

Identificação de área plantada com cana-de-açúcar utilizando imagens MODIS, no estado de Goiás

Marina Rolim Bilich¹
André Luiz Farias de Souza Freitas²
Rogério Alves Barbosa da Silva²
Jansle Vieira Rocha³
Flávio André Cecchini Deppe⁴
Kauem Simões⁴
Michelle Cristina Araujo Picoli³
Maciel Lohmann⁴
Patrícia Mauricio Campos²

¹ Universidade de Brasília . Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária Caixa Postal 4508, 70.910970, Brasília, DF
maribilich@yahoo.com.br

² Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, CEP 70390-010, Brasília-DF
{ andrelfsouza, rtaguat, patymauricio }@gmail.com

³ Unicamp/Faculdade de Engenharia Agrícola, Caixa Postal 6011, CEP 13081-970
jansle@agr.unicamp.br
michelle.picoli@feagri.unicamp.br

⁴ Instituto Tecnológico SIMEPAR Caixa Postal 19100 – 81531-990 – Curitiba - PR, Brasil
{ deppe, kauem,marciel }@simepar.br

Abstract. With the global concern with climate change and attempts to reduce greenhouse gas emissions, the world community is trying to produce biofuel, to reduce the climate change process. Thus, the cultivation of sugar cane has been expanding in the world, as well as in Brazil. Thus, this study aimed to identify areas cultivated with sugar cane in the Goiás State, Brazil, in the 2007/2008 season. The methodology was developed based on four components: processing of MODIS images, dates of planting and harvesting, knowledge of the locations that were mapped and post-processing of MODIS images. The method was efficient and low cost for the identification of planted area with sugar cane to the state of Goiás. However, it is important to emphasize that the results are preliminary and still necessary to validate.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, agriculture, sensoriamento remoto, processamento de imagens, agricultura.

1. Introdução

A cultura da cana-de-açúcar está presente no território brasileiro por mais de 500 anos, contudo, nas últimas três décadas, a atividade avançou além da principal função da agricultura que é fonte alimentícia, para adentrar no universo da agroenergia.

Com a preocupação mundial com as mudanças climáticas e as tentativas de redução de gases de efeito estufa e parcial substituição de combustíveis fósseis, a comunidade mundial vislumbrou na produção de biocombustíveis, a saída para amenizar o processo de mudanças climáticas.

Dessa forma, o cultivo da cana-de-açúcar vem se expandido no mundo, bem como no Brasil. Sendo assim, o presente estudo objetivou identificar as áreas cultivadas com cana-de-açúcar no estado de Goiás na safra 2007/2008.

O mapeamento da cobertura vegetal utilizando o sensoriamento remoto, em particular de áreas agrícolas, é caracterizado pelas fortes dinâmicas do uso do solo (Sommer et al., 1998), como o preparo, cultivo e colheita. Estes ciclos agrícolas podem ocorrer em um breve

intervalo de tempo, o que torna a resolução temporal um fator importante, assim como a resolução espacial, já que as diversas culturas podem ocupar áreas com dimensões diversas. A utilização de um sensor que capte adequadamente pequenas diferenças nas respostas espectrais de diferentes alvos é também importante, já que a resposta espectral de uma cultura varia ao longo do ciclo e pode variar mais ainda em função do estado fitossanitário e das especificações do plantio.

Esse mapeamento pode ser realizado por diversos métodos, como a fotografia aérea bem como medidas a campo por meio de métodos de agrimensura, mas em função do alto custo e também o tempo gasto para realizar o trabalho é totalmente inviável para grandes áreas. A utilização de dados de sensoriamento remoto para o mapeamento de ambientes terrestres é uma das aplicações mais antigas desta técnica, já que geralmente é utilizada como subsídio para outros estudos, como os de monitoramento e estimativas (Jensen, 2000; Lillesand e Kiefer, 2000).

