

---

## SENSORIAMENTO REMOTO MULTIESPECTRAL DA SOJA (*GLYCINE MAX L.*) E SUA RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE DE SEMENTES EM MATO GROSSO

JEZIEL ANDRÉ FERREIRA SOBRINHO

MARCELO DE CARVALHO ALVES

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT  
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMEV  
Departamento de Solos e Engenharia Rural, Cuiabá, MT  
Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoinformação – SERGEO  
jeziel.andre@hotmail.com; marcelocarvalhoalves@gmail.com

---

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi de encontrar a relação entre a produtividade de sementes de soja e seus respectivos índices de vegetação e seu comportamento espectral. O estudo foi realizado no município de Alto Garças - Mato Grosso. De posse dos dados de produtividade georreferenciados, foram utilizadas imagens multiespectrais do satélite Landsat-5, sensor TM (Thematic Mapper), que abrangem a área de estudo, de cinco datas diferentes para contemplar todos os estágios de crescimento da soja. Após a correção radiométrica e geométrica das imagens, foi realizada a aquisição dos perfis espectrais por meio do software ATCOR®. Foram calculados três índices de vegetação - NDVI, EVI e SAVI em cada data. Em termos de resultados, observou-se que, de maneira geral, os pontos com alta produtividade de sementes apresentaram maiores valores de reflectância em relação aos pontos amostrais com baixa produtividade. Os índices de vegetação também apresentaram valores maiores nos pontos com maior produtividade de sementes em relação aos pontos com menor produtividade. Portanto, conclui-se que áreas de produção de sementes de soja com maior produtividade apresentaram valores de reflectância e de índices de vegetação maiores em relação a locais que apresentaram produtividade menor de sementes.

**ABSTRACT** - The objective of this study was to find the relationship between productivity of soybean seeds and their vegetation indices and its spectral behavior. The study was conducted in the city of Alto Garças - Mato Grosso. Having the georeferenced productivity data were used multispectral images of the satellite Landsat-5, TM sensor (Thematic Mapper), which cover the study area on five different dates to contemplate all stages of soybean growth. After the geometric and radiometric correction of images, the acquisition was performed using the spectral profiles of ATCOR® software. Were calculated three vegetation index - NDVI, EVI and SAVI on each date. In terms of results, we observed that, in general, the points with high productivity of seeds had higher reflectance values in relation to sampling points with low productivity. The vegetation index also showed higher values in the points with higher seed production for the points with lower productivity. Therefore, in conclusion, production areas of soybean seeds with increased productivity showed reflectance values and vegetation indices higher compared to places with lower productivity of seeds.

---

### 1 INTRODUÇÃO

A soja é um grão que é utilizado na alimentação humana, de animais e entre outras diversas funcionalidades como produção de biodiesel, este possui larga escala de produção em vários países do mundo. O Brasil possui uma produção que corresponde a 20% do total produzido em todo o mundo, sendo o 2º maior produtor mundial. Em 2010, o Brasil produziu aproximadamente 68,0 milhões de toneladas (IBGE, 2010).

A soja tem sido cultivada em vários estados do Brasil e a exportação contribui de forma significativa para a economia nacional. Na região centro oeste o maior produtor de soja é o estado de Mato Grosso. No ano de 2008, a soja correspondeu com 70,30% dos 7,81 bilhões de dólares embarcados para o mercado internacional e, em Mato Grosso, no mesmo ano, correspondeu com 31% do total de 17, 98 bilhões de dólares que foram obtidos com as vendas para o

exterior do país, desta maneira, contribuindo de forma significativa para o saldo positivo da balança comercial brasileira (AGRIANUAL, 2011.)

Para obter uma boa produtividade da cultura, é necessário sementes de boa qualidade para o plantio. Para isso, ferramentas podem ser utilizadas para identificar fatores que representam qualidade da semente com pureza física, genética, varietal e sanitária (EMBRAPA, 2010), bem como o monitoramento de áreas com maior ou menor produtividade na lavoura. O sensoriamento remoto é uma das técnicas inovadoras que podem auxiliar a agricultura como um todo, inclusive nas lavouras de soja (NORA & SILVA, 2010; ALMEIDA, 2008; SANCHES et. al, 2005).

