

## AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE *CHANGE DETECTION* PARA O MONITORAMENTO SISTEMÁTICO DO CERRADO GOIANO

SIMONE DE ALMEIDA JÁCOMO NOGUEIRA<sup>11</sup>

LAERTE GUIMARÃES FERREIRA<sup>1</sup>

EDSON EIJY SANO<sup>2</sup>

YOSIO EDEMIR SHIMABUKURO<sup>3</sup>

Instituto de Estudos Sócio-Ambientais

Universidade Federal de Goiás

Campus Samambaia, Cx Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil

[jacomonogueira@hotmail.com](mailto:jacomonogueira@hotmail.com) , [laerte@iesa.ufg.br](mailto:laerte@iesa.ufg.br)

Embrapa Cerrados

BR-020 Km 18 Cx Postal 08.223 – 73301-970 – Planaltina – DF, Brasil

[sano@cpac.embrapa.br](mailto:sano@cpac.embrapa.br)

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Cx Postal 515 – 12201-970 – Sao José dos Campos – SP, Brasil

[yosio@ltid.inpe.br](mailto:yosio@ltid.inpe.br)

**Abstract.** It is estimated that 40% of the Cerrado, the second largest biome in South America, has been already converted. Therefore, the systematic monitoring of the vegetative cover becomes mandatory. In this study, we discuss the methodological approaches for such monitoring, on an operational and effective basis. Specifically, our study, in its beginning, intends to evaluate the use of change detection techniques, applied to both raw and enhanced Landsat imagery. In addition, the impact of seasonality on detecting changes will be assessed as well.

**Keywords:** cerrado, change detection, environmental monitoring.

### 1. Introdução

O Estado de Goiás, única unidade da federação totalmente inserida nos domínios do Cerrado, caracteriza-se como uma das formações de savana de maior biodiversidade do mundo, abrigando aproximadamente, 0,5% dos vertebrados existentes no planeta e 10.000 espécies de plantas<sup>2</sup>. Em se tratando de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, o Estado abrange parte considerável das nascentes de três grandes bacias hidrográficas (São Francisco, Araguaia/Tocantins e Paraná). Apesar desta posição estratégica sob o ponto de vista ambiental, cerca de 42,5 % do seu território já se encontram recobertos por pastagens cultivadas (Sano et al., 2001), e estima-se que aproximadamente 50.000 ha de Cerrado sejam desmatados anualmente<sup>3</sup>.

Dados de sensoriamento remoto, como aqueles fornecidos pelos satélites da série Landsat, com a sua visão sinóptica e cobertura repetitiva, oferecem o potencial para o monitoramento sistemático do bioma Cerrado no Estado de Goiás. Por outro lado, poucas têm sido as iniciativas neste sentido. Em fato, apesar de dois acervos Landsat completos em formato digital (2001 e 1997) terem sido adquiridos pelo Governo Estadual, o único mapeamento sistemático do uso e cobertura do solo para o Estado de Goiás foi realizado ainda no âmbito do projeto Radambrasil, na década de 70.

---

<sup>1</sup> - Mestranda em Geografia (IESA / UFG)

<sup>2</sup> - Dr. Leandro Gonçalves Oliveira; Dr. José Alexandre Felizola Diniz Filho (Instituto de Ciências Biológicas/UFG)

<sup>3</sup> - José de Paula (Diretor da Agencia Ambiental de Goias), comunicacao pessoal

Em parte, esta lacuna de informações se deve a necessidade de procedimentos metodológicos mais elaborados para a interpretação das imagens Landsat, e ao próprio volume de dados necessários ao recobrimento completo do Estado (23 cenas).

Neste sentido, esta pesquisa tem por objetivo geral o estabelecimento de protocolos que possibilitem o uso operacional de imagens Landsat para o monitoramento sistemático e detalhado do uso e ocupação do solo no Estado de Goiás. Objetivos específicos incluem:

- a) Avaliação de algoritmos de *change detection* para a identificação e quantificação de mudanças de estado e condições da superfície;
- b) Avaliação dos efeitos de contaminação atmosférica na quantificação destas mudanças;
- c) Avaliação da sazonalidade da vegetação do Cerrado sobre a identificação e quantificação das mudanças na superfície.

## 2. Áreas de Estudo

Este estudo está sendo conduzido em diferentes localidades na Região do Entorno de Brasília, e em particular em áreas próximas ao Município de Luziânia, o qual, no período entre 1995 e 2001 o número de pivôs de irrigação aumentou de 47 para 279<sup>4</sup>.

Por outro lado, o Parque Nacional de Brasília, com área aproximada de 30000 ha e localizado ao norte de Brasília, entre as latitudes S 15°35' e 15°45' e longitudes W 47°53' e 48°05', está servindo como área teste na avaliação e quantificação dos efeitos da sazonalidade e contaminação atmosférica sobre a detecção de mudanças na superfície.

