

Estimativa de área plantada de soja utilizando imagens MODIS, no estado de Goiás

Rogério Alves Barbosa da Silva¹
André Luiz Farias de Souza¹
Patrícia Maurício Campos¹
Marina Rolim Bilich²
Jansle Vieira Rocha³

¹ Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, CEP 70390-010, Brasília-DF
{andrelfsouza, rtaguat, patymauricio}@gmail.com

² Universidade de Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária Caixa Postal
4508, 70.910970, Brasília, DF
maribilich@yahoo.com.br

³ Universidade de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP
jansle.rocha@agr.unicamp.br

Abstract: The Summer grains crop area (soybean and maize 1^o crop) were mapped on three administrative regions from the Goiás State (Cristalina, Luziânia and Silvânia) and Federal District. The results obtained with MODIS dataset were compared with informations releasad by IBGE (National Institut for Geography and Statistics). The main differences between mapped areas and statistics data were de 27.24 %, 0.1%, 30.92%, 46.44%, para Cristalina, Luziânia, Silvânia e Distrito Federal, respectively. By the way, the methodology used by IBGE consider the mainly crop producers. Therefore, the results obtained could be used to suggest that information must be improved.

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

1. Introdução

O aumento contínuo da população global tem intensificado a pressão sobre regiões marginais, onde a expansão agrícola subverte os esforços de introdução de práticas agrícolas mais sustentáveis e tecnologicamente mais avançadas, que se transformam em problemas ambientais como a erosão dos solos e o desflorestamento para práticas agropastoris. Neste sentido, a cultura da soja tem se mostrado um dos principais itens do agronegócio nacional e tem demonstrado nos últimos anos, uma alta taxa de produtividade, devido aos melhoramentos genéticos responsáveis pela transformação numa cultura de importância mundial.

A soja pode ser descrita como uma leguminosa da espécie *Glycine max* (L.), procedente de uma outra espécie silvestre (*Glycine ussuriensis*), originária da China, região Norte e Central. A espécie cultivada de soja é de verão, porém, algumas espécies são perenes na natureza e foram também introduzidas em diversos países (Estados Unidos, Argentina, Paraguai, etc), onde diversas modificações foram inseridas no sentido de melhorar suas características agrônômicas. Estes melhoramentos genéticos foram os principais responsáveis pela transformação da soja em uma cultura de importância mundial.

Na tentativa de melhorar a objetividade das previsões de safra, esforços têm sido feito pelo Governo Brasileiro. Desta forma, o Projeto Geosafra pode ser citado e tem o objetivo de melhorar o sistema de previsão de safras no Brasil. Para isto, técnicas de geoprocessamento têm sido aplicadas no monitoramento das lavouras, e contam com a participação de governos, empresas e universidades. Nesse contexto, as técnicas de sensoriamento remoto têm desempenhado um papel fundamental na agricultura, sendo úteis na redução da subjetividade

dos métodos operacionais de estimativa de produtividade das safras como os utilizados no Brasil pela CONAB e pelo IBGE.

Na aplicação do sensoriamento remoto, o índice de vegetação mais amplamente utilizado é o índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN). Este índice foi qualitativamente relacionado com vários parâmetros da cobertura vegetal, como índice de área foliar (IAF), fração de cobertura vegetal, radiação fotossintética ativa (PAR), biomassa verde (Asrar *et al.*, 1984 & 1985). Também é sensível a fatores externos como o “solo de fundo” e a geometria de visada e solar, bem como as condições atmosféricas. As influências externas são mais intensas no caso de superfícies esparsamente distribuídas.

Esforços têm sido feitos com objetivo de minimizar os efeitos externos na geração do índice vegetação. Huete (1988), modificou o IVDN para quantificar o efeito do solo e desenvolveu o SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index). Qi *et al.* (1994) melhoraram este índice e obtiveram o MSAVI (Modified SAVI) para reduzir o efeito do solo e aumentar a sensibilidade da vegetação. Estas versões distintas do IVDN basearam-se no conceito de “linha do solo”, entretanto, estudos mostraram que a assinatura espectral do solo é função de sua composição e sugeriram (Qi *et al.*, 1994) que este tipo de ruído poderia ser minimizado com a utilização de uma banda auxiliar no espectro do visível.

