



## MONITORAMENTO AGRÍCOLA COM USO DE IMAGENS DE SATÉLITE E DADOS METEOROLÓGICOS

D. C. FIGUEIREDO<sup>1</sup>, T. R. O. PIFFER<sup>2</sup>, F. A. S. LIMA<sup>3</sup>, A. L. F. SOUZA<sup>4</sup>, M. R. SILVA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Físico, M.Sc. em Sensoriamento Remoto, Analista de Sistemas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Brasília-DF - divino.figueiredo@inmet.gov.br, Fone: (61) 2102 4880.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo; Gerente da Área de Geotecnologias; CONAB; Brasília - DF.

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo; Analista; CONAB/Gerência de Geotecnologias; Brasília - DF.

<sup>4</sup> Eng. Elétrico, Doutor em Meteorologia e Sensoriamento Remoto; Assessor de Programas; CONAB/Diretoria de Política Agrícola e Informações, Brasília - DF.

<sup>5</sup> Doutoranda em Geografia, Assessora Técnica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 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 é apresentar o sistemático monitoramento agrícola realizado no âmbito da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), fornecendo informações agrícolas para suporte ao governo brasileiro e à comunidade do agronegócio nas estimativas de safras, nas análises de mercado, na gestão de estoques e na logística de transporte de produtos agrícolas. A metodologia consiste na análise de dados e imagens de satélite e de condições meteorológicas recentes, a fim de analisar os padrões de desenvolvimento das lavouras no ambiente agrícola brasileiro, inferindo anomalias de queda e/ou de aumento do potencial de produtividade dos cultivos. São utilizadas imagens MODIS para obtenção do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), além de dados meteorológicos e de prognósticos de probabilidade de chuvas no território nacional. Os resultados são disponibilizados em boletins quinzenais mostrando um diagnóstico detalhado da situação atual das lavouras de grãos nas principais regiões produtoras do Brasil. Por meio de imagens de satélites e de dados meteorológicos submentidos a adequados tratamentos, o sensoriamento remoto e a meteorologia têm sido eficientes fontes de dados objetivos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sensoriamento Remoto, Meteorologia, Monitoramento Agrícola.

## AGRICULTURAL MONITORING WITH SATELLITE IMAGES AND METEOROLOGICAL DATA

**ABSTRACT:** The purpose of this work is to present the agricultural systematic monitoring carried out within the framework of the National Food Supply Company (Conab) and the National Meteorological Institute (INMET) producing agricultural information to support to the Brazilian Government and agribusiness community, on crop forecasting, market analysis, commodity stock exchange, and logistic for transportation of agricultural products. The methodology consists in to analyze data and satellite images and recent weather conditions in order to obtain current information of crop development patterns in Brazilian agricultural environment and, infer anomalies of decrease and/or increase of crop yield potential. As data source are used MODIS images to obtain the Normalized Difference Vegetation Index





(NDVI), and also weather data in the country. The results are reported each 16 days in bulletins showing a detailed diagnosis of the current situation of main grain crops at main producers regions in Brazil. The remote sensing through satellite images, using appropriate treatments, and meteorological data, has been promising sources of objective data.

