) ocupadas pelas diferentes classes de uso da terra nos estados cobertos pelo Bioma Cerrado (ano-base: 2002; área total do Cerrado: 204,7 milhões de hectares).

Estado	Cerrado <sup>(1)</sup> (%)	Cultura agrícola	Pastagem cultivada	Reflorestamento	Área urbana	Área com mineração	Total	Uso da terra (%)
PI	37	215.265	521.731	1.379	20.933	0	759.307	8
MA	65	356.028	1.901.655	27.171	35.876	0	2.320.731	11
TO	91	175.565	4.253.134	376.645	36.350	2.406	4.844.100	19
BA	27	1.572.701	2.257.253	125.869	11.892	0	3.967.715	26
MT	40	5.561.053	6.508.944	31.974	64.268	3.289	12.169.529	34
MG	57	2.122.452	11.838.147	1.302.344	171.832	1.889	15.436.664	46
GO	97	5.037.522	12.931.552	50.514	182.089	0	18.201.676	55
DF	100	137.455	119.749	3.504	101.853	0	362.561	62
MS	61	2.712.019	10.948.449	1.017.755	61.630	73	14.739.925	68
PR	2	83.534	103.739	66.697	1.892	0	255.863	68
SP	33	3.585.977	2.622.416	533.236	200.445	213	6.942.286	85
Total		21.559.571	54.006.770	3.537.088	889.059	7.870	80.000.357	39

<sup>(1)</sup>Percentagem do estado coberto pelo Bioma Cerrado.

## Referências

BRITES, R.S.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C.A.A.S. Verificação da exatidão em classificações de uma imagem orbital mediante a utilização de três índices. **Revista Árvore**, v.20, p.415-424, 1996.

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

IBGE. **Mapa de biomas do Brasil**. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>. Acesso em: 13 fev. 2007.

KLINK, C.A.; MOREIRA, A.G. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. (Ed.). **The**

**Cerrados of Brazil**. Nova Iorque: Columbia University Press, 2002. p.69-88.

SANO, E.E.; FERREIRA, L.G.; ASNER, G.P.; STEINKE, E.T. Spatial and temporal probabilities of obtaining cloud-free Landsat images over the Brazilian tropical savanna. **International Journal of Remote Sensing**, v.28, p.2739-2752, 2007.

SANO, E.E.; JESUS, E.T.; BEZERRA, H.S. Mapeamento e quantificação de áreas remanescentes do Cerrado através de um sistema de informações geográficas. **Sociedade e Natureza**, v.13, p.47-62, 2001.

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

---

Recebido em 1º de outubro de 2007 e aprovado em 20 de dezembro de 2007