As modificações no IVDN para redução do ruído do solo aumentaram a sensibilidade da resposta deste método ao efeito atmosférico e pesquisas foram desenvolvidas para realizar esta correção no índice desenvolvido. Kaufman *et al.*, (1992), incorporaram a banda azul no IVDN e desenvolveram o índice de vegetação atmosféricamente resistente (ARVI), que mostrou ser quatro vezes menos sensível a atmosfera que o IVDN. Contudo, a utilização desta banda torna o ARVI muito mais sensível ao efeito bidirecional, bem como aos efeitos do solo, que o IVDN. Qi *et al.* (1994), encontrou que a combinação do azul e o verde podem reduzir o efeito atmosférico sem aumento da influência do solo. Souza (2004) utilizou dados do AVHRR na geração do IVDN, temperatura da superfície e albedo e desenvolveu modelos alternativos de estimativa de produtividade de soja com um erro relativo médio de 12,5 %. A utilização destes parâmetros aumentou a sensibilidade dos modelos as variações sazonais dos dados estimados via satélite.

A partir dessas características da vegetação, utiliza-se o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) para o monitoramento de culturas, índice este, utilizado para avaliar o vigor da vegetação e estimar a biomassa de culturas em crescimento. De forma simplificada, este índice revela a eficiência vegetal no consumo da água disponível no meio ambiente.

2. Metodologia de Trabalho

O primeiro passo na construção das máscaras foi identificar o comportamento temporal do parâmetro a ser estudado tendo em vista a obtenção do seu comportamento espectral. Com esta finalidade, se faz necessário construir ou criar um arquivo contendo os períodos desejados e para isto, há duas opções, ambas utilizando o ENVI/ IDL. A primeira consiste em abrir os arquivos no IDL na ordem inversa, com o objetivo de manter a seqüência temporal linear. Posteriormente, foi criado um “meta-arquivo” contendo todas as informações do conjunto de imagens selecionadas. Este arquivo permitiu a geração dos perfis temporais, onde cada segmento correspondeu a um arquivo de 16 dias.

Posteriormente, os dados foram filtrados de forma a identificar a informação desejada através da observação do comportamento espectro-temporal, que consistiu na aplicação da sub-rotina HANTS (*Harmonic Analysis of NDVI Time-Series*), que foi desenvolvida para reconstruir e suavizar séries temporais e está baseada no método espectral de Transformada Rápida de Fourier (FFT). Por se tratar de um filtro, o número de frequências a serem utilizadas é importante, pois a qualidade do resultado final depende desta escolha.

O arquivo resultante terá as mesmas características dos dados de entrada. A diferença será atenuação da amplitude do sinal em alguns pixels. Entretanto, deve ser considerado que o número de frequências a serem adotadas na execução da sub-rotina pode não atenuar o sinal de saída e, por conseguinte, fazer com que o resultado final seja igual à informação de entrada, ou seja, que não haja filtragem ou suavização, visto que as principais frequências componentes do sinal serão reproduzidas.

Área de estudo

Os estudos foram concentrados no estado de Goiás, compreendido entre (-12,39) a (-19,50) de latitude e entre (-45,90) a (-53,24) de longitude e no Distrito Federal (Figura 1), onde a atividade agrícola é explorada intensivamente devido ao solo fértil, clima favorável e a aplicação da tecnologia na agricultura. Neste sentido, o maior desafio encontrado pelo estado é a conciliação entre a expansão agrícola fomentada por uma política de incentivos fiscais e a preservação da biodiversidade do cerrado com as suas áreas endêmicas.

A metodologia utilizada para a estimativa de área (máscara) de soja 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*.

Processamento digital de imagens MODIS

Outro requisito para a elaboração das máscaras consistiu, em analisar apenas as áreas expressivas em produção de soja no estado de Goiás, de acordo com o IBGE (2007). Além disso, foi necessário construir uma máscara de alvos permanentes, para que estes tipos de superfície não interferissem nas imagens processadas. Foram utilizadas composições de 16 dias obtidas pelo sensor MODIS/TERRA, identificando os períodos de plantio e pico vegetativo da cultura da cana-de-açúcar, sendo realizado o *download* dessas imagens para o período de plantio (19 de dezembro a 17 de fevereiro) e máximo de vigor vegetativo (30 de setembro a 18 de dezembro), disponibilizadas no site do USDA - PECAD (*United States Department of Agriculture – Production Estimates and Crop Assessment Division*). Depois de realizado o *download* foi necessário processar as imagens no MODIS Reprojection Tools (MRT), software disponibilizado gratuitamente. Neste processamento inicial foi determinado o sistema de coordenadas/projeção cartográfica e construir o mosaico dos ‘tiles’ (cenas de recobrimento).

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).

