



MODELO AGROMETEREOLÓGICO ESPECTRAL PARA ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE- GO

Thiago F. O. Spagnolo¹, André L. F. Souza², Lucas B. Fernandes³, Társis R. O. Piffer⁴

1 Biólogo, Consultor, Gerência de Geotecnologia, CONAB, Brasília, DF, Fone (0 xx 61) 3312-6380, thiago.spagnolo@gmail.com

2 Doutor em Meteorologia, Assessor, Gerência de Geotecnologia, CONAB, Brasília, DF

3 Estatístico, Analista de Mercado, Gerência de Geotecnologia, CONAB, Brasília, DF

4 Eng. Agrônomo, Gerente, Gerência de Geotecnologia, CONAB, Brasília, DF

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi desenvolver um modelo agrometeorológico espectral para a estimativa de produtividade no município de Rio Verde, Goiás. Os dados de entrada utilizados foram os valores de *Enhanced Vegetation Index* (EVI). A estimativa para o ano de 2013 foi de 89,97 toneladas por hectare.

PALAVRAS CHAVE: sensoriamento remoto, índice de vegetação, dados MODIS.

SUGARCANE YIELD ESTIMATION BY AN AGROMETEOROLOGICAL SPECTRAL
MODEL IN RIO VERDE MUNICIPALITY, GOIAS STATE, BRZIL.

ABSTRACT: The present paper aims to develop an agrometeorological spectral model used for sugarcane yield estimation in Rio Verde Municipality, Goiás state, Brazil. The model uses Enhanced Vegetation Index (EVI) as input data. In the year 2013 the yield estimation was 89,97 tons per hectare.

KEYWORDS: remote sensing, vegetation index, MODIS data.

INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira mostra-se em plena expansão, com incrementos anuais de produtividade obtidos por meio de avanço tecnológico, mostrando alta competitividade no mercado internacional (VIEIRA FILHO, et al., 2011). Atualmente, o Brasil é um dos principais produtores de energias renováveis do mundo, com destaque para o setor sucroalcooleiro, que representa hoje uma atividade agroindustrial de grande interesse econômico para países que buscam uma alternativa para os combustíveis fósseis.





A obtenção de informações mais detalhadas sobre sua distribuição espacial das atividades agrícolas torna-se imprescindível, pois essas atividades apresentam crescentes implicações econômicas, sociais e ambientais (OZDOGAN, 2010). A utilização de dados de sensores orbitais para caracterização dos estágios fenológicos dos cultivos, permite um estudo detalhado da variação espacial e espectral da vegetação ao longo do tempo (HUETE, 1997).

Os índices de vegetação vêm sendo utilizados para a detecção das variações sazonais da vegetação (COUTO JUNIOR et al., 2011; ROSEMBACK, 2010). Seu potencial tem sido aplicado na agricultura, identificando os estágios fenológicos dos cultivos agrícolas (SAKAMOTO et al., 2010; OZDOGAN, 2010). Dentre os principais índices, destacam-se o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) (ROUSE et al., 1973), *Enhanced Vegetation Index* (EVI), e o *Normalized Difference Water Index* (NDWI) (GAO, 1996).

O EVI minimiza o efeito dos aerossóis atmosféricos pixel por pixel, e permite melhorar o sinal de vegetação e reduzir influências da atmosfera e do solo. Esse índice é baseado em um modelo mais preciso de transferência radiativa do infravermelho próximo para dosséis incompletos, visando a remoção do efeito do ruído de fundo (HUETE, 1988).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é apresentar a calibração e a aplicação de um modelo agrometeorológico e espectral adaptado para estimar a produtividade da cana-de-açúcar para a safra 2013 no município de Rio Verde (GO) a partir dos dados de EVI do sensor MODIS.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é o município de Rio Verde, localizado na mesorregião do Sul Goiano, com extensão de 8.388,295 km² (Figura 1). Em 2011, a área colhida de Cana-de-açúcar no município foi de 14.300 hectares, com uma produção de 1.372.800 toneladas (IBGE, 2013). Atualmente, o Goiás é o terceiro maior produtor de cana-de-açúcar, sendo Rio Verde um dos principais produtores do estado e apresentando grande produtividade.