**KEYWORDS:** Remote sensing, Meteorology, Agricultural Monitoring.

## INTRODUÇÃO

No ano safra 2012/2013, o Brasil plantou mais de 53 milhões de hectares em grãos com uma produção superior a 184 milhões de toneladas (Conab, junho/2013). A cana-de-açúcar ficou próximo aos 9 milhões de hectares com mais de 650 milhões de toneladas. Outras culturas como o café e frutas também são expressivas. Além da dimensão, o ambiente agrícola brasileiro constitui-se de grande diversidade regional no que diz respeito às condições climáticas, às práticas agrícolas, às aptidões dos solos, aos calendários de plantio e aos ciclos dos cultivares. Trata-se, portanto, de ambiente em que o monitoramento agrícola é complexo. Para fazer frente a este desafio, a Conab, com apoio do INMET, tem dedicado esforços na busca de novas ferramentas. As geotecnologias têm auxiliado a Companhia nesta tarefa. Há alguns anos faz uso de imagens de satélite, de dados meteorológicos e de geoprocessamento com o propósito de aprimorar informações agrícolas para a tomada de decisões. O presente trabalho de monitoramento agrícola é um dos componentes de suporte à estimativa de safras, análise de mercado e gestão de estoques. O monitoramento conta com a participação da Conab e do INMET através do Laboratório de Análise e Interpretação de Imagens de Satélite que constitui iniciativa conjunta formalizada por Acordo de Cooperação Técnica das duas Instituições.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho é voltado ao uso de ferramentas e de material disponíveis para análise e avaliação das condições de desenvolvimento das lavouras. As fontes de dados são imagens MODIS disponibilizadas via internet pelo projeto GLAM (Global Agricultural Monitoring – USDA/NASA/UMD) e também de dados meteorológicos e de prognóstico de probabilidade de chuvas no território brasileiro, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados obtidos no GLAM são do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN). Este índice é calculado a partir dos espectros visível e infravermelho do sensor MODIS nos comprimentos de onda de (0.6-0.7 $\mu$ m) e (0.7-1.1 $\mu$ m) respectivamente. A partir de imagens diárias são elaboradas composições de imagens obtidas em intervalos de 16 dias, (HUETE, A. et al., 1999). O IVDN é um bom indicativo do estado de desenvolvimento das culturas, uma vez que permite inferir a atividade fotossintética da planta. Quanto maior for o valor do IVDN, mais promissora será a expectativa do potencial de produtividade das lavouras. Com a possibilidade de ser repetido frequentemente, esse processo de monitoramento por imagens torna-se adequado para avaliar a expectativa de rendimento de culturas, acompanhando-as continuamente nos períodos das safras. A unidade geográfica



adotada é a mesorregião brasileira, tendo em vista possibilitar um nível de detalhamento adequado ao monitoramento de lavouras. O monitoramento é realizado nas mesorregiões mais expressivas na produção de grãos. Entre os recursos utilizados no monitoramento estão: a) Mapas de anomalias do índice de vegetação das lavouras de grãos; b) Gráficos da quantificação de unidades de área (pixel) das imagens, em função de seus valores do IVDN; c) Gráficos da evolução temporal do desenvolvimento das lavouras; d) Gráficos de chuva diária acumulada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como produto do trabalho, são gerados quinzenalmente Boletins de Monitoramento Agrícola em formato e linguagem de fácil interpretação que são disponibilizados no site da Conab: [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br). A seguir são apresentados mapas, gráficos e análise das áreas de cultivo em apenas uma das mesorregiões monitoradas, apenas a título de ilustração.

### Anomalia do IVDN

Os mapas contendo a divisão municipal da região permitem uma análise detalhada da anomalia no padrão de desenvolvimento das lavouras nos períodos monitorados. As áreas em tons de verde são de anomalia positiva e as demais cores indicam anomalia negativa.



Figura 1 - Mapas de anomalia do IVDN em relação à média histórica, no Centro Ocidental do Paraná. (a) 2 a 17 de dezembro/2012; (b) 2 a 17 de fevereiro/2013.

Os mapas da Figura 1 mostram as anomalias das respostas ao IVDN das áreas de cultivo na safra atual, em relação à média dos anos de 2000 a 2013, em 2 períodos distintos. No mapa (a), onde há predomínio das cores de tons verde, mostra que no período de 2 a 17 de dezembro de 2012 as lavouras apresentaram padrão de desenvolvimento bem superior ao da média histórica, em praticamente todos os municípios da região. Esta situação indica que as lavouras principalmente soja e milho, apresentaram naquele período, bom padrão de desenvolvimento. O mapa (b) acusa anomalia negativa da safra atual em relação à média (2000-2013), no período de 2 a 17 de fevereiro, em quase todos os municípios. Esta situação que, a princípio poderia indicar quebra de produtividade, na verdade retrata a tendência de



substituição das culturas de ciclo longo por outras de ciclo curto, principalmente a de soja. Naquele período de 2 a 17 de fevereiro deste ano a soja precoce estava praticamente toda colhida enquanto que historicamente, neste mesmo período, a soja de ciclo longo ainda estava na fase de enchimento de grãos, época em que a atividade fotossintética da cultura é alta. Assim, conclui-se que esta forte anomalia negativa decorre da diferença da cobertura vegetal em anos-safra distintos e não de quebra de rendimento agrícola.

