

# Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária: Anais

Instrumentação  
Agropecuária  
2007/2008

*ISSN 2358-9132*

*Novembro, 2014*

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Instrumentação  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**Simpósio Nacional de  
Instrumentação Agropecuária  
Anais do SIAGRO**

**Ciência, Inovação e Mercado 2014**

18 a 20 de Novembro de 2014

**Editores:**

Carlos Manoel Pedro Vaz  
Débora Marcondes Bastos Pereira Milori  
Silvio Crestana

São Carlos, SP  
2014





## **USO DO NDVI PARA MONITORAMENTO DE REBOLEIRA: ESTUDO DE CASO EM UM CANAVIAL PAULISTA**

*A.M.X. Fiorentin<sup>1</sup>, G.D. Scarpinella<sup>2</sup>, R.B. Miranda<sup>1</sup>, F.F. Mauad<sup>1</sup>*

(1) Universidade de São Paulo, USP, Avenida Trabalhador São-Carlense, 400, 13566-590, São Carlos, SP,  
ailton.fiorentin@gmail.com, eng.renato.miranda@gmail.com, mauadffm@sc.usp.br

(2) Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, Rodovia Washington Luís, Km 235, 13565-905, São Carlos,  
SP, 13565-905, gscarpinella@gmail.com

**Resumo:** O emprego de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica – SIG – na agricultura tem sido cada vez mais constante, uma vez que estas auxiliam na resolução de problemas através de uma ótica e escala diferentes. No presente estudo, foi aplicada a técnica conhecida como *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI – em um talhão cultivado com cana-de-açúcar, no município de Bocaina (SP), onde consta uma mancha (reboleira) que foge ao padrão do restante da área. A partir da aquisição de 3 imagens Landsat 8, em períodos pluviométricos distintos (janeiro, abril e agosto de 2014) e a aplicação do NDVI à sequência mostram uma diferença na coloração da reboleira, diferente da área restante do talhão, caracterizada pelo estresse hídrico sofrido na época de seca. Tal diferença pode ser atribuída à geologia local ou característica edáfica específica de solo raso.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar, Sistema de Informações Geográficas, NDVI, reboleira, Bocaina.

### **USE OF NDVI FOR THE MONITORING OF REBOLEIRA: A CASE STUDY IN A SUGARCANE PLANTATION IN SÃO PAULO STATE**

**Abstract:** The tools of Geographic Information System - GIS - have been constantly used in agriculture, as they help solve problems from different perspectives and scales. This paper reports on the application of the technique known as Normalized Difference Vegetation Index - NDVI - in a field cultivated with sugar cane in the municipality of Bocaina (SP), which contains a patch ("reboleira") that escapes the standard of the rest of the area. Three Landsat 8 images acquired in different precipitation periods (January, April and August 2014) and NDVI showed a variation in the Reboleira coloration different from that of the remaining area of the field and characterized by the water stress suffered during the dry season. Such a difference can be attributed to the local geology or the specific edaphic characteristic of the shallow soil.

**Keywords:** sugarcane, Geographic Information System, NDVI, reboleira, Bocaina.

### **1. Introdução**

Atualmente há um interesse crescente em agricultura de precisão e no desenvolvimento de ferramentas e sistemas para monitoramento. A intensificação de novas tecnologias na agricultura tem, cada dia mais, se mostrado predominante para garantir maiores produtividades. Portanto, monitorar e conhecer a dinâmica espaço-temporal da agricultura é uma questão estratégica, dado que o agronegócio brasileiro corresponde a aproximadamente 25% do PIB nacional (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA, 2014).

Segundo Coutinho *et al.* (2012), a importância estratégica dessas questões para o Brasil despertou o interesse em várias instituições nacionais, há quase duas décadas, no desenvolvimento de métodos e ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, com o objetivo de viabilizar o mapeamento e monitoramento sistemático da atividade agrícola em toda a extensão do território nacional.

