

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM SOJA E MILHO UTILIZANDO MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS LANDSAT-8

LUCAS V. OLDONI¹, ERIVELTO MERCANTE², VICTOR H. R. PRUDENTE³,
DOUGLAS KUSMINSKI⁴, BRUNO B. DA SILVA⁵

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, Laboratório de Topografia e Geoprocessamento (GeoLab), Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel - PR, (45) 3220-7366, lucasoldoni@outlook.com.

² Doutor em Engenharia Agrícola, Professor Adjunto, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, GeoLab, CCET, UNIOESTE, Cascavel - PR.

³ Engenheiro Agrícola, Mestrando, PGEAGRI, GeoLab, CCET, UNIOESTE, Cascavel - PR.

⁴ Graduando em Engenharia Agrícola, GeoLab, CCET, UNIOESTE, Cascavel - PR.

⁵ Mestre em Engenharia Agrícola, Doutorando, PGEAGRI, GeoLab, CCET, UNIOESTE, Cascavel - PR.

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: As culturas da soja e do milho estão entre as principais atividades do agronegócio brasileiro, respondendo por grande parte da economia nacional. Devido a essa importância, estudos e pesquisas referentes ao acompanhamento da produção agrícola têm um peso determinante e estratégico no planejamento econômico do país. Os métodos tradicionais de previsão de safras, utilizados pelos órgãos oficiais, nem sempre resultam em estimativas precisas, em função do seu caráter subjetivo. A associação das técnicas de sensoriamento remoto e métodos estatísticos podem tornar as estimativas menos subjetivas. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar a identificação da área semeada com soja e milho, para a safra 2013/2014, na região oeste do Paraná, comparando métodos de classificação (“pixel a pixel” e por regiões), em imagens Landsat-8, bem como avaliar o desempenho dos classificadores na identificação destas áreas. As classificações pelo algoritmo SAM (“pixel a pixel”) e por Segmentação (regiões), apresentaram os melhores desempenhos, com Índice Kappa de 0,77 e Exatidão Global de 85,0%. Os métodos de classificação de imagens utilizados permitiram a estimativa de área semeada com a cultura da soja e do milho (máscara de soja e milho), de maneira satisfatória.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto; processamento de imagens; previsão de safras.

IDENTIFICATION OF AREAS WITH SOYBEAN AND CORN USING CLASSIFICATION METHODS OF LANDSAT-8 IMAGE

ABSTRACT: The soybean and corn are the main activities of brazilian agribusiness, representing a significant portion in the national economy. For this reason, studies and research aiming monitoring agricultural production have a strategic importance in country's economic planning. Traditional methods of crop forecasting used by official agencies, due to its subjective nature may results in inaccurate estimates. The combination of remote sensing techniques and statistical methods can make less subjective estimates. In this context, the aim of this work was the identification of soybeans and corn sown areas, for harvest 2013/2014, in western Paraná,

comparing classification methods ("pixel by pixel" and by regions) using Landsat-8 images, and evaluate classifier performance for identifying these areas. The classifications by SAM algorithm ("pixel by pixel") and by segmentation (regions), showed best performance, with Kappa: 0.77 and Global accuracy about 85.0%. The image classification methods estimated soybean and corn areas (soybean and corn mask), satisfactorily.

KEYWORDS: Remote Sensing; Image Processing; Crop Forecast.

INTRODUÇÃO

Os estudos e pesquisas referentes ao acompanhamento das culturas agrícolas são de grande importância para a economia de um país. Pois permitem dotar o governo, produtores e agentes de comercialização de informações sobre o volume da produção, auxiliando no planejamento adequado das decisões comerciais e das definições políticas, no sentido de contornar eventuais problemas causados por escassez ou de excesso de produtos no mercado (MERCANTE, 2007).

A previsão de safras no Brasil é feita através de questionários aplicados diretamente aos produtores ou às entidades relacionadas à atividade agrícola. A partir de reuniões mensais com representantes dessas entidades são analisadas as informações e, posteriormente, compiladas em nível nacional. A obtenção de dados confiáveis é difícil, lenta e onerosa e implica sempre em um alto grau de subjetividade. A extensão e peculiaridades regionais e sazonais do território brasileiro podem introduzir erros nos resultados desse tipo de avaliação (FONTANA *et al.*, 2000).