O sensoriamento remoto pode ser definido como a arte e a ciência de se obter informações sobre os objetos presentes na superfície terrestre sem contato direto com os mesmos (JENSEN, 2000). Cada objeto da superfície terrestre possui um comportamento diferenciado em relação à radiação que nele incide e a radiação que nele é refletida, transmitida e absorvida (NOVO, 1989). Já o sensoriamento remoto multiespectral pode ser entendido como a “junção” de várias bandas em uma única imagem e a partir dela se extrai o perfil espectral que é uma relação entre a reflectância do alvo e o comprimento de onda.

Nora & Silva (2010) mostraram como o sensoriamento remoto utilizando dados multiespectrais e espectros de reflectância identificaram e mapearam a soja no norte do estado do Rio Grande do sul com o auxílio de algoritmos de classificação. Risso et al.(2009) apresentou uma proposta utilizando diferentes índices de vegetação, como o NDVI e o EVI, para a identificação e diferenciação da cultura da soja no cerrado. Dos Santos Jr. et. al (2002) mostrou por meio da utilização de espectroradiômetro, inclusive com o uso do NDVI, as diferentes respostas espectrais da soja sobre níveis de infestação de nematóides que atacam a lavoura. Mercante et. al.(2009) estudou o comportamento da soja ao longo do seu ciclo por meio de perfis espectrais e índices de vegetação de imagens do satélite Landsat-5.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi utilizar o sensoriamento remoto multiespectral, e a utilização de diferentes índices de vegetação, para verificar a sua relação com a produtividade de sementes de soja.

## 2 METODOLOGIA

O local de estudo esta localizado na fazenda Novo Horizonte, município de Alto Garças, no sudeste de Mato Grosso numa área denominada Arco Íris II (Figura 1), com área de 23,47 há com altitude média de 750m. As coordenadas geográficas correspondentes à área Arco Íris II são 16° 54' 52" de latitude sul e 53° 33' 04" de longitude oeste de Greenwich.

A instalação dos campos de produção de sementes foi realizada nos dias 12/12/2008 em Arco Iris II. Foram plantadas sementes da cultivar Perdiz, para Arco Iris II. A colheita foi realizada em 14/04/2009 em Arco Iris II.

O georreferenciamento dos pontos amostrais foi realizado com base no sinal corrigido via satélite do dispositivo instalado na colhedora de grãos por meio do GPS StarFire iTC<sup>®</sup> que recebe e utiliza as informações dos satélites GPS, inclusive o satélite John Deere, para definir a posição geodésica da maquina. O sistema de precisão adotado pela colhedora foi o SF1 que corresponde a precisão de 15cm. O GPS utilizado também possui um módulo de compensação do terreno cuja função é de corrigir o posicionamento em declives, com isso a qualidade do sinal recebido pela antena é melhorada.

O sensor de produtividade foi instalado no topo do elevador de grãos ao tanque graneleiro, para medir a força aplicada, tanto pelo impacto da semente como pelo deslocamento da placa. À medida que a soja era colhida, monitorava-se o fluxo de sementes via sensor de impacto e a umidade das sementes via sensor de capacitância. Para aferição e maior precisão da coleta dos dados, conferiu-se os pesos relacionados a cada dois tanques graneleiros colhidos, onde foram descarregados sobre um caminhão, usando assim uma balança eletrônica do tipo Judiaí, para 80 toneladas.

Foi considerado apenas o peso liquido da carga. Juntamente com peso da carga, foi amostrada nas diferentes cargas a umidade média das sementes. Os dados de balança foram registrados no Monitor GreenStar para estabelecer fatores de correção para todos os dados de produção colhidos. Os dados de produtividade foram obtidos por meio de um sensor de produção acoplado na colheitadeira, a unidade de produtividade é de Kg.ha<sup>-1</sup>.

Tanto o GPS como o sensor de produtividade foram embarcados em uma colhedora de sementes automotriz da marca John Deere STS 9750<sup>®</sup>.