Além do país, pesquisadores de outras nacionalidades usaram o sensoriamento remoto para estimar parâmetros das culturas, como radiação fotossinteticamente ativa e índice de área foliar (BARET *et al.*, 1991), conteúdo de clorofila nas folhas (TUMBO *et al.*, 2002), cobertura do solo (BOISSARD *et al.*, 1992), acumulação total de matéria seca (TUCKER *et al.*, 1981), conteúdo de água (WAHEED *et al.*, 2006), produtividade (FISCHER *et al.*, 1993) e conteúdo de nitrogênio (SOLIE *et al.*, 2002), além de outras propriedades químicas da vegetação (FRASSON *et al.*, 2007).

Uma das ferramentas mais utilizadas para o monitoramento remoto e acompanhamento de safra, iniciou-se com Rouse *et al.* (1973). Trata-se do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*). Neste trabalho, os pesquisadores correlacionaram duas bandas espectrais que melhor respondiam ao comportamento da vegetação, assim como a diminuição das influências da atmosfera e das variações sazonais do ângulo do Sol.

O NDVI é importante no estudo de vegetação, pois evidencia e caracteriza, com o auxílio de imagens de satélite, o vigor e a tipologia da vegetação de uma determinada área. O seu cálculo é realizado a partir da diferença entre as reflectâncias das bandas do infravermelho próximo (*Near-Infrared Reflectance - NIR*) com a banda do visível - vermelho (Red), dividido pela soma das reflectâncias dessas duas bandas, conforme apresentado na Equação 1 e Figura 1.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

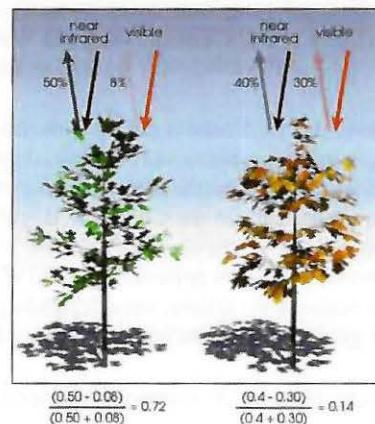


Figura 1. Representação das frações de luz para o cálculo do NDVI. Fonte: Earth Observatory (2014).

Como é possível observar através da Figura 1, a vegetação com maior vigor (à esquerda) absorve a maior parte da luz visível que recebeu e reflete uma grande parte da luz infravermelha. Já a vegetação mais senescente<sup>1</sup> e/ou esparsa (à direita) reflete a luz visível e menos luz no espectro infravermelho próximo. Sendo importante destacar que estes números são apenas ilustrativos.

O raster resultante da Equação 1 varia de -1 a 1, sendo que quanto maior o índice, maior a biomassa do alvo. E quanto menor o índice, menores (ou há a ausência) os alvos clorofílicos.

O presente estudo traz como objetivo a investigação de um talhão de cana-de-açúcar em Bocaina/SP, através do emprego do NDVI, visando o diagnóstico da baixa produtividade de uma reboleira<sup>2</sup>.

## 2. Materiais e Métodos

A área estudada se localiza no município de Bocaina, próximo ao centro geográfico do estado de São Paulo (Figura 2). A economia do município está assentada na lavoura predominantemente canavieira, com uma usina de açúcar e álcool, e na produção de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como luvas, aventais e outros, fabricados através de raspas de couro.

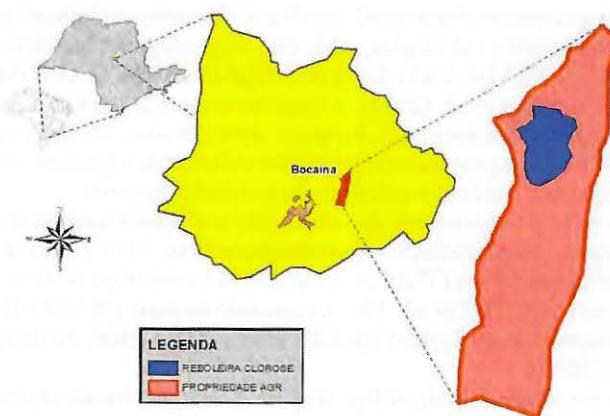


Figura 2. Localização da área em estudo.

1 “Nessa fase, as flores ou as inflorescências apresentam descoloração e os estames já estão murchos e escurecidos” (EM-PRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2014).

2 “Área contínua com formato irregular maior que 600 m<sup>2</sup>, no interior da qual a sobrevivência seja menor que 40%” (CELULOSE NIPO-BRASILEIRA - CENIBRA, 2014).