Com os avanços nas técnicas de sensoriamento remoto, é possível trabalhar com imagens de boa qualidade e que são disponibilizadas diariamente, permitindo o acompanhamento das culturas durante todo o período vegetativo. As imagens e dados dos sensores MODIS/TERRA e AVHRR/NOAA são exemplos de sistemas orbitais que podem ser de grande utilidade nesse caso devido ao custo de aquisição, abrangência espacial e disponibilidade diária de suas imagens e dados.

O sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), um dos cinco instrumentos a bordo do satélite TERRA (Programa Espacial Americano de Observação da Terra – EOS – AM - 1) teve a coleta de dados em fevereiro de 2000. Esse sensor apresenta particularidades interessantes para o acompanhamento de safras, inclusive para a estimativa de área da cultura de cana-de-açúcar, pois tem um elevado grau de re-visita, ampla cobertura espacial e espectral.

A partir dessas características da vegetação, pode-se utilizar o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) ou o EVI (*Enhanced Vegetation Index*) para o mapeamento e monitoramento de culturas.

Os métodos de previsão de safras quase sempre se baseiam em modelos tradicionais de pesquisa, como censos, entrevistas e questionários aplicados aos produtores, ou, muitas vezes são ancorados em análises de safras passadas, o que causa determinada demora na obtenção dos números finais e, conseqüentemente, aumenta a subjetividade em seus resultados. Fontana et al (2000) afirmam que a obtenção de dados confiáveis através dessa metodologia implica sempre em um alto grau de subjetividade, sendo mais lenta e onerosa. Assim, a previsão das safras torna-se cada vez mais importante e necessita de técnicas que possibilitem uma maior precisão. Um dos pilares da previsão de safras é a estimativa correta da área de qualquer cultura. O Brasil, por ser um país de grandes extensões com áreas agrícolas e estas sofrerem mudanças constantes; influenciadas dentre outros fatores pelo mercado e pelo clima, torna-se um dos principais gargalos da confiabilidade da previsão.

O Governo Brasileiro vem envidando esforços no sentido de aumentar a objetividade das previsões de safras. Neste contexto pode-se citar o Projeto Geosafra, da CONAB, o qual visa aperfeiçoar o sistema de previsão de safras no Brasil através da utilização de técnicas de geoprocessamento para o monitoramento das culturas, sendo desenvolvido em conjunto por governos, empresas e universidades. Conforme aponta Figueiredo (2005), o projeto Geosafra faz uso de geotecnologias como o sensoriamento remoto, GPS (*Global Positioning System*) e SIG (Sistemas de Informações Geográficas) no mapeamento e monitoramento das culturas, na aplicação de modelos agrometeorológicos nos prognósticos de rendimento.

Nesse sentido, as técnicas de sensoriamento remoto têm sido cada vez mais importantes na agricultura e podem ser úteis para diminuir a subjetividade dos métodos operacionais de previsão de safras como os utilizados no Brasil pela CONAB e pelo IBGE.

2. Metodologia de Trabalho

A metodologia utilizada para a identificação de áreas cultivadas (máscara) de cana-de-açúcar foi elaborada baseada em quatro componentes: processamento de imagens MODIS, calendário de plantio e colheita da Conab (Companhia Nacional de Abastecimento), conhecimento sobre as localidades que foram mapeadas e pós-processamento das imagens MODIS. O referido conhecimento sobre as áreas foi baseado em algumas fontes de informação como consultas aos técnicos da CONAB, conhecimento de campo e consulta ao *Google Earth*.

A área de estudo compreendeu o estado de Goiás (Figura 1).