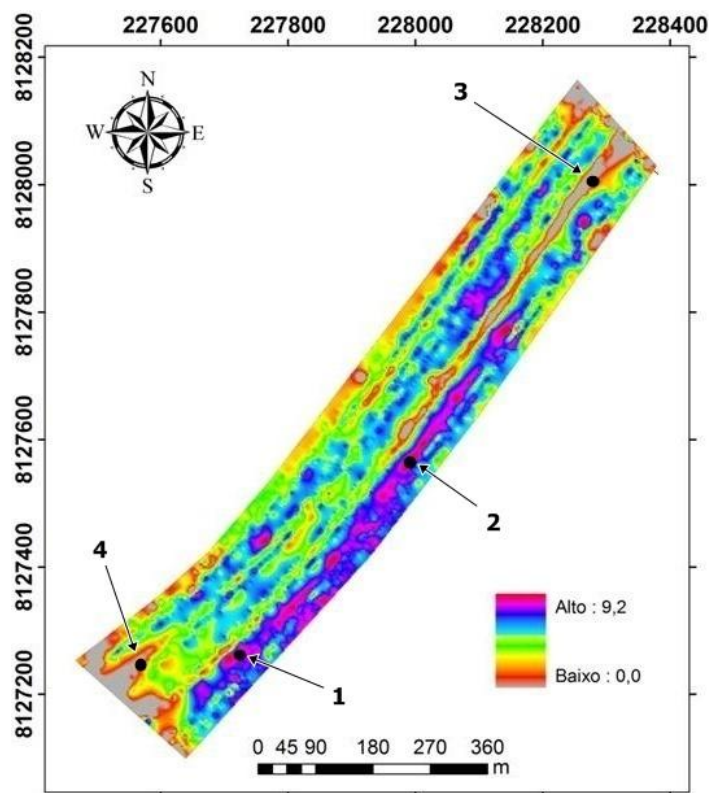


Figura 1 - representação da produtividade ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) e localização dos pontos onde foram extraídos os perfis espectrais de alta (ponto 1 e 2) e baixa (ponto 3 e 4) produtividade no talhão Arco Iris II. Elaboração: ALVES, M. C., 2011.

Para a análise espectral, utilizaram-se imagens multiespectrais do satélite Landsat-5, sensor TM (Thematic Mapper), que abrangem a área de estudo, de cinco datas diferentes (Tabela 1) para contemplar todos os estágios de crescimento da soja. Com os dados de produtividade em mãos obtidos após a colheita, foram demarcados quatro pontos amostrais nas imagens de cada área, sendo dois pontos que apresentavam alta produção e dois que apresentavam baixa produção de sementes.

Em seguida, procedeu-se a correção geométrica das imagens que foram utilizadas por meio de um sistema de referência cartográfica que, no presente estudo, foi uma cena do satélite Landsat-5 sensor TM já georreferenciada que cobria a área em de estudo. Esta imagem que serviu de referência para a correção geométrica foi adquirida gratuitamente por meio do *download* no website do USGS (<http://glovis.usgs.gov/>). Tal correção é essencial, pois esta objetiva minimizar as distorções geométricas decorrentes das características do sensor utilizado bem como as variações de movimentos do mesmo no momento da passagem sobre o alvo (LUIZ et. al., 2003).

Outro procedimento que foi executado foi a correção radiométrica visto que estas podem degradar e distorcer os dados captados pelos sensores dos satélites (ANTUNES et al., 2003). Este tipo de correção é uma combinação de três etapas: 1) calibração do sensor, ou seja, conversão dos valores digitais para radiância espectral no sensor; 2) conversão da radiância espectral para reflectância aparente; e 3) a correção atmosférica que é a remoção dos efeitos da atmosfera devido à absorção e dispersão da luz.

O software ATCOR possui um sistema para realizar os cálculos necessários para a realização das três etapas anteriormente citadas com base nos dados referentes aos sensores e às condições atmosféricas no momento da aquisição das imagens. Para a conversão dos valores digitais (DN), ou níveis de cinza, em radiância utiliza-se uma equação linear entre estas duas variáveis. Para cada banda de determinado sensor, a fórmula (equação 1) descreve a intensidade da luz registrada, ou DN's, e radiância no sensor (CHANDER et. al., 2009):

$$L_{\lambda} = \text{DN}_{\lambda} * c_0 + c_1 \quad (1)$$

Onde,  $L_{\lambda}$  é Radiância espectral na abertura do sensor em  $\text{W sr}^{-1} \text{m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$  e DN representa os valores de brilho em cada banda ( $\lambda$ ). Os valores de  $c_0$  ("offset" ou "bias") e  $c_1$  ("gain") são coeficientes de calibração radiométrica. Estes valores

estão presentes no “metadata” das imagens e variam conforme a vida do sensor bem como o tipo de sensor (RICHTER, 2000). No entanto os coeficientes de calibração utilizados neste trabalho foram extraídos da tabela proposta por Chander et al. (2009) onde tais valores passaram por uma correção se comparados aos valores originais das imagens.