A base cartográfica foi constituída por imagens de satélite Landsat 8, coletadas em meses chuvosos (maior vigor das plantas) e seca (menor vigor), de forma a identificar estresses hídricos.

Inicialmente, foi identificada uma reboleira com variação de biomassa em um canavial da região de estudo. Tal ocorrência motivou uma investigação com o intuito de buscar resposta para tal mudança de padrão. Para tanto, buscou-se imagens recentes com datas que representassem variações de umidade do solo e precipitação. É sabido que o período chuvoso nesta região ocorre entre os meses de outubro e março, e o período de seca nos demais meses. Em uma pesquisa de imagens Landsat 8 (UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS, 2014), foram coletadas as imagens dos dias:

- d) Data do imageamento satélite Landsat 8 – 30.01.2014;
- e) Data do imageamento satélite Landsat 8 – 04.04.2014;
- f) Data do imageamento satélite Landsat 8 – 10.08.2014.

### 3. Resultados e Discussão

A partir das imagens coletadas da região de estudo, foi realizado o modelo NDVI como ferramenta para análise da variação de biomassa, como apresentado na Figura 3.

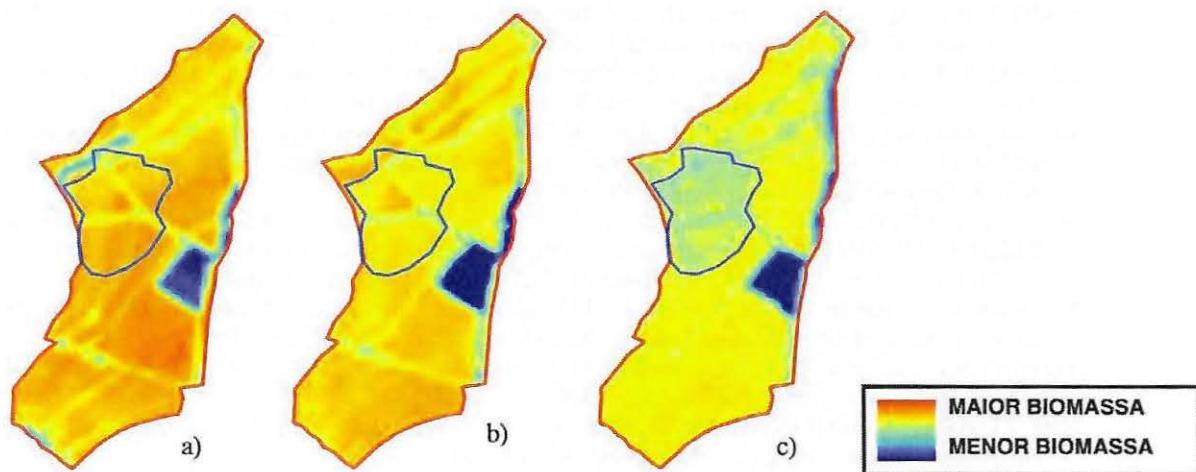


Figura 3. Área de estudo, com a combinação das bandas 6/5/4 em três diferentes datas: a) imagem do dia 30.01.2014, b) imagem do dia 04.04.2014 e c) imagem do dia 10.08.2014. Fonte: Elaborado pelos autores, a partir das imagens de USGS, 2014.

As datas para seleção das imagens foram determinadas a partir dos meses chuvosos por meio de uma estação hidrometeorológica localizada no município de Jaú.

A região em destaque na Figura 3 ilustra a variação de biomassa no período analisado. A variabilidade de biomassa é representada pela mudança de coloração entre o azul para o vermelho, sendo as cores quentes a representação de maior biomassa, enquanto que as cores frias representam a baixa biomassa da cultura.

A imagem “a” é datada de 30.01.2014, época em que a precipitação é mais acentuada; A imagem “b” representa a época de final do período chuvoso; A imagem “c” apresenta a região em período de seca. Fica clara, por diferença de coloração, que este trecho apresenta uma resposta diferente quanto à sua produção de biomassa. Tal fato demonstra ter havido um decréscimo de biomassa e aumento de vegetação senescente (folhas secas). Este decréscimo de biomassa pôde ser atestado através de observação direta em campo.