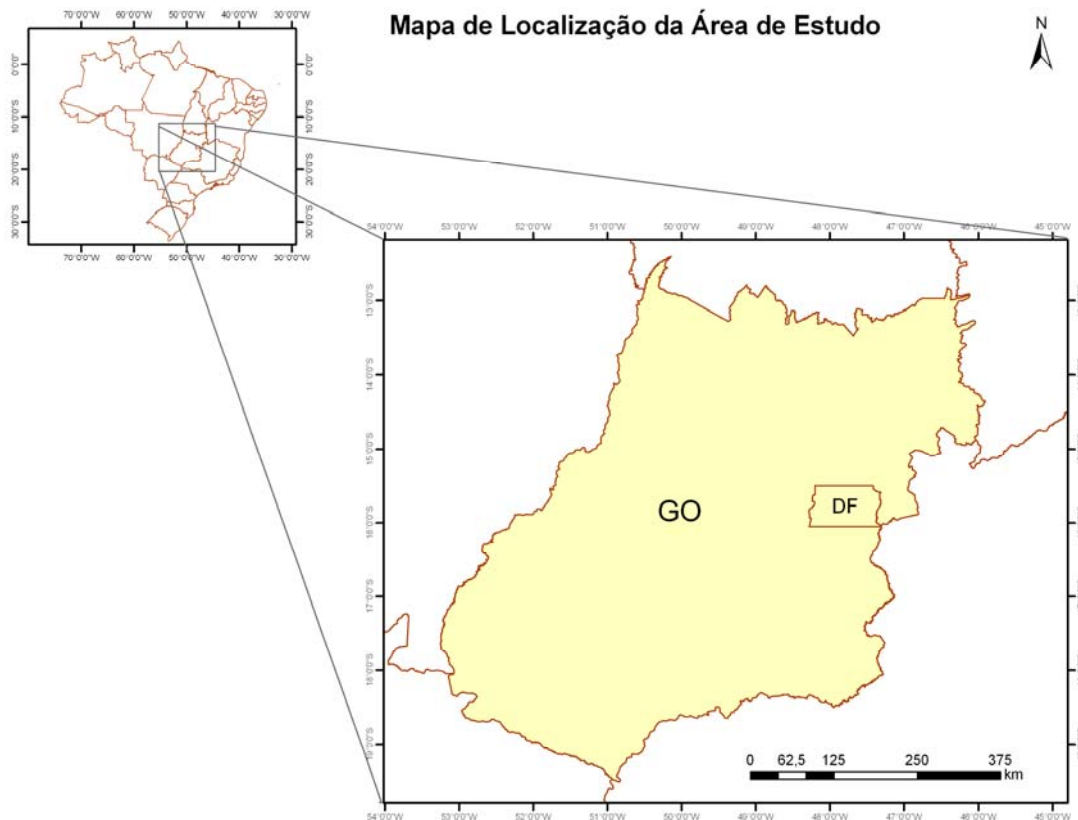


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

Máscara de Alvos Permanentes

A máscara de alvos permanentes (água e áreas urbanas) foi um passo importante na construção da máscara de cana-de-açúcar, devido à resposta espectral específica que estes elementos de cena desempenham durante a discriminação dos demais elementos. A máscara de alvos permanentes foi construída, utilizando o software Envi 4.4, com dados de EVI (*Enhanced Vegetation Index*) devido à maior sensibilidade que este índice apresenta, com relação ao NDVI, na caracterização de tipos de superfícies vegetadas. Além disto, a construção da máscara considerou a possibilidade de serem incluídas as áreas urbanas devido a pouca variação temporal que estes alvos apresentam. Após algumas investigações, os limiares foram definidos para a construção da máscara de água. O EVI pode ser obtido de acordo com a equações 1 e 2.

$$EVI = G * \frac{\rho_{NIR} - \rho_{VIS}}{\rho_{NIR} + (C_1 * \rho_{RED} - C_2 * \rho_{BLUE}) + L} \quad \text{ou} \quad EVI = G * \frac{\frac{\rho_{NIR}}{\rho_{VIS}} - 1}{\frac{\rho_{NIR}}{\rho_{VIS}} + (C_1 - C_2) * \frac{\rho_{BLUE}}{\rho_{VIS}} * \frac{L}{\rho_{RED}}}$$

As cenas utilizadas na elaboração da máscara de alvos permanentes foram obtidas na estação da seca. Para esta finalidade, foram dados de precipitação acumulada decenal do ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*), disponível gratuitamente na página do JRC (*Joint Research Center*) abrangendo todos os meses entre os anos de 2005 até maio de 2008. O período de inverno definido correspondeu às quinzenas iniciadas nos dias julianos 161, 177, 193 e 209.