Para completar o processo de calibração radiométrica é necessário ainda o acréscimo de algumas informações complementares. Uma delas é o parâmetro atmosférico referente ao local e momento da aquisição das imagens. As demais informações utilizadas para a execução da correção atmosférica, como também as informações das imagens utilizadas, estão presentes na tabela 1:

Tabela 1: Características das imagens utilizadas e Parâmetros atmosféricos utilizados para a correção radiométrica.

Sensor	TM	TM	TM	TM	TM
<b>Data</b>	12/01/2009	01/03/2009	08/03/2009	24/03/2009	18/04/2009
<b>Tamanho do píxel</b>	30m	30m	30m	30m	30m
<b>Zênite Solar</b>	32,9°	35,9°	36,5°	38,3°	42,3°
<b>Bandas</b>	1 – 7, exceto a banda 6	1 – 7, exceto a banda 6	1 – 7, exceto a banda 6	1 – 7, exceto a banda 6	1 – 7, exceto a banda 6
<b>Fator Escala</b>	4 (padrão)	4 (padrão)	4 (padrão)	4 (padrão)	4 (padrão)
<b>Arquivo de calibração</b>	Tmnew.cal	Tmnew.cal	Tmnew.cal	Tmnew.cal	Tmnew.cal
<b>Modelo Solar regional</b>	Tropical rural	Tropical rural	Tropical rural	Tropical rural	Tropical rural
<b>Visibilidade</b>	39 km	35 km	16 km	29 km	49 km
<b>Elevação da superfície</b>	400 m	400 m	400 m	400 m	400 m

O arquivo de calibração (tabela 1) utilizado para a correção radiométrica é gerado a partir de um modelo espectral conhecido, ou seja, um local com características espectrais semelhantes ao padrão selecionado. Neste estudo foi utilizado o modelo de clima tropical localizado em continente disponível na biblioteca virtual do software ATCOR. Utilizou este mesmo software para a obtenção do perfil espectral e os valores de reflectância em cada ponto amostral selecionado e os valores de reflectância. Também foi utilizado este software para corrigir as interferências atmosféricas das imagens visto que estas podem degradar e distorcer os dados captados pelos sensores dos satélites (ANTUNES et al., 2003).

De posse dos dados de reflectância, foram determinados os seguintes índices de vegetação: NDVI (equação 2); EVI (equação 3) e SAVI (equação 4):

$$\text{NDVI} = (\text{IVP} - \text{V}) / (\text{IVP} + \text{V}) \quad (2)$$

Em que, IVP é a reflectância no infravermelho próximo e V é a reflectância no vermelho;

$$\text{EVI} = G * (\text{IVP} - \text{V}) / (\text{IVP} + \text{C}_1) * (\text{V} - \text{C}_2) * \text{A} + \text{L} \quad (3)$$

Em que, IVP é a reflectância no infravermelho próximo, V é a reflectância no vermelho, A é a reflectância no azul, C<sub>1</sub> é o coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para o vermelho (6), C<sub>2</sub> é o coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para o azul (7,5), L é o fator de correção para a interferência do solo (1) e G é o fator de ganho (2,5).

$$SAVI = (IVP - V) * (1 + L) / (IVP + V + L) \tag{4}$$

Onde, IVP é a reflectância no infravermelho próximo, V é a reflectância no vermelho e L é a constante para correção dos efeitos do solo (1).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados espectrais obtidos dos respectivos pontos amostrais, em ambas as áreas experimentais, foi possível identificar uma tendência onde, nos perfis espectrais das imagens das três primeiras datas (Figura 2), os pontos amostrais com menores valores de reflectância apresentavam valores menores de produtividade e os pontos amostrais com maiores valores de reflectância, com um pico de aproximadamente 55 % na banda 4 (0,83 μm), apresentavam maiores valores de produtividade de sementes.