Tabela 1. Calendário de plantio e colheita de soja no estado de Goiás fornecido pela GEASA (Gerência de Levantamento de Safra) da Conab (Companhia Brasileira de Abastecimento). Ciclo de 105 a 135 dias. **Q** – Quinzena; **P** – Plantio; **PI** – Plantio Intenso; **C** – Colheita; **CI** – Colheita Intensa; **X** – Pico de desenvolvimento vegetativo.

	FASE	21/06 a 22/09				23/09 a 21/12				22/12 a 20/03				21/03 a 20/06										
		Inverno				primavera				verão				outono										
		JUL		AGO		SET		OUT		NOV		DEZ		JAN		FEV		MAR		ABR		MAI		JUN
		1 ^a Q	2 ^a Q	1 ^a Q	2 ^a Q	1 ^a Q	2 ^a Q	1 ^a Q	2 ^a Q	1 ^a Q	2 ^a Q	1 ^a Q	2 ^a Q	1 ^a Q	2 ^a Q	1 ^a Q	2 ^a Q	1 ^a Q	2 ^a Q	1 ^a Q	2 ^a Q	1 ^a Q	2 ^a Q	
GOIÁS	PLAN.							P	PI	PI			X											
	COL.															C	C	CI	CI	C	C			

Fonte: CONAB/ DIGEM/ SUINF/ GEASA (2008).

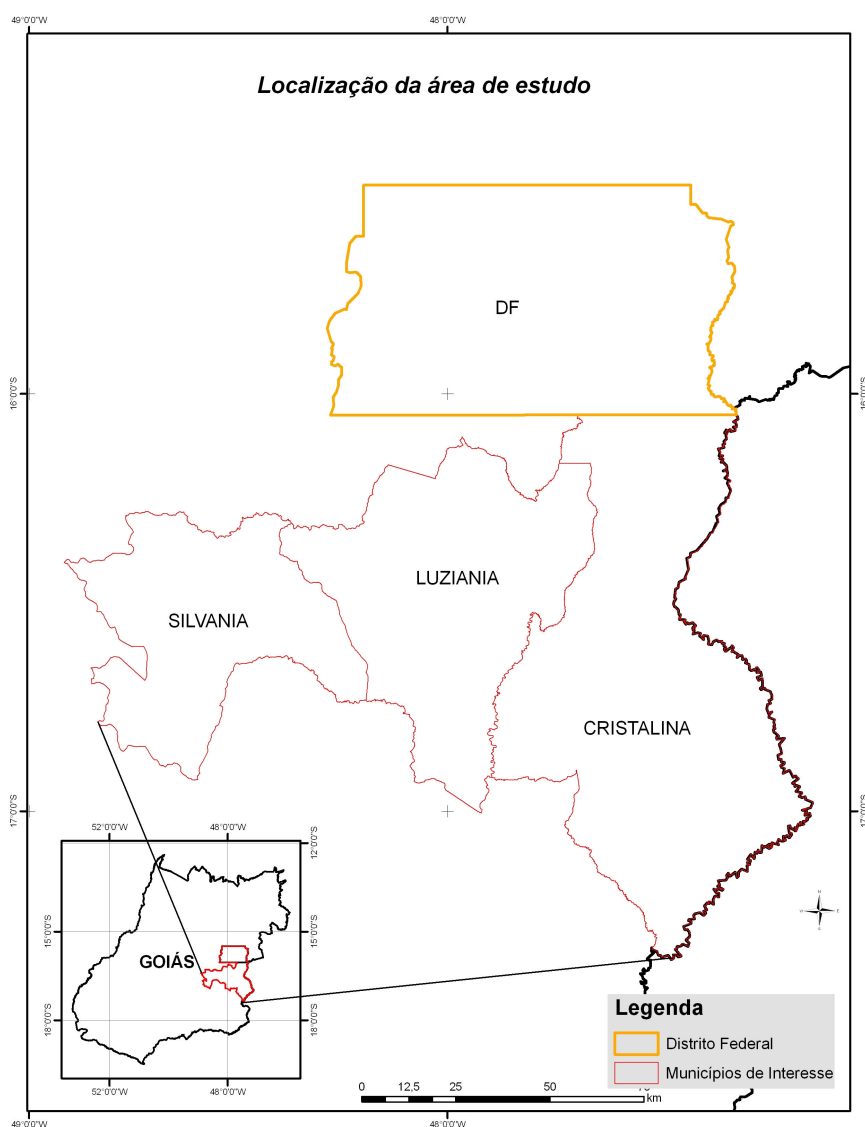


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

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. A Figura 1 mostra a área de interesse no estado de Goiás e o Distrito Federal.