Foram testados todos estes períodos, contudo, o período no qual foi obtido o melhor resultado para a máscara de alvos permanentes foi o 193 para o estado de Goiás. Este período não foi o que mostrou a menor precipitação acumulada, mas, foi o que melhor representou as superfícies de água e urbanas, permitindo a construção de uma máscara mais adequada de alvos permanentes (Figura 2).

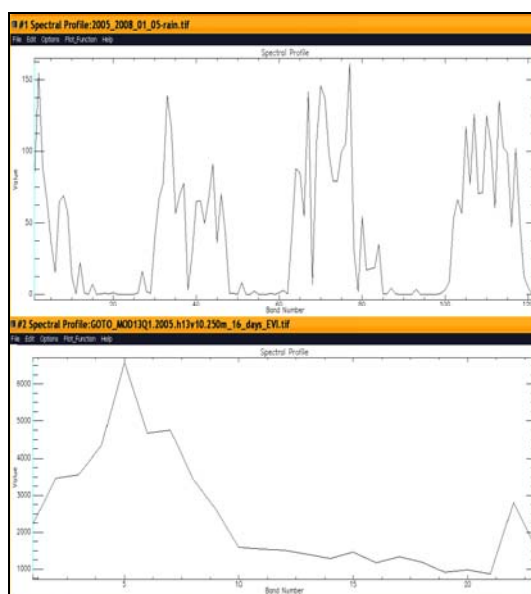


Figura 2. Avaliação temporal da chuva decenal acumulada e índice EVI para o ano de 2007, no município de Palmeiras de Goiás.

Processamento digital de imagens MODIS

Outro requisito para a elaboração das máscaras consistiu, em analisar apenas as áreas de mais expressivas em produção de cana de açúcar no estado de Goiás. Além disso, foi necessário construir uma máscara de alvos permanentes, para que estes tipos de superfície não interferissem nas imagens processadas.

Foram utilizadas imagens obtidas diariamente pelo sensor MODIS/TERRA dos períodos de plantio e pico vegetativo da cultura da cana-de-açúcar, sendo realizado o *download* dessas imagens para o período de plantio e máximo de vigor vegetativo, disponibilizadas na página do USDA - PECAD (*United States Department of Agriculture – Production Estimates and Crop Assessment Division*)

Depois de realizado o *download* foi realizado o processamento das imagens no MODIS *Reprojection Tools*, programa disponibilizado gratuitamente. Neste processamento inicial foi determinado o sistema de coordenadas/projeção cartográfica e construir o mosaico das cenas de recobrimento (*tiles*).

Calendário de Plantio

O calendário de plantio foi essencial para determinar os ciclos de desenvolvimento vegetativo de interesse no estado de Goiás. Tal calendário foi fornecido pela Gerência de Avaliação de Safras da CONAB.

A partir do calendário foram determinadas as imagens MODIS a serem utilizadas para o estudo das lavouras, pois cada é composta por informações de desenvolvimento vegetativo de um período de 15 dias (quinzenas julianas).

Conhecimento das áreas de interesse

Para a aferição das áreas mapeadas foram utilizados os dados de produção municipal do IBGE (2007) e dados de produção estadual que a CONAB elabora mensalmente. As áreas em estudo também foram verificadas no programa *Google Earth*, que, em alguns casos, fornece imagens de alta resolução atualizadas.

Pós-processamento das imagens MODIS

Esta etapa foi realizada utilizando o conhecimento prévio das datas que o calendário de plantio, pois as mesmas determinaram quais imagens MODIS seriam utilizadas para analisar o ciclo de desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar. Esse pós-processamento se resumiu a duas imagens produtórias de NDVI (máximos e mínimos valores de duas ou mais imagens de NDVI quinzenais).

Para a delimitação das áreas de interesse foi criado no programa ArcGis 9.2 um *buffer* de 50 km ao redor das usinas esmagadoras implantadas de cana-de-açúcar, no estado de Goiás. Por motivos de logística, as usinas usualmente percorrem uma extensão de até 60 km para transportar cana.

