

## Sistema Automático de Detecção de Desmatamentos para o Estado de Goiás a partir de Imagens Índices de Vegetação MODIS

Marisa Prado Gomes<sup>1</sup>  
Laerte Guimarães Ferreira Junior<sup>1</sup>  
Marcelo Cabral de Aguiar<sup>1</sup>  
Manuel Eduardo Ferreira<sup>1</sup>  
Nilson Clementino Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás – UFG/IESA  
Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento - LAPIG  
Caixa Postal 131 - 74001-970 - Goiânia - GO, Brasil  
marisaprado@yahoo.com

**Abstract.** In spite of its aggressive pace of land conversion, very few attempts have been made towards the systematic monitoring of the Brazilian Cerrado. With this respect, in this paper we present the change detection approach being implemented within the scope of the Integrated Deforestation Warning System for the State of Goiás (SIAD – GO). The expectation is that the change detection algorithm, based on the comparison of filtered MODIS vegetation index images of different dates and on the use of appropriate change thresholds, will be fully operational by June 2005.

**Palavras-chave:** MODIS vegetation index, Cerrado, change detection, índices de vegetação MODIS, Cerrado, detecção de mudanças.

### 1. Introdução

O Cerrado brasileiro, com aproximadamente 208 milhões de hectares (área contínua), um dos maiores e mais ricos ambientes de savana do mundo, é também um ecossistema ameaçado devido à severa conversão de terras para as atividades agropastoris. Em fato, o Cerrado é hoje o ecossistema brasileiro que tem sofrido a maior pressão em termos de uso e ocupação do solo, notadamente em Goiás e Mato Grosso do Sul (produtores de carne bovina), ou em Mato Grosso, com extensos cultivos de soja e milho, (IBGE, 1998).

Especificamente em relação ao Estado de Goiás, o qual abriga parte considerável das nascentes de três grandes bacias hidrográficas (São Francisco, Araguaia/Tocantins e Paraná), aproximadamente 42.5 % do seu território encontram-se recobertos por pastagens cultivadas (SANO et. al., 2001). Estimativas indiretas apontam que aproximadamente 50.000 ha da cobertura vegetal nativa sejam convertidas anualmente no Estado de Goiás, sendo que a maioria destes desmatamentos não segue as normas estabelecidas pelo código florestal (lei 4771 de 1965).

Neste contexto, foi firmado um convênio entre a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás – SEMARH e a Universidade Federal de Goiás - UFG com vistas ao desenvolvimento de um sistema voltado ao monitoramento sistemático da cobertura vegetal nativa do Estado.

Este sistema, denominado Sistema Integrado de Alerta de Desmatamentos (SIAD – Goiás) e em desenvolvimento no Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás (UFG/IESA), compreende os seguintes módulos e produtos: 1) Módulo de detecção automática de desmatamentos (identificação de desmatamentos, a partir do processamento do produto MOD13Q1); 2) Módulo de Legislação Ambiental (análise espacial da informação a partir de dados sócio-econômicos, ambientais e institucionais); 3) Módulo de

Análise de Impactos de Desmatamentos (geração de cenários futuros, com vistas à prospecção de áreas em risco de desmatamentos); 4) Módulo de Prospecção (Geração de mapas indicativos de áreas que poderão ser desmatadas no futuro - mapas de tendência); 5 - Módulo de Transferência de Informações (disponibilização de informações através de um portal na internet - SIAD-Goiás OnLine).

Especificamente, neste trabalho apresentamos o modelo lógico-conceitual e físico do módulo de detecção de desmatamentos, o qual se baseia no uso de dados MODIS (produto MOD13Q1).

## **2. Modulo de Detecção: Modelo Lógico-Conceitual**

O módulo de detecção e mapeamento de desmatamentos do SIAD baseia-se fundamentalmente na comparação de imagens MOD13Q1 (índices de vegetação com 250m de resolução espacial) consecutivas (i.e. data 1 – data 2). Esta comparação, realizada pixel a pixel por um algoritmo de subtração de imagens, se dá em função de um determinado limiar de mudança (ex. 10%) e nível de qualidade radiométrica dos pixels envolvidos, o qual é acessado através do conjunto de metadados que acompanha o produto MOD13 (Huete et. al., 2002).

Em relação aos índices de vegetação MODIS, está sendo utilizado o índice de vegetação realçado (EVI), haja vista a tendência do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) em superestimar a detecção de mudanças em áreas de Cerrado (Teixeira, 2004).

Quanto ao limiar de mudança e área mínima de detecção, até o momento foram avaliados limiares de 50, 42, 35 e 20% e área mínima de 50ha (Ferreira et al., 2004) . Por outro lado, estamos procedendo a uma análise de sensibilidade, através da qual o impacto do limiar de mudanças na detecção de desmatamentos em potencial está sendo avaliado a cada 5%. Quanto a uma definição mais precisa da área mínima de detecção, esta terá por base a análise da distribuição de frequência dos desmatamentos detectados a partir de imagens Landsat. Contudo, os parâmetros relativos ao limiar de mudança e área mínima de detecção serão avaliados e validados através de dados de campo.