Pós-processamento das imagens MODIS

Esta etapa está associada ao conhecimento prévio das datas que o calendário de plantio forneceram, pois as mesmas determinaram quais imagens MODIS seriam utilizadas para analisar o ciclo de desenvolvimento vegetativo da soja. Nas análises foram empregados oA análise se resumiu a análise duas imagens produtórias de NDVI (máximos e mínimos valores de duas ou mais imagens de NDVI quinzenais).

3. Resultados e discussão

Os resultados para o mapeamento das lavouras de grãos (soja e milho 1ª safra) obtidos com dados do sensor MODIS para o estado de Goiás e Distrito Federal são observadas na Figura 2 e Tabela 1, que mostra o resultado quantitativo das estimativas obtidas.

Pode ser observado que no município de Cristalina, o total de área mapeada pela CONAB se aproxima bastante do divulgado pelo IBGE. A maior discrepância ocorre no município de Silvânia. O Distrito Federal e Luziânia apresentaram estimativas próximas entre si em termos quantitativos.

A discrepância entre os dados pode ser explicada, em parte, em função da metodologia de avaliação de safras que o IBGE utiliza. Tal metodologia é subjetiva e consiste em fazer entrevistas com os produtores, cooperativas e associações de produtores a fim de se estimar os dados de área plantada. Também não são realizadas visitas a campo para se mapear as propriedades e ter o conhecimento real das lavouras. O IBGE considera as localidades ou os produtores mais “representativos” para o levantamento de dados de produção e área. Desta forma, a probabilidade destes pequenos produtores ou pequenas propriedades serem desconsiderados no levantamento. Por outro lado, a discrepância sugere a necessidade de validação em campo das informações levantadas no mapeamento de forma a inferir quantitativamente a confiabilidade das entrevistas a partir do parâmetro espacial. Isto tudo é decorrente da confiabilidade aplicada nas informações fornecidas pelo produtor/informante e por conseguinte, não há um parâmetro de confiabilidade nesta informação.

Tabela 1 – Estimativas de área cultivada com soja e milho 1ª safra mapeadas pela CONAB e obtidas no IBGE para ao ano agrícola de 2007 e a diferença entre ambas.

Municípios/DF	MAPEAMENTO CONAB (ha)	IBGE (ha)	Diferença entre o MAPEAMENTO CONAB e IBGE (ha)	Porcentagem da Diferença pela área estimada pelo IBGE (%)
Distrito Federal	66.935	52.606	14.329	27,24
Cristalina – GO	121.164	120.000	1.164	0,1
Luziânia – GO	45.822	35.000	10.822	30,92
Silvânia – GO	65.900	45.000	20.900	46,44