### 4. Conclusões

A aplicação da técnica NDVI mostrou-se interessante para a análise pretendida, apontando de forma clara a diferente resposta que a mancha estudada apresentou nos diferentes períodos de análise. Esta técnica é também uma alternativa para avaliação e tomada de decisão do manejo de áreas. Seu custo é reduzido, uma vez que a aquisição de imagens Landsat pode ser feita gratuitamente pela internet.

A partir dos resultados obtidos pelo NDVI e por observação direta no local analisado, pôde-se constatar que este problema é consequência de um estresse hídrico. Condições edáficas de um solo mais raso podem ser o resultante desta produtividade inferior detectada. Por tal característica, a umidade do solo apresenta-se mais suscetível às variações climáticas, interferindo diretamente na produtividade agrícola desta reboleira.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Universidade Federal de São Carlos

(UFSCar) e ao Núcleo de Hidrometria do Centro de Ciências da Engenharia Aplicada ao Meio Ambiente da Escola de Engenharia de São Carlos (USP).

## Referências

- BARET, F.; GUYOT, G. Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. *Remote Sensing of Environment*, v.35, p.161-173, 1991.
- BOISSARD, P.; POINTEL, J.G.; TRANCHEFORT, J. Estimation of the Ground Cover Ratio of a Wheat Canopy Using Radiometry. *Intern. Journal Remote Sensing*, v.13, n.9, p.1681-1692, 1992.
- CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – ESALC/USP. 2014. Disponível em : <[http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea\\_PIB\\_BR\\_dez13.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_PIB_BR_dez13.pdf)>. Acesso em : 30 ago. 2014 .
- COUTINHO, A.C. et al. Avaliação de metodologia para o mapeamento e monitoramento da agricultura brasileira. *Anais 4º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, Bonito, MS, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 364 -372. 2012.
- EARTH OBSERVATORY. Representação das frações de luz - NDVI. 2014. Disponível em: <[http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring\\_vegetation\\_2.php](http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php)>. Acesso em: 31 ago. 2014.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Glossário. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2014. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies\\_arboreas\\_brasileiras/arvore/CONT000g08hphpk02wx5ok026zxpg7c9wrkm.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies_arboreas_brasileiras/arvore/CONT000g08hphpk02wx5ok026zxpg7c9wrkm.html)>. Acesso em: 30 ago. 2014.
- FISHER, R.A.; HOWE, G.N.; IBRAHIM, Z. Irrigated Spring Wheat and Timing and Amount of Nitrogen Fertilizer. I. Grain Yield and Protein Content. *Field Crops Research*, v.33 p.37-56, 1993.
- FRASSON, F. R. et al. Quantificação de falhas de plantio em cana-de-açúcar utilizando um sensor ótico ativo. *Anais XIII Simp. Bras. de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, p. 197-203. 2007.
- ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: *Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium*, 3., Washington, D. C., Proceedings. NASA, Goddard Space Flight Center, 1973. v. 1, p. 09-317.
- SOLIE, J.B.; STONE, M.L.; RAUN, W.R.; JOHNSON, G.V.; FREEMAN, K.; MULLEN, R.; NEEDHAM, D.E.; REED, S.; WASHMON, C.N. Real-time sensing and N fertilization with a field scale GreenSeeker applicator. In: *7th International Conference on Precision Agriculture*, Anais, Minneapolis, MN, 2002.
- TUCKER, C.J.; HOLBEN, B.N.; ELGIN Jr., J.H.; McMurtrey, J.E. Remote Sensing of Total Dry-Matter Accumulation in Winter Wheat. *Remote Sensing of Environment*, v.11, p.171-189, 1981.
- TUMBO, S.D.; Wagner, D.G.; Heinemann, P.H. Hyperspectral characteristics of corn plants under different chlorophyll levels. *Transactions of the ASAE*. v.45, n.3, p. 815-823, 2002.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS. Imagens Landsat 8 do local de estudo. 2014. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/>>. Acesso em: 15 ago. 2014.
- WAHEED, T.; BONNELL, R.B.; PRASCHER, S.O.; PAULET, E. Measuring performance in precision agriculture: CART – A decision tree approach. *Agricultural Water Management*. Paper No. 2209, 13p. 2006.