Segundo LIMA *et al.* (2011), nos últimos anos, a previsão de safras no Brasil vem sofrendo grande transformação para se tornar menos subjetiva. O sensoriamento remoto é uma ferramenta que está sendo utilizadas para o monitoramento de culturas, com o objetivo de proporcionar uma visão sinóptica de áreas semeadas, gerando informações dos locais de plantio, de estimativa de área plantada e de estimativa de produção.

As vantagens oferecidas por esse sistema são as perspectivas espaciais em diferentes escalas (visão sinóptica), assim como o monitoramento de regiões remotas ou de acesso restrito, além da possibilidade de se obter imagens de áreas com intervalos regulares para avaliar as mudanças ocorridas (THENKABAIL *et al.*, 2004; CAMBPELL *et al.*, 2007; LI *et al.*, 2010).

As imagens de satélites, em meio digital, contêm informações sobre alvos na superfície que podem ser extraídas através do processo de classificação, associando cada pixel da imagem a um determinado rótulo, obtendo-se como resultado um determinado tema (MOTTA *et al.*, 2001).

Uma das formas de dividir os classificadores é em classificação pixel a pixel ou classificação por regiões. A classificação por pixels, utiliza-se somente da informação espectral de cada pixel para encontrar regiões homogêneas, a partir de medidas de distância ou de probabilidade de um pixel pertencer a uma determinada classe. Na classificação por regiões o processo de decisão leva em consideração um agrupamento de pixels que é usado como unidade de classificação. Uma forma de classificar por regiões é a técnica de segmentação de imagens, na qual, levam-se em conta as características do meio e não exclusivamente os valores espectrais dos pixels (MENESES e ALMEIDA, 2012).

A comparação de técnicas de classificação de imagens "pixel a pixel" e por regiões, foi utilizada por FONSECA *et al.* (2009) e BERNARDI *et al.* (2007) em imagens SPOT-5 para o estado de Minas Gerais, e QuickBird para o município de Lavras, no estado de Minas Gerais.

O objetivo do trabalho é realizar a identificação e separação da área semeada com soja e milho, referente à safra de verão 2013/2014 na região Oeste do Estado do Paraná, comparando métodos de classificação de imagens do satélite Landsat-8.

MATERIAL E MÉTODOS

A área em estudo, composta por 36 municípios (FIGURA 1), está localizada na região de maior produção de soja e milho do Estado do Paraná. A escolha destes municípios se deu pelo fato de apresentarem produção significativa de soja e milho. O tipo de solo predominante na região monitorada é o Latossolo Vermelho Distroférrico, conforme ITCG (2008).

O clima da região é classificado como subtropical mesotérmico, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como Cfa – Clima subtropical (CAVIGLIONE *et al.*, 2000). Nos meses de inverno, a média de temperatura é inferior a 16°C e, nos meses de verão, as máximas superam 30°C, com temperatura média anual de 21°C e precipitação anual de 1971 mm.

Para a realização dos processos foram utilizados os softwares ArcGIS 9.3 e o ENVI 4.5. Foram utilizadas imagens do satélite Landsat-8, do tile 223/77 (órbita/ponto), das datas de 31/10/2013 e 18/12/2013 (havia presença de nuvens nas outras imagens no período da safra em estudo). O satélite Landsat-8 possui dois sensores, o OLI (Operational Land Imager) e o TIRS (Thermal Infrared Sensor), que possuem respectivamente 9 e 2 bandas espectrais (USGS, 2014). Foram utilizadas as bandas 4, 5 e 6, que cobrem respectivamente, as faixas do vermelho, infravermelho próximo, e infravermelho médio, as imagens possuem resolução radiométrica de 16 bits, e possui tempo de revisita de 16 dias, são disponibilizadas ortoretificadas com resolução espacial de 30 metros, gratuitamente pelo site do USGS.