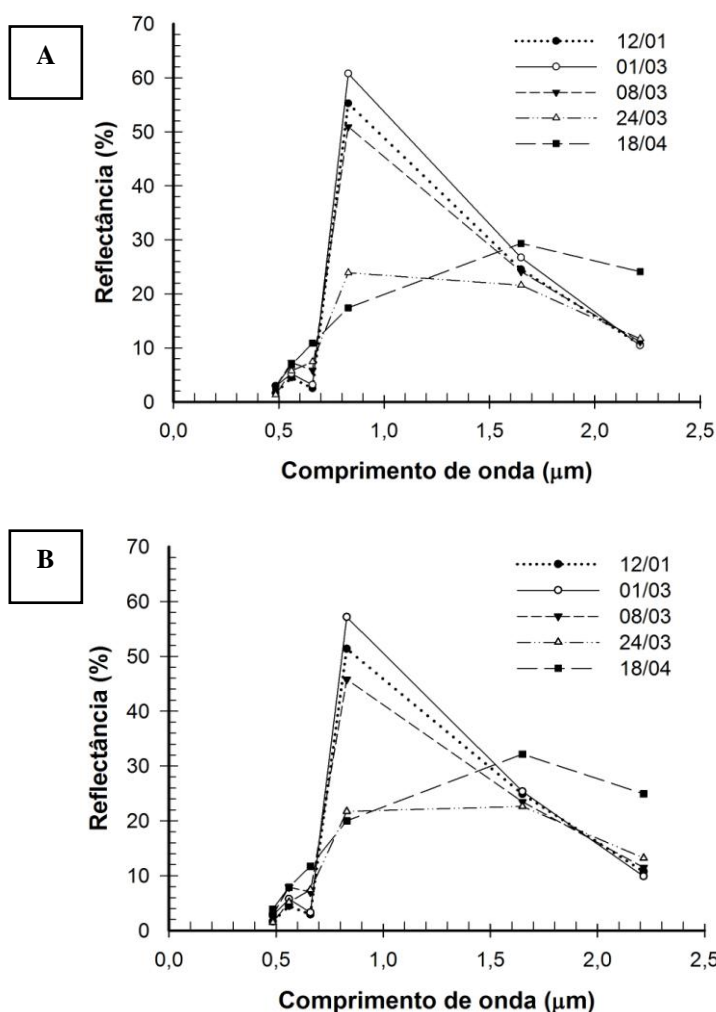


Figura 2 - Assinatura espectral de soja, cultivar Perdiz, em diferentes épocas de desenvolvimento, referente aos pontos de alta (A) e baixa (B) produtividade de soja. Elaboração: FERREIRA SOBRINHO, J. A., 2011.

Observou-se que, de maneira geral e por meio da média dos valores de reflectância, os pontos com alta produtividade de sementes apresentaram maiores valores de reflectância em relação aos pontos amostrais com baixa produtividade. As variações dos valores de reflectância ao longo das datas apresentadas, em ambos os pontos com alta e baixa produtividade, podem ser explicadas pelas características da soja ao longo do seu ciclo de crescimento.

Na primeira data (12/01) a soja ainda estava em sua fase de crescimento apresentando um dossel de médio porte apresentando um pico de reflectância de, aproximadamente, 57,29% para os pontos com alta produtividade e de 53,31% para os pontos com baixa produtividade de sementes, ambos os picos de reflectância ocorreram na banda 4 (0,83  $\mu\text{m}$ ). Na segunda data (01/03) a soja atinge o seu ápice de crescimento apresentando um dossel de grande porte e com isso apresentaram valores de reflectância com cerca de 62,52% para os pontos com alta produtividade e de 58,96% para os pontos com baixa produtividade de sementes, ambos na banda 4 (0,83  $\mu\text{m}$ ). Esta foi a data com maiores valores de reflectância em relação às demais.