### Quantificação de áreas de cultivo

O gráfico abaixo (denominado histograma) dá uma visão sinótica da extensão das áreas de cultivo em relação ao padrão de desenvolvimento das lavouras. Os dados possibilitam efetuar cálculos ponderados considerando a quantidade de lavouras (representadas pelos pixels de 6,25 ha) em cada uma das faixas de valores de IVDN, distribuídas no eixo horizontal do gráfico.

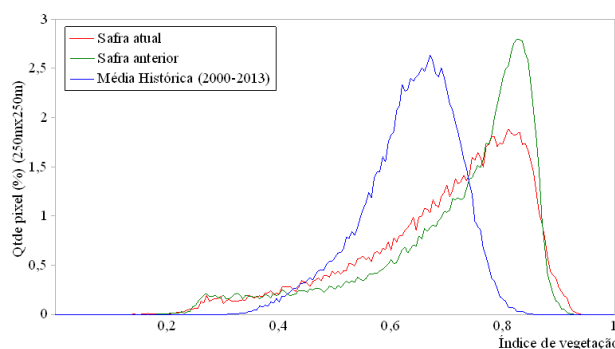


Gráfico 1 – Quantificação das lavouras pelo IVDN, da safra atual, do ano anterior e da média histórica, no Centro Ocidental do Paraná, no período de 25 de maio a 9 de junho de 2013.

O gráfico acima mostra que historicamente (linha azul), no Centro Ocidental do PR, a maior quantidade de lavouras respondeu com valores de IVDN entre 0,5 e 0,8, no período mencionado. Na safra do ano passado e na atual a maior quantidade de lavouras respondeu com valores de IVDN bem acima da média histórica, entre 0,6 e 0,9. A safra passada respondeu com valores ainda maiores que a atual, constatado pelo posicionamento mais à direita da linha verde. A partir do cálculo ponderado, usando os dados que deram origem ao gráfico, pode-se inferir que o potencial de rendimento agrícola da safra atual situa em torno de 9% acima da média histórica e 3% abaixo da safra do ano anterior.

### Evolução temporal das lavouras

O gráfico abaixo traça o perfil da evolução temporal das culturas de verão, de 2ª safra e de inverno no Centro Ocidental do PR. A elevação da esquerda que vai de outubro a março corresponde aos cultivos de verão e a da direita cobrindo o período de março a setembro corresponde aos cultivos de 2ª safra e principalmente às culturas de inverno.

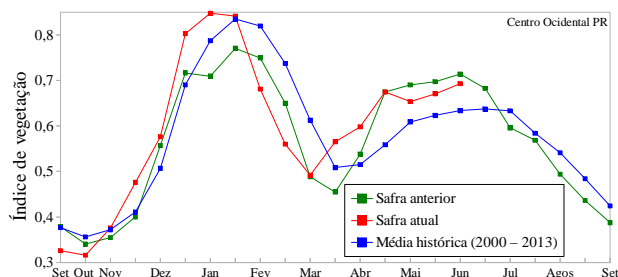


Gráfico 2 – Evolução temporal do desenvolvimento das lavouras da safra atual, do ano anterior e da média histórica, no Centro Ocidental do Paraná.

A análise deste gráfico possibilita tirar conclusões sobre as safras:

a) Média histórica (linha azul) – na 1ª elevação do gráfico, o trecho da linha antes do início da ascensão indica que o plantio é iniciado em setembro e finalizado em outubro. Neste mês é concluída a germinação com início do desenvolvimento vegetativo, mostrado pelo início da ascensão da linha. O trecho da subida da linha até o pico representa as fases mais críticas em termos do potencial de produtividade das lavouras. Em novembro é intensa a fase de cobertura foliar com início da floração que se estende até final de dezembro e início de janeiro. A fase de enchimento de grão inicia em dezembro, é intensa em janeiro onde a curva atinge o ponto mais alto, e chega até fevereiro. No final de janeiro, em pequena parcela das lavouras inicia a maturação, indicada pelo trecho onde a linha começa a declinar e que é intensificada em fevereiro. As colheitas são concluídas em março (final do trecho descendente da linha), mês em que inicia o plantio dos cultivos de 2ª safra e principalmente os de inverno, cujo desenvolvimento é mostrado na 2ª elevação do gráfico. Estas culturas começam a apresentar cobertura foliar no final de março que se intensificam em abril, onde a linha começa a subir. Em maio a floração é mais intensa. Em junho é forte a fase de enchimento de grão e as colheitas terminam em julho/agosto.