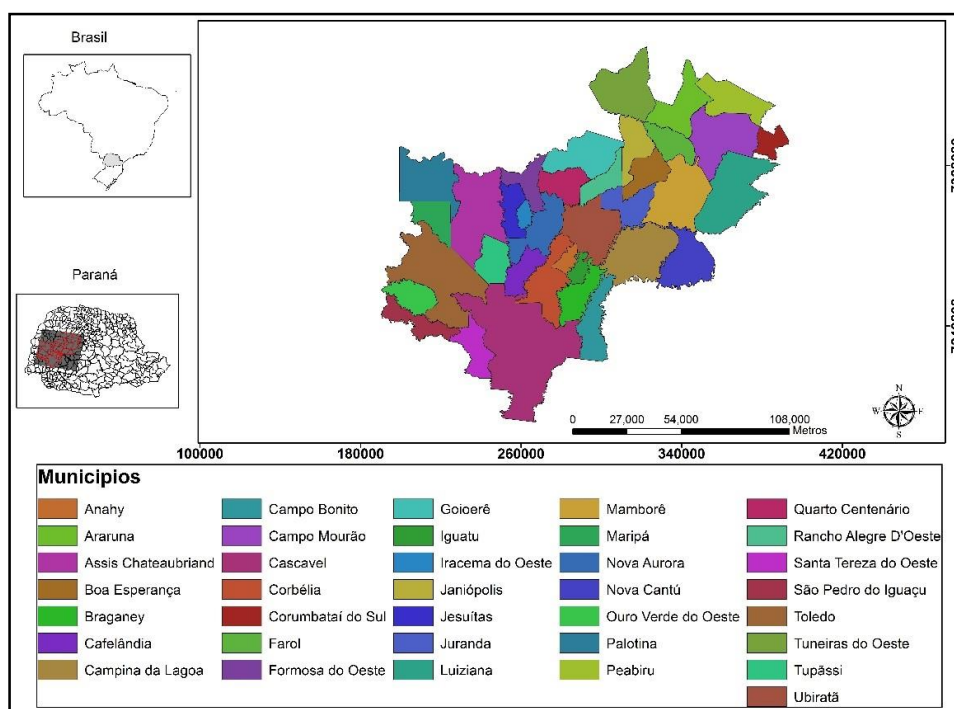


FIGURA 1. Localização da área em estudo.

Foram utilizados os classificadores Mínima Distância, Distância de Mahalanobis, MaxVer (Máxima Verossimilhança), SAM (*Spectral Angle Mapper*), que são métodos “pixel a pixel” e a técnica de segmentação, que é um método de classificação por regiões.

Com a finalidade de retirar da imagem os alvos (áreas ocupadas com matas) que podem dificultar a correta classificação das culturas, aplicou-se através do *software* ENVI 4.5, uma máscara realizada através da classificação da classe mata em uma imagem de 31/10/2013, pois nesta data havia ausência das culturas de soja e milho na região estudada. Para classificação do

alvo mata utilizou-se os métodos de Segmentação e o MaxVer, em seguida o resultado de cada classificador foi sobreposto por meio do operador lógico booleano *OR*, gerando o mapa aqui chamado de “Máscara de mata”.

Por meio de composições coloridas das bandas do infravermelho próximo, do infravermelho médio e do vermelho (RGB-564), foram coletadas amostras de pixels que correspondem a cultura da soja e a cultura do milho, a partir destas amostras realizou-se a classificação supervisionada. Foram utilizados os algoritmos classificadores supervisionados baseados na distância que são os métodos da Mínima Distância e Distância de Mahalanobis; e os que utilizam como base a probabilidade estatística e o ângulo espectral que são os métodos de MaxVer e o Mapeador de Ângulo Espectral (SAM), respectivamente.

No ENVI Zoom, em composições coloridas RGB-564, foi utilizada a ferramenta *Feature Extraction*, que segundo SOARES e BEPLER (2013), necessita da definição dos parâmetros de segmentação e merge (união), além dos parâmetros dos classificadores. O algoritmo segmentador do software é o *edge-based*, que utiliza um filtro na imagem, o qual classifica os pixels como sendo de borda ou não. Os pixels que não são separados, são agregados em uma mesma categoria. Em seguida define-se o método de classificação, coletando-se amostras, ou utilizando regras de decisão, como foi o caso.