Após a terceira data (08/03) a soja começa a ficar debilitada com redução na quantidade de clorofila na folha e perda no tamanho da planta o que conseqüentemente reduziu a quantidade de REM refletida. Em 24/03 a soja estava praticamente seca e com teor de clorofila reduzido drasticamente o que provocou uma queda brusca nos valores de reflectância apresentando um pico de aproximadamente 23,90% para os pontos com alta produtividade e 21,23 % para os pontos com baixa produtividade. Já na ultima data (18/04) observou-se uma mudança no padrão de reflectância, em ambos os perfis, onde o pico deste não ocorre mais na banda 4 (0,83 $\mu\text{m}$ ) como nas outras datas e sim na banda 5 (1,65  $\mu\text{m}$ ), tal fato ocorreu devido a colheita da soja já ter ocorrido o que acarretou na maior presença de solo exposto interferindo na reflectância.

Segundo Knipling (1970), Nas culturas agrícolas, comprimentos de onda acima de 0,7  $\mu\text{m}$ , mais especificamente entre 0,7 e 1,3  $\mu\text{m}$  (infravermelho próximo), a reflectância aumenta consideravelmente quando comparada à região do visível. Isto resulta do forte contraste entre os índices de refração do conteúdo celular e do espaço intercelular, que provoca reflexões e refrações da REM (radiação eletromagnética) no interior da folha.

A figura 2 com base na afirmação acima apresentou tal comportamento confirmando as características espectrais de uma lavoura visto que vários fatores podem interferir na reflectância da mesma e distorcer os resultados (Huete et. al, 1985).

Outro fator que confirma que os perfis espectrais obtidos são referentes a uma lavoura de soja é o Índice de Vegetação Normalizado (NDVI), o Índice de Vegetação Realçado (EVI) e o Índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI). Os valores referentes ao NDVI , EVI e SAVI dos cinco perfis espectrais são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 2. Valores médios do NDVI, EVI e SAVI em Arco Iris II.

		Data: 12/01	Data: 01/03	Data: 08/03	Data: 24/03	Data: 18/04
<b>NDVI</b>	Alta produção	<b>0,91415</b>	<b>0,90153</b>	<b>0,79343</b>	<b>0,52603</b>	<b>0,23147</b>
	Baixa produção	<b>0,89264</b>	<b>0,89082</b>	<b>0,733758</b>	<b>0,49079</b>	<b>0,25939</b>
<b>EVI</b>	Alta produção	<b>2,23815</b>	<b>2,45554</b>	<b>1,70898</b>	<b>0,68939</b>	<b>0,52816</b>
	Baixa produção	<b>2,10338</b>	<b>2,35030</b>	<b>1,43030</b>	<b>0,63940</b>	<b>0,33336</b>
<b>SAVI</b>	Alta produção	<b>1,35945</b>	<b>1,34180</b>	<b>1,17976</b>	<b>0,77664</b>	<b>0,34117</b>
	Baixa produção	<b>1,32673</b>	<b>1,32526</b>	<b>1,09032</b>	<b>0,72377</b>	<b>0,38306</b>

Segundo Rizzo et. al.(2008), o índice de vegetação resulta de uma operação matemática que combina os valores de reflectância de uma ou mais bandas, possuindo uma determinada relação entre a quantidade e estado da vegetação em uma dada área na superfície terrestre. Lillesand e Kiefer (1999) afirmam que os valores numéricos do NDVI podem variar de entre -1 e 1, sendo que, a vegetação, como também algumas culturas agrícolas como a soja, apresentam valores positivos e os valores negativos geralmente são atribuídos a corpos d'água.

A tabela 2 representa bem a afirmação acima onde a maioria dos valores do NDVI apresentaram valores positivos e próximos a 1 indicando, de fato, que os perfis espectrais são referentes a um tipo de vegetação que neste caso é a soja. O SAVI apresentou comportamento semelhante o NDVI, no entanto apresentou índices maiores pois o

mesmo é uma equação ajustada para diminuir os efeitos do solo nos valores de reflectância que, neste caso, fez com que a não interferência do solo aumentasse os valores do SAVI. O EVI, devido as suas características de realçar a vegetação, apresentou valores maiores em relação ao NDVI, porém com o mesmo padrão.