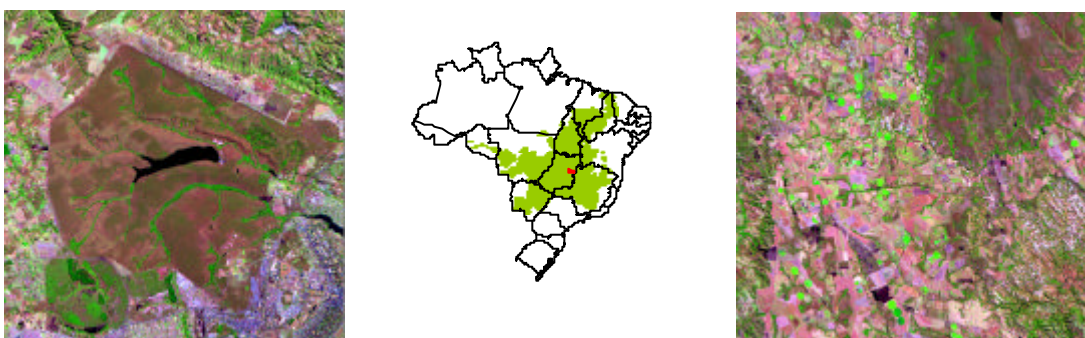


Figura 1

## 3. Aquisição e Processamento dos Dados Orbitais

Cinco cenas Landsat 5 e Landsat 7 estão sendo utilizadas neste estudo. Estas cenas correspondem à órbita 221 / 71 (WRS-II), passagens de 12 de julho e 29 de agosto de 1995 e 20 de julho, 21 de agosto de 2001 e 06 de setembro de 2001. Passagens próximas em um mesmo ano tem por objetivo avaliar os efeitos da sazonalidade da vegetação. Por outro lado, os efeitos de contaminação atmosférica estão sendo avaliados a partir das cenas obtidas em 12 de julho de 1995 e 20 de julho de 2001 transformadas para valores de reflectância através do código de simulações de transferência radiativa 6S e correções para espalhamento Rayleigh e absorções de ozônio (Vermote et al., 1997).

## 4. Métodos de Análise e Discussão

O método de *change detection* em análise é a subtração de imagens (Singh, 1989; Macleod e Congalton, 1998), considerando tanto as bandas individuais não realçadas (ex. banda  $S_{2001}$  –

<sup>4</sup> - Dados fornecidos pela Delegacia Regional de Fiscalização do Município de Luziânia – GO.

banda 5<sub>1995</sub>), quanto àquelas transformadas por índices de vegetação e modelos de mistura espectral:

$$Dx_{ij}^k = x_{ij}^k(t_2) - x_{ij}^k(t_1) + C$$

onde  $x_{ij}^k$  = valor do pixel para a banda K, I e j correspondem a posição do pixel na imagem,  $t_1$  = primeira data,  $t_2$  = segunda data e C é uma constante para produzir números digitais positivos.

A expectativa é de que a transformação destas imagens através do índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN) e índice de vegetação realçado (Huete et al., 1997), além de minimizar efeitos espúrios (contaminação atmosférica residual, diferenças na geometria de aquisição dos dados, etc) também favoreça a detecção de mudanças nas condições superficiais (ex. variações no vigor da vegetação devido à variações climáticas).

Quanto ao uso de modelos lineares de mistura espectral, a expectativa é de que estes evidenciem principalmente as mudanças de estado (ex. Cerrado strictu sensu [1995] → pastagem cultivada [2001]). A suposição neste caso é de que conversões das várias fisionomias de Cerrado para áreas de pastagem, por exemplo, resultem em estruturas menos complexas e com menor contribuição arbórea, e, portanto, passíveis de serem ressaltadas através das diferenças entre imagens\_fração sombra, solo ou vegetação.

A diferença entre bandas individuais, índices de vegetação ou imagens\_fração resultará em uma nova imagem, cujos valores digitais dos pixels inalterados são próximos de zero. A definição de um limiar de mudança, em relação ao qual um dado pixel pode ser considerado inalterado ou não, terá por base a correlação entre as imagens de 1995 e 2001, assumindo-se neste caso que o coeficiente de correlação (r) é proporcional ao número de pixels inalterados. Assim, para um valor de  $r = 0.75$ , e considerando que os pixels da imagem diferença apresentam uma distribuição aproximadamente normal, todos os pixels com valores entre zero e  $\pm 2\sigma$  seriam considerados inalterados.

A performance de cada uma destas imagens diferença quanto a detecção de mudanças (ex. Imagem\_Diferença<sub>IVDN</sub>, etc) será avaliada a partir da comparação, pixel a pixel, entre a Imagem\_Diferença em questão e a Imagem\_Referencia, um mapa de mudanças na cobertura em formato *raster*<sup>5</sup>, elaborado a partir da interpretação visual da cena 221 / 71 para os anos de 1995 e 2001. A partir da análise do erro médio quadrático (RMSE), por tipo de cobertura e mudanças associadas (ex. Cerrado strictu sensu (1995) → pastagem cultivada (2001)) e método (ex. diferença entre imagens\_fração “sombra”), bem como dos efeitos da sazonalidade e contaminação atmosférica, será possível determinar a acuidade, precisão e limitações destes procedimentos e estabelecer protocolos para o uso efetivo e operacional das imagens Landsat para o monitoramento sistemático da cobertura vegetal no Estado de Goiás.

## Referências

- HUETE, A. R.; LIU, H. Q.; BATCHILY, K. & LEEUWEN, W. V. 1997. A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. Remote Sensing of Environment, 59:440-451.
- MACLEOD, R. D. & CONGALTON, R. G. 1998. A quantitative comparison of change-detection algorithms for monitoring Eelgrass from remotely sensed data. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 64 (3), 207-216.
- SANO, E. E., BARCELLOS, A. O., and BEZERRA, H. S., 2001. Assessing the spatial distribution of cultivated pastures in the Brazilian savanna. Pasturas Tropicales, 22 (3), 2-15.
- SINGH, A. 1989. Digital change detection techniques using remotely-sensed data. International Journal of Remote Sensing, 10:989-1003.

<sup>5</sup> - Grid com resolução equivalente às imagens TM / ETM<sup>+</sup>

VERMOTE, E.F., TANRE, D., DEUZE, J.L., HERMAN, M., & MORCRETTE, J.J. 1997b. Second simulation of the satellite signal in the solar spectrum, 6S: An overview. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing 35 pp. 675-686.