A avaliação da exatidão das máscaras foi realizada por meio das matrizes de erros, a metodologia chamada de painel amostral que, resumidamente, caracteriza-se pela distribuição aleatória de pontos amostrais dentro do limite do município, com o objetivo de se realizar um levantamento das classes de uso do solo de cada ponto (LUIZ *et al.*, 2002). Foram utilizados 150 pontos amostrais espalhados de forma aleatória nas máscaras, sendo 60, 60 e 30, das classes Soja, Milho e Outros, respectivamente. A avaliação dos pontos para se determinar a qual classe eles eram pertencentes, se realizou por inspeção visual nas imagens. Com isto, foram determinadas as matrizes de erros de cada máscara confeccionada.

A partir da matriz de erros, foi calculada a Exatidão Global (EG), expressa na Equação 1, que significa o total de acertos em relação ao total de amostras da imagem classificada.

$$EG = \frac{A}{n} * 100 \quad (1)$$

em que,

EG = exatidão global,

A = pontos amostrais com acerto, e

n = número de pontos amostrais.

Na Equação 2, apresenta-se o coeficiente Kappa (COHEN, 1960), obtido por meio da matriz de erros, utilizado para expressar a precisão da classificação. Segundo JOHANN *et al.* (2012) o índice Kappa (K) apresenta vantagens sobre a EG, pois incorpora as amostras classificadas de forma correta ou incorreta.

$$K = \frac{[n * \sum_{i=1}^r x_{ij} - \sum_{i=1}^r (x_i * x_j)]}{[n^2 - \sum_{i=1}^r (x_i * x_j)]} \quad (2)$$

em que,

K = coeficiente Kappa de concordância,

n = número de pontos amostrais,

r = número de linhas da matriz de erro,

x_{ij} = observação na linha i e coluna j,

x_i = total marginal da linha i, e

x_j = total marginal da coluna j.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na FIGURA 2 apresentam-se os mapas temáticos com os resultados dos métodos de classificação por região e “pixel a pixel”: Segmentação (A), Mapeador de ângulo espectral - SAM (B), MaxVer (C), Distância Mínima (D), distância de Mahalanobis (E).