3. Resultados e discussão

A máscara de alvos permanentes, ou seja, de não cana-de-açúcar para o estado de Goiás pode ser observada na Figura 5. Verifica-se que há a identificação correta das grandes áreas alagadas como a represa de Serra da Mesa, no norte do estado, bem como das grandes aglomerações urbanas como a cidade de Brasília e entorno e Goiânia.

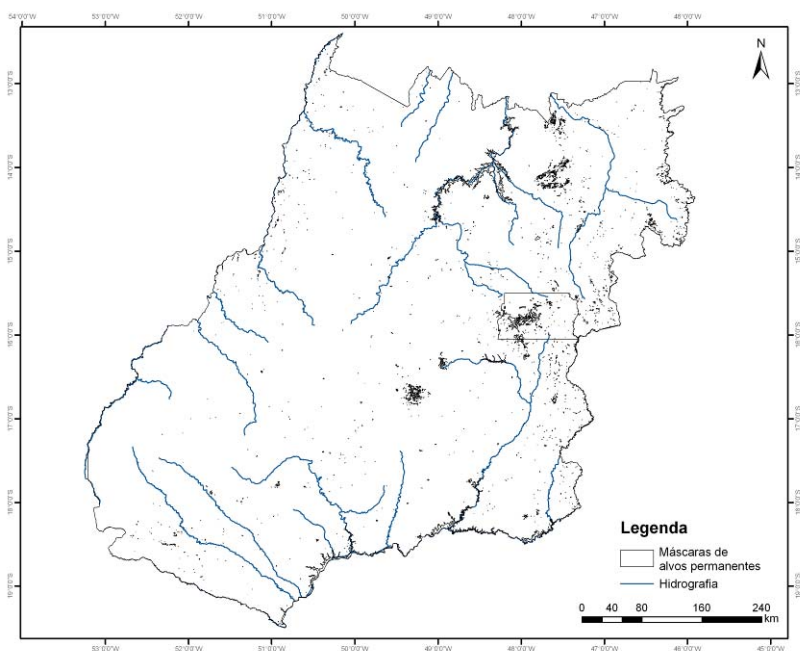


Figura 3. Máscara de água/urbana para os estados de Goiás do ano de 2007.

A Figura 4 mostra os detalhes da máscara de alvos permanentes para o Distrito Federal. Verifica-se o mapeamento do lago Paranoá, e as áreas urbanizadas. A figura 5 mostra a mesma área com imagem retirado do programa *Google Earth*.

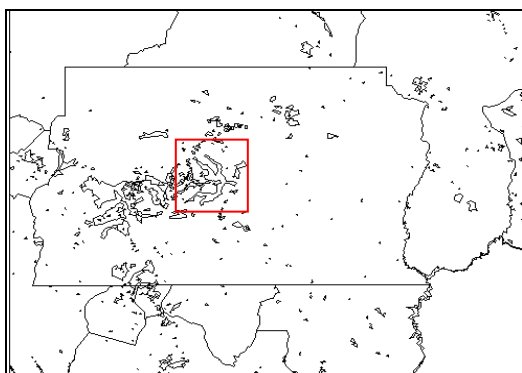


Figura 4. Máscara de água/urbana identificando as regiões urbanizadas e superfícies de água do Distrito Federal e vizinhança.

Figura 5. Vista do *Google Earth* as regiões urbanizadas e superfícies de água do Distrito Federal e vizinhança.

A criação da máscara de plantio de cana-de-açúcar considerou diversos fatores para que a mesma refletisse o padrão de comportamento esperado. Para isto, foi necessário avaliar de que forma parâmetros meteorológicos contribuíram no desenvolvimento das lavouras e também, informações sobre época de plantio e corte para a safra 2007/2008. De posse destas informações, os dados foram refinados no nível dos limiares de identificação.

A máscara de cana-de-açúcar para o estado de Goiás pode ser visualizada na Figura 6. A localização das usinas foi muito importante para a identificação das áreas cultivadas com cana, pois as usinas percorrem no máximo 60 km em busca de cana-de-açúcar, pois uma distância maior que essa não é economicamente viável.