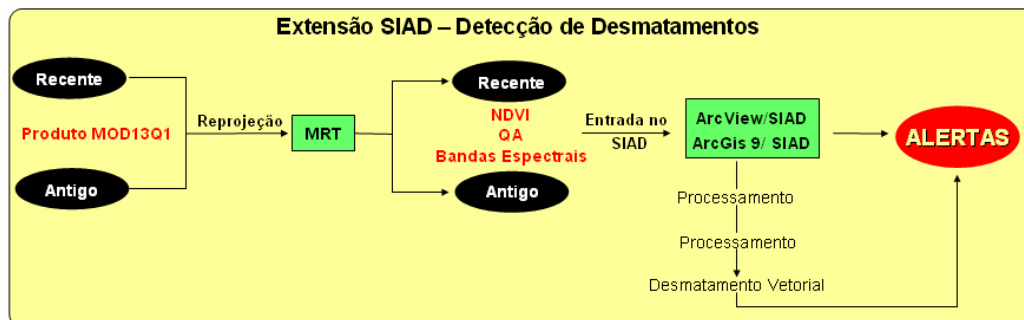
Um outro ponto importante a ser considerado diz respeito à frequência com que o sistema será executado (i.e. frequência de mapeamento: quinzenal, mensal ou sazonal). Uma avaliação neste sentido esta sendo realizada a partir de uma análise temporal da incidência de nuvens e focos de calor ao longo do ano, bem como a partir da análise da periodicidade dos pedidos de licenciamento de desmatamento solicitados aos órgãos ambientais do Estado de Goiás.

## **3. Modulo de Detecção: Modelo Físico (fluxo operacional)**

A etapa inicial do módulo exige a realização de seleção e *download* dos produtos MOD13Q1 para duas datas (antigo e recente), no site do Serviço Geológico Americano (USGS). Após o *download* das imagens (via *ftp*), os produtos MOD13Q1 (imagem EVI e respectivo metadado) são convertidos para o formato *tiff* e transformados para o sistema de coordenadas geográficas, utilizando-se neste processo o *software* de domínio público *Modis Reprojection Tool*.

Estas imagens são então analisadas através de um “script” (extensão SIAD) que opera sobre a plataforma *ArcGis 9.0*. Em um primeiro momento, as imagens EVI’s (i.e. data 1 e data 2, além dos respectivos metadados), com valores de pixels expressos em porcentagem (i.e. 0 a 100%), são filtradas quanto à ocorrência de nuvens e sombras. Esta filtragem baseia-se nas imagens *quality assurance* (qualidade), as quais são transformadas em imagens binárias para que sejam utilizados os *bit-fields* 14 (*shadow*), 10 (*mixed clouds*), 1 e 2 (*VI quality*).

O procedimento seguinte é a detecção das áreas onde ocorreram reduções de biomassa (i.e. desmatamentos), segundo um determinado limiar de mudança (ex. 20%) e área mínima de detecção. Na imagem resultante (imagem diferença) da subtração das duas imagens EVI (i.e. data anterior – data recente), os pixels que tiverem valores menores que o limiar previamente fornecido recebem valor zero (não alteração de biomassa ou aumento da biomassa), e os pixels que tiverem valores maiores que o limiar recebem valor 1 (perda de biomassa). A imagem binária resultante (com valores de pixels de 0 e 1) é vetorizada automaticamente, sendo que para cada polígono é atribuído um identificador único e as respectivas áreas calculadas em hectares.



**Figura 1.** Rotina de execução (modelo físico) do módulo de detecção de desmatamentos do Sistema Integrado de Alerta de Desmatamentos (SIAD).

#### 4. Considerações Finais e Resultados Esperados

O Estado de Goiás, apesar da economia fortemente apoiada na produção agropecuária, não possui até o momento de um mapeamento sistemático dos seus recursos naturais, ou de um programa específico de monitoramento da cobertura vegetal.

O alerta de desmatamento mensal aqui apresentado vem de encontro à esta lacuna, possibilitando, de forma exequível e operacional, não só a detecção, mas principalmente a prevenção e fiscalização de desmatamentos em curso. Para maiores informações sobre o Sistema Integrado de Alerta de Desmatamentos para o Estado de Goiás, visite <http://www.ufg.br/lapig>.

#### Referências

- Huete, A.R.; Didan, K.; Miura, T.; Rodrigues, E.; Gao, X.; Ferreira, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices (Special Issue). **Remote Sensing of Environment**, v. 83, p. 195-213, 2002.
- IBGE. 1998. **Censo Agropecuario de 1995/1996**. IBGE, Rio de Janeiro.
- Sano, E.E.; Barcelos, A.O. & Bezerra, H.S. 2001. Assessing the spatial distribution of cultivated pastures in the Brazilian savanna. **Pasturas Tropicales**, v. 22, n. 3, p. 2-15, 2002.
- Silva, E. T. J. B. **Utilização dos Índices de Vegetação do Sensor MODIS para Detecção de Desmatamentos no Cerrado: Investigação de Parâmetros e Estratégias**. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. 2004. 131 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal. 2004.