b) Safra atual (linha vermelha) – o plantio da safra de verão do ano safra 2012/2013 ocorreu praticamente na mesma época que nas safras dos anos anteriores. A diferença marcante é que, na safra atual, houve forte incremento dos cultivares de ciclo curto, especialmente da soja precoce. Esta diferença é percebida pelo formato mais estreito da 1ª elevação do gráfico deste ano em relação ao da média histórica. Percebe-se uma ascensão mais rápida da linha vermelha caracterizando a celeridade das fases das culturas de ciclo curto. O pico do desenvolvimento foi atingido no final de janeiro, entre 20 a 30 dias antes da média histórica, conseqüentemente a maturação e colheitas aconteceram mais cedo. O plantio dos cultivos de 2ª safra e de inverno começaram em fevereiro. Em março observa-se forte ascensão no padrão de desenvolvimento das lavouras que permaneceu bem acima da média até junho.

### Chuvas diárias

Os gráficos a seguir mostram os volumes diários de chuva, medidos por estações meteorológicas da região do Centro Ocidental e Campo Mourão do PR, no período 25 de maio a 10 de junho/2013.

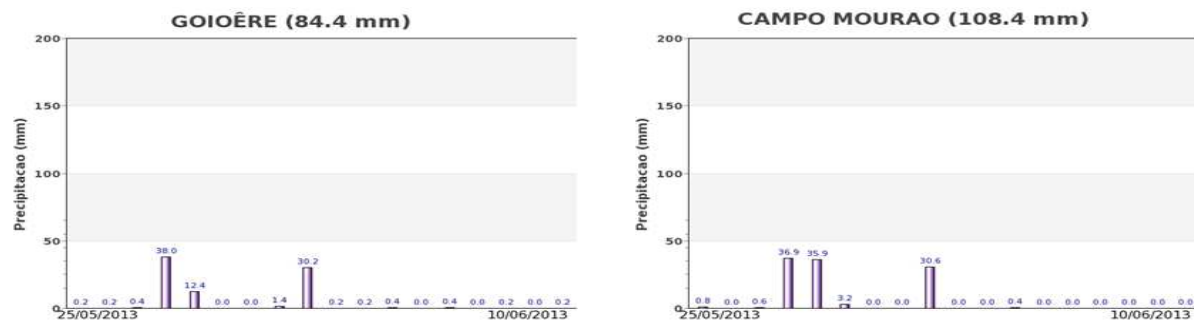


Gráfico 3 – Volume diário de chuvas nas estações meteorológica de Goioêre e Campo Mourão.

Os bons volumes de chuvas que caíram durante o período do monitoramento garantiram disponibilidade hídrica para as lavouras. Os dados de satélite do período mostram a recuperação dos cultivos conforme indicado nos trechos em ascensão no final da linha vermelha no gráfico 2.

## CONCLUSÕES

Os boletins, elaborados em formatação simples e texto de fácil compreensão, constituem instrumento de apoio às entidades públicas e privadas para a tomada de decisões. Os recursos utilizados mostram-se eficientes no monitoramento agrícola tendo em vista as seguintes facilidades: a) Abrangência espacial permitindo detalhamento em nível de mesorregião. b) Uso de máscaras de cultivo direciona o monitoramento para as áreas de efetivo uso agrícola. c) Alta frequência dos dados, permitem monitoramentos contínuos. d) Produtos que mostram os reais efeitos das condições climáticas e sanitárias sobre as lavouras. e) Possibilidade de avaliação das anomalias da safra atual em relação à média histórica e às safras anteriores.

## REFERÊNCIAS

HUETE, A. et al. Modis vegetation index (mod 13) algorithm theoretical basis document. v. 3, 1999. Disponível em: [http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd\\_mod13.pdf](http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod13.pdf). Acesso em maio de 2013.