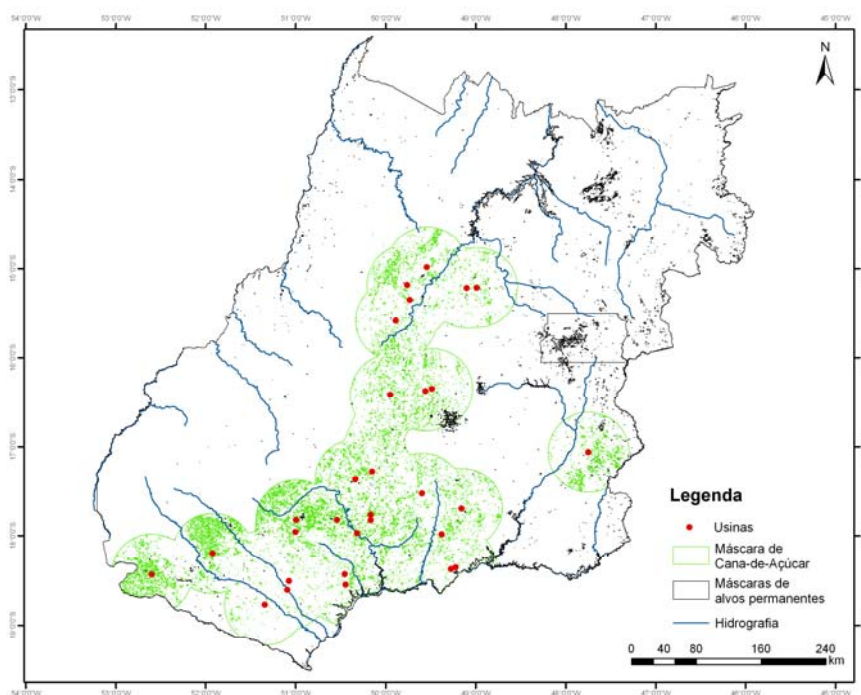


Figura 6. Máscara de cultivo da cana-de-açúcar para o estado de Goiás para a safra 2007/2008.

4. Conclusões

A cana-de-açúcar é uma cultura peculiar, pois o plantio e a colheita acontecem praticamente durante o ano todo, o que dificulta o mapeamento das lavouras por meio de sensoriamento remoto.

O método de extração das máscaras se mostrou eficiente e de baixo custo para a identificação de área plantada com cana-de-açúcar para o estado de Goiás. Contudo, é importante ressaltar que os resultados são preliminares e que ainda é necessário fazer a validação de campo, com a elaboração de matriz de erro para determinação do nível de confiança do mapeamento.

A metodologia se mostrou apta a identificar áreas cultivadas com cana-de-açúcar no estado de Goiás, mas necessita ser testada para outros anos no sentido de verificar se os parâmetros de corte apresentam pequenas variações ou sofrem intensas flutuações.

5. Agradecimentos

À Unicamp e ao Simepar por viabilizar o presente estudo e a toda equipe da Gerência de Geotecnologia da Conab.

Referências Bibliográficas

- Figueiredo, D. C. **Aperfeiçoamento do Sistema de Previsão de Safras da CONAB**. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/GEOSAFRAS/manuais/projetogeosafbras.pdf>. Acesso em: 05/11/2008.
- Fontana, D. C., Weber, E., Ducati, J., Figueiredo, D. C., Berlato, M. A., Bergamaschi, H. **Monitoramento e previsão de safras no Brasil**. Porto Alegre, 2000. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/artigos/safbras.pdf>. Acesso em: 01/11/2008.
- Jensen, J. R. **Remote sensing of the environment: an earth resource perspective**. New Jersey: Prentice Hall, 2000. 544p. ISBN 0-13-489733-1.
- Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. 4th ed. Madison: University of Wisconsin, 2000. 725p.
- Sommer, S.; Hill, J; Mégier, J. The potential of remote sensing for monitoring rural land use changes and their effects on soil conditions. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 67, p. 197-209, 1998.