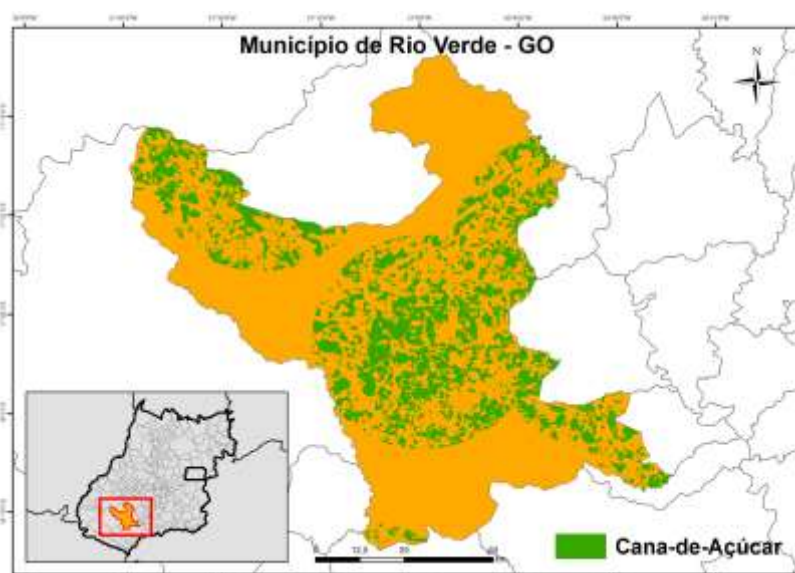


Figura 1: Área de Estudo: município de Rio Verde – GO





O recorte das áreas cultivadas com cana-de-açúcar em cada ano safra foi feito utilizando os mapeamentos feitos pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) para o período de 2000 a 2012. Tais mapeamentos priorizam áreas de produção industrial no entorno das usinas, tendo em vista que no Goiás mais de 80% da área colhida com cana-de-açúcar é própria das unidades de produção, sendo menos de 20% obtida de fornecedores independentes (Conab, 2013).

O índice utilizado neste trabalho foi o EVI, obtido a partir dos produtos MOD13Q1 do sensor MODIS (Moderate resolution Imaging Spectroradiometer). Os dados apresentam resolução espacial de 250 metros e temporal de 16 dias, são georreferenciados, corrigidos e corrigidos dos efeitos atmosféricos (WOLF et al., 2002; JUSTICE et al., 2002).

Os valores de EVI máximo e médio foram extraídos de cada imagem e organizados em sequência temporal, a fim de visualizar o comportamento espectro temporal das áreas de cana-de-açúcar. O modelo utilizou os dados de EVI máximo para calcular os valores de Produtividade Máxima Potencial (PM) para cada ano. O modelo apresentado foi adaptado a partir da equação proposta por Doorenbos e Kassam (1979), onde a produtividade estimada é calculada a partir dos valores de evapotranspiração real e evapotranspiração máxima.

$$\text{Produtividade Estimada} = PM * (1 - Ky(1 - (EVI_{med} / EVI_{max})))$$

$$PM = (FCAF * FR * PMB * RT * FPA)$$

Onde: FCC = Fator de Correção da Área Foliar; FR = Fator de Respiração da Cultura; PMB = Produção de Massa de Matéria Seca Bruta da cultura em 1 dia.; FPA = Fator de Produção Agrícola. RT = Resolução Temporal dos dados.

Os dados de EVI foram utilizados no modelo acima, gerando resultados de Produtividade Estimada Inicial, que, juntamente com os dados de produtividade do IBGE de 2001 a 2009, geraram os coeficientes “inclinação”, “interseção” e coeficiente determinação “R²”. Também foi calculado o coeficiente de correlação.

A estimativa de produtividade para 2013 utilizou dados da média histórica (2000 a 2013) para preencher os dados inexistentes (Hoogenboom, 2000). O presente modelo permite recalcular a Produtividade Estimada para 2013 a cada mês, pela incorporação de novos dados em substituição da média histórica, até o fechamento do ciclo. O resultado referente ao ano safra é dado a partir da soma de todas as produtividades parciais obtidas ao longo do ciclo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o município estudado, o valor do coeficiente de correlação foi de 0,72, indicando uma correlação forte entre os dados do modelo e os dados de referência. Já o coeficiente de determinação da regressão foi 0,522 (Tabela 1).