Nas três situações apresentadas acima, independente do índice de vegetação utilizado, pode perceber-se que os seus maiores valores sempre estão relacionados ao mês de janeiro e março. Isto ocorreu, como já citado anteriormente, devido ao estado da soja que estava em seu período de crescimento.

Estes resultados também podem ser visualizados por meio dos gráficos de cada índice de vegetação calculado (Figura 3).

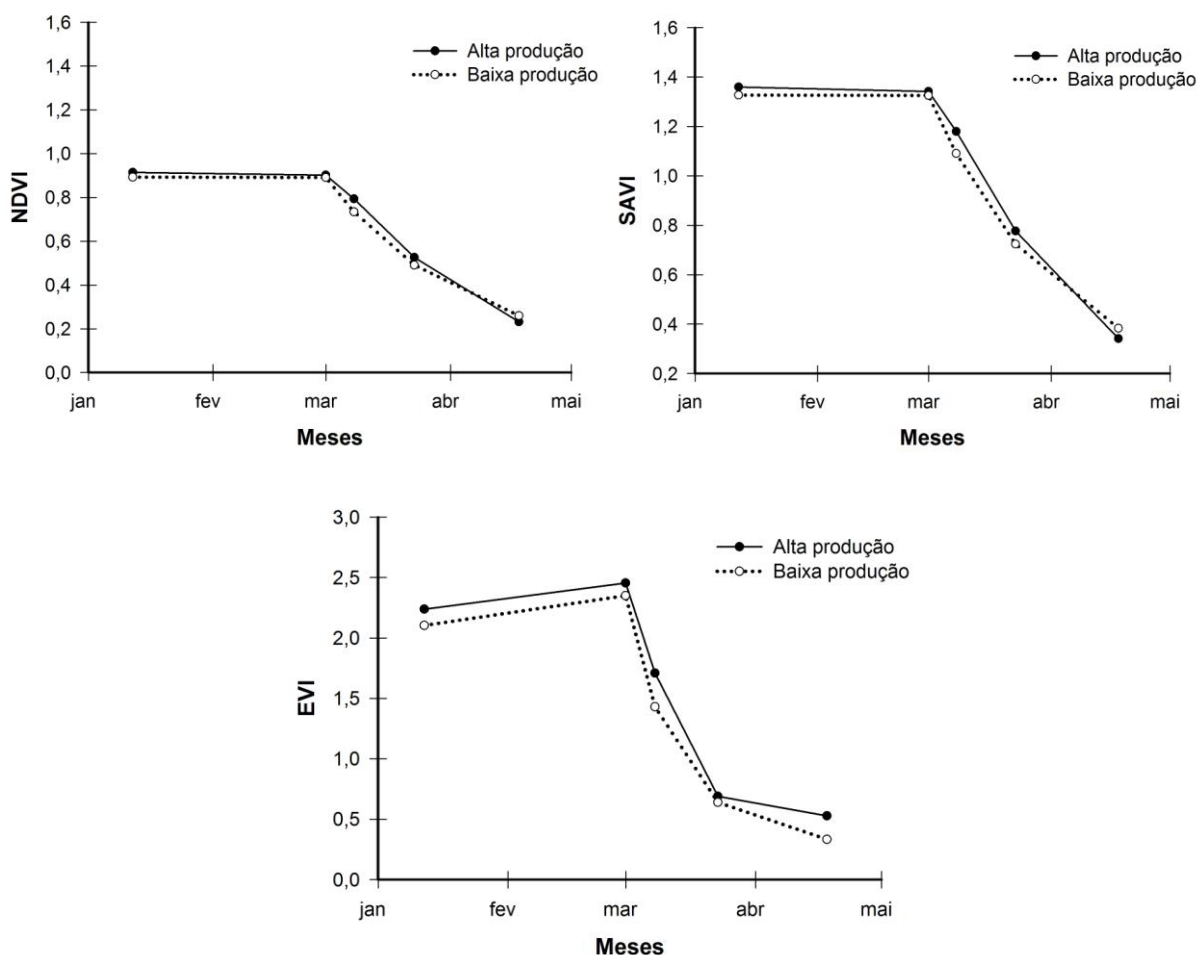


Figura 3 - Diferentes índices de vegetação dos pontos de alta e baixa produção ao longo do desenvolvimento da cultura. Elaboração: FERREIRA SOBRINHO, J. A. 2011.