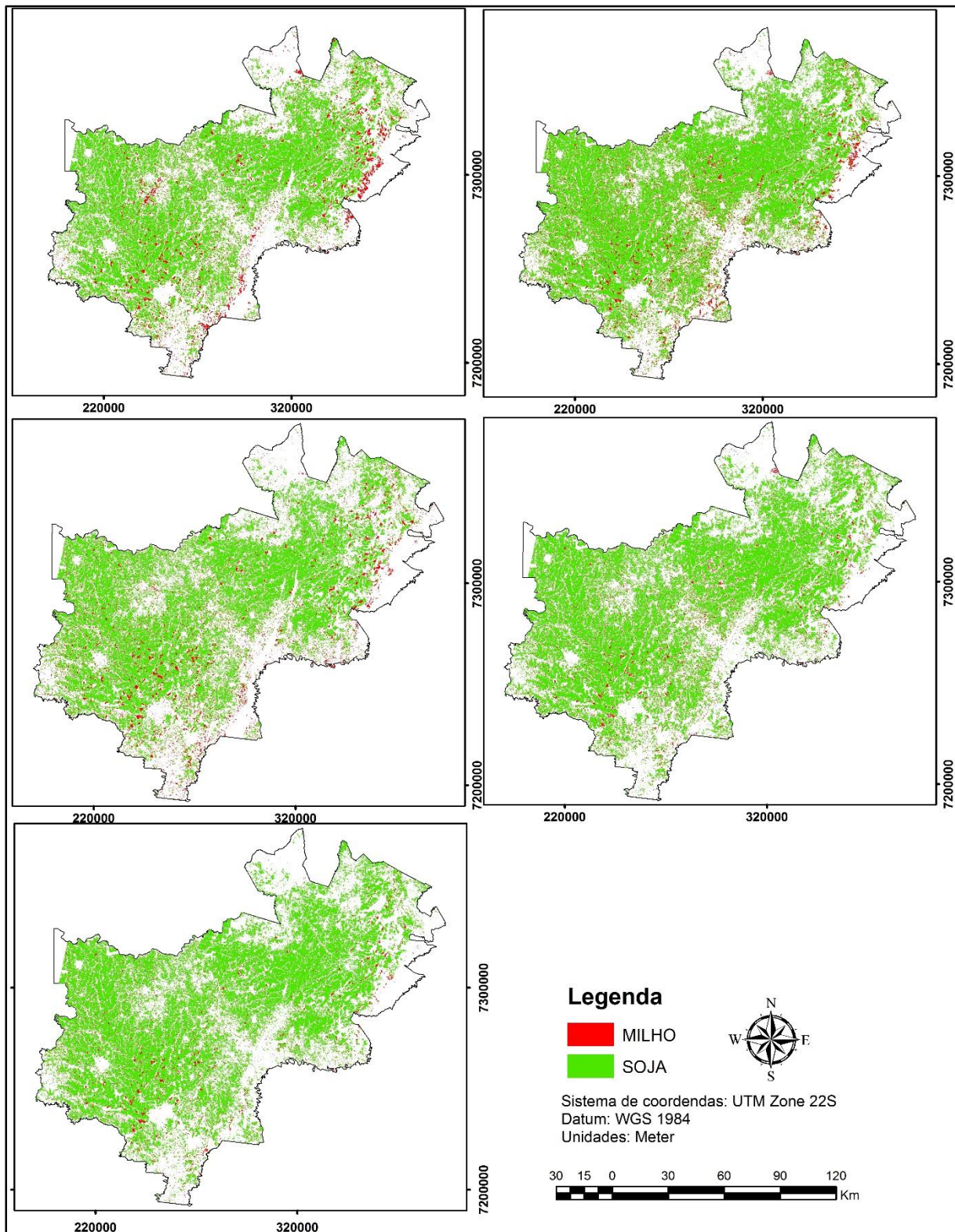


FIGURA 2. Métodos de classificação: (A) Segmentação; (B) Mapeador de ângulo espectral - SAM, (C) MaxVer, (D) Distância Mínima, (E) distância de Mahalanobis.

Na TABELA 1, tem-se os resultados da exatidão global, coeficiente Kappa e comparação das áreas de soja e milho, obtidos para todos os métodos de classificação realizados. Dentre eles, apenas dois obtiveram exatidão global igual à 85%: (A) Segmentação, (B) SAM.

LANDIS e KOCH (1977) sugeriram que valores do coeficiente Kappa entre 0,61 e 0,8, indica fortemente que a qualidade de uma dada classificação é muito boa, ou seja, se aproxima da verdade terrestre. Ainda de acordo com a TABELA 1, os métodos estudados que atingiram este valor foram: (A) segmentação, (B) SAM, (C) MaxVer e (D) mínima distância, com 0,77; 0,77; 0,72; 0,64; respectivamente.

TABELA 1. Valores de exatidão global, índice Kappa e área das culturas.

Classificadores / Índices	Exatidão Global	Índice Kappa	Área soja (ha)	Área milho (ha)
Segmentação	85	0,77	717490,5	96937,7
SAM	85	0,77	862164,0	107538,7
MaxVer	82	0,72	700242,4	87413,4
Mínima Distância	76	0,64	804058,2	58043,7
Distância de Mahalanobis	72	0,58	853526,1	65383,9

Apesar das análises de acurácias para o classificador SAM e Segmentação terem sido praticamente iguais, as áreas de ambas as culturas foram numericamente maiores para o SAM, identificando 20,16% e 10,94% de áreas a mais para as culturas da soja e do milho, respectivamente, em relação a Segmentação.

Dos métodos de classificação “pixel a pixel”, apenas o classificador SAM se igualou ao método de classificação por regiões, assim como FONSECA *et al.* (2009) e BERNARDI *et al.* (2007), que obtiveram melhores resultados utilizando Segmentação em imagens composição coloridas. Já comparando apenas os métodos de classificação “pixel a pixel”, o melhor resultado foi o do classificador SAM, assim como o encontrado por