Tabela 1 - Coeficientes gerados na Calibração

Correlação	Inclinação	Interseção	R ²
0,7225	0,0061	72,2665	0,5220

Esses coeficientes foram então aplicados para os anos de 2010, 2011 e 2012 visando comparar os resultados obtidos verificar a coerência dos resultados do modelo (Tabela 2).





Tabela 2 – Resultados de Produtividade Estimada (toneladas por hectare) pelo modelo para os anos de 2010, 2011 e 2012, e comparação com os dados de referência

	2010	2011	2012
Produtividade Estimada	86	90	89
Rendimento IBGE	96	96	96
Diferença Prod Est / IBGE	-9,93%	-6,15%	-6,9%

A partir da tabela, percebe-se que a Produtividade Estimada pelo modelo se aproximou dos dados de referência, apresentando diferenças inferiores a 10% (em módulo) em todos os anos analisados.

Após a calibração e verificação dos resultados para o período, os coeficientes do modelo foram aplicados na estimativa de produtividade para o ano de 2013, obtendo-se 89,97 toneladas por hectare.

CONCLUSÃO

Observando os resultados obtidos com o modelo proposto, conclui-se que é possível estimar a produtividade da cana-de-açúcar a partir de dados de EVI do sensor MODIS. Os dados de EVI máximo mostraram-se adequados para o cálculo da Produtividade Máxima Potencial (PM), utilizada na calibração e validação do modelo. A partir da comparação entre as estimativas de produtividade geradas pelo modelo e os dados oficiais do IBGE, podemos considerar que os resultados da estimativa para o município de Rio Verde - GO foram satisfatórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Perfil do setor do açúcar e do álcool no Brasil**. Safra 2010/2011. Brasília, 2013.

COUTO JUNIOR, A., CARVALHO JUNIOR, O., MARTINS, E., SANTANA, O., SOUZA, V., & ENCINA, J. **Tratamento de ruídos e caracterização de fisionomias do Cerrado utilizando séries temporais do sensor MODIS**. Revista *Árvore*, vol. 35, p.699-705, 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. *FAO Irrigation and Drainage Paper* n. 33. FAO, Roma, 1979. 193p.

GAO, B.C. **NDWI – A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space**. *Remote Sensing of Environment*, vol.58, p.257-266, 1996.

HOOGENBOOM, G. **Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its applications**. *Agricultural and Forest Meteorology*, Volume 103, Issues 1-2, p.137-157, 2000.





HUETE, A.; LIU, H.Q.; BATCHILY, K.; VAN LEEUWEN, W. **A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS.** Remote Sensing of Environment, vol.59, p.440-451, 1997.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em: 10 fevereiro de 2013.

JUSTICE CO, TOWNSHEND JRG, VERMOTE EF, MASUOKA E, WOLFE RE, SALEOUS N, ROY DP & MORISETTE JT. 2002. **An overview of MODIS Land data processing and product status.** Remote Sensing of Environment, 83:3-15.

OZDOGAN, M. **The spatial distribution of crop types from MODIS data: temporal unmixing using independent component analysis.** Remote Sensing of Environment, vol. 114, p.1190-1204, 2010.

ROSEMBACK, R.; FERREIRA, N. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; CONFORTE, J. C. **Análise da dinâmica da cobertura vegetal na região sul do Brasil a partir de dados MODIS/Terra.** Revista Brasileira de Cartografia, v. 62, p. 401-416, 2010.

ROUSE JW, HAAS RH, SCHELL JA & DEERING DW. 1973. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS.** Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, Greenbelt: NASA SP-351, 301–317

SAKAMOTO, T.; WARDLOW, B.D.; GITELSON, A.A.; VERMA, S.B.; SUYKER, A.E. & ARKEBAUER, T.J. **A two-step filtering approach for detecting maize and soybean phenology with time-series MODIS data.** Remote Sensing of Environment, vol. 114, p.2146-2159, 2010.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; GASQUES, J.G.; SOUSA, A.G. **Agricultura e crescimento: cenários e projeções.** Textos para Discussão, n. 1642. Brasília, IPEA, 2011. 38p.

WOLFE RE, ROY DP & VERMOTE E. 1998. **MODIS land data storage gridding and compositing methodology: level 2 grid.** IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 36:1324-1338.