#### 4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que o sensoriamento remoto multiespectral e os índices de vegetação podem ser utilizados de forma qualitativa para identificação de áreas com alta e baixa produtividade de sementes de soja. As áreas de produção de sementes de soja com maior produtividade apresentaram valores de reflectância e de índices de vegetação (NDVI, SAVI, EVI) maiores em relação a locais que apresentaram produtividade menor de sementes.

Estudos mais detalhados podem ser realizados com o objetivo de se quantificar esta diferença entre valores de reflectância e produtividade de sementes de soja e de outras culturas agrícolas.

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. 2011: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2011. 482p.
- ANTUNES, M. A. H.; FREIRE, R. M. B.; BOTELHO, A. S.; TONIOLLI, L. H. **Correções atmosféricas de imagens de satélites utilizando o modelo 6s**. Disponível em: <[http://www.cartografia.org.br/xxi\\_cbc/174-SR21.pdf](http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/174-SR21.pdf)>. Acesso em: 10. Mar. 2011.
- CHANDER, G.; MARKHAM, B. L.; HELDER, D. L. **Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors**. Remote Sensing of Environment, 113 (2009), 893-903.
- DOS SANTOS JR, R. F.; RUDORFF, B. T. F.; SANTOS, J. M.; MACHIORATO, I. A. **Resposta Espectral da Soja cv. BRS 133 Infectada Por *Heterodera glycines***. 2º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão. Disponível em: <<http://www.centreinar.org.br/siap2007/siap2002/artigos/siap028.pdf>>. Acesso em: 10. Mar. 2011.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/tecnologia.htm>>. Acesso em: 7. Mar. 2011.
- HUETE, A. R.; JACKSON, R. D.; POST, D. F. **Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds**. Remote Sensing of Environment, v.17, p. 37-53, 1985.
- IBGE. **Levantamento Sistemático da produção agrícola**. Disponível em:<[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1798&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1798&id_pagina=1)>. Acesso em: 7 nov. 2011.
- JENSEN, J. R. Remote Sensing of Vegetation. In. \_\_\_\_\_. **Remote Sensing of the Environment, an earth resource perspective**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000. cap. 10, p.333-377.
- LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W., 1994: **Remote Sensing and Image Interpretation**. University of Wisconsin Madison third edition 750 p.
- MERCANTE, M.; LAMPARELLI, R. A. C.; URIBE-OPAZO, M. A.; ROCHA, J. V. **Modelos de Regressão Lineares Para Estimativa de Produtividade da Soja No Oeste Do Paraná, Utilizando Dados Espectrais**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, São Paulo, v.30, n.3, p.504-517, maio/jun. 2010.
- NORA, E. L. D.; F. F. DA SILVA.; **Identificação e mapeamento de áreas de cultivo de soja em fases de desenvolvimento fenológico diferenciado a partir da dinâmica espectral da cultura**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Disponível em: <[http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO\\_CD/artigos/FotoeSR/SR\\_e\\_PDI/A\\_206.pdf](http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/FotoeSR/SR_e_PDI/A_206.pdf)>. Acesso em: 9. Mar. 2011.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. 308p.
- RICHTER, R. **Atmospheric correction algorithm for flat terrain: ATCOR2**. Geosystems: 2000. 208p.
- RISO, J.; RIZZI, R.; EPIPHANIO, R. D. V.; RUDORFF, B. F. T.; FORMAGGIO, A. R.; SHIMABUKURO, Y. E.; FERNANDES, S. L. **Potencialidades dos índices de vegetação EVI e NDVI dos produtos MODIS na separabilidade espectral de áreas de soja**. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.00.07/doc/379-386.pdf>>. Acesso em: 8. Mar. 2011.



SANCHES, I. D. A.; EPIPHANIO, J. C. N.; FORMAGGIO, A. R. **Culturas Agrícolas em Imagens Multitemporais do Satélite Landsat**. *Agric*, São Paulo, São Paulo, v.52, n.1, p. 83-96, jan./jun. 2005. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/publicacoes/pdf/asp-1-05-6.pdf>> . Acesso em: 7. Mar. 2011.