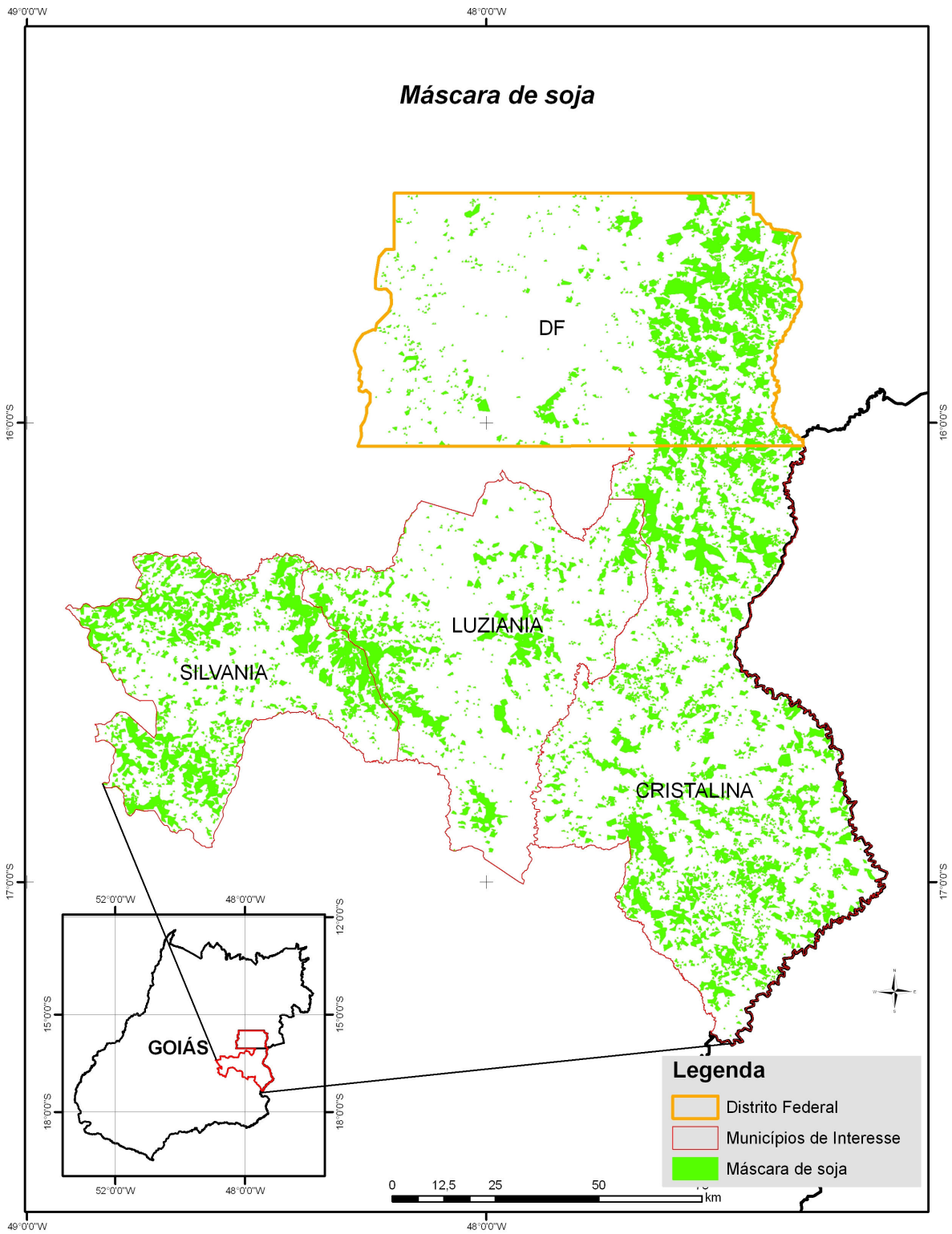


Figura 2 – Municípios produtores de soja e máscara de soja para os municípios de interesse no estado de Goiás no ano de 2007.

4. Conclusões

O mapeamento das áreas de soja e não considera a separação das áreas entre os diversos tipos de lavouras. Deve ser destacado 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.

O método de extração das máscaras se mostrou eficiente e de baixo custo para a estimativa de área plantada com soja para o estado de Goiás. Contudo, a validação das informações com viagens a campo para efetuar a validação das informações é uma etapa crucial e necessária e faz partes dos esforços a serem investigados.

A aplicação desta metodologia se mostrou resultados plausíveis, estando apta e coerente na estimativa das áreas. Todavia, necessita ser testada em outros períodos ou safras com o objetivo de verificar possíveis e prováveis variações nos parâmetros de corte, de forma a constatar as intensidades das flutuações.

5. Agradecimentos

A Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) por viabilizar o presente estudo e a toda equipe da Gerência de Geotecnologia (GEOTE).

6. Citações e Referências

Asrar, G., E.T. Kanemasu and M. Yoshida. Estimates of leaf area index from spectral reflectance of wheat under different cultural practices and solar angle. **Rem. Sens. Environ.**, 17, 1-11, 1985.

Asrar, G., M. Fuchs, E.T. Kanemasu, and J.L. Hatfield. Estimating absorbed photosynthetic radiation and leaf area index from spectral reflectance in wheat. **Agronomy Journal**, 76, 300-306, 1984

Embrapa Soja. Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil. **Sistemas de Produção** nº 4. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 237p.

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/safras.pdf>>. Acesso em: 02/03/2006.

Huete, A.R. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). **Rem. Sens. Environ.**, 25, 295-309, 1988.

Kaufman, Y.J., D. Tanre, B.N. Holben, B. Markham, and A. Gitelson. Atmospheric Effects on the NDVI - Strategies for its Removal, **International Geoscience and Remote Sensing Symposium** 1992, Houston, TX, May 26-29, 2, 1238 - 1241, 1992.

Mercante, E.; Antunes, J. F. G.; Lamparelli, R. A. C.; Rocha, J. V. Estimativa de área da cultura de soja com imagens LANDSAT 5/TM por meio de matriz de erros. **In: XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 2006, João Pessoa. Anais. João Pessoa – PB: SBEA, 2006.

Qi, J., A. Chehbouni, A.R. Huete, Y.H. Kerr, and S. Sorooshian. A Modified Soil Adjusted Vegetation Index, **Rem. Sens. Environ.**, 48, 119-126, 1994.

Souza, A.L.F. **Modelos alternativos de previsão de safra de soja via parâmetros físicos e biofísicos estimados via satélite**. Tese de doutorado defendida no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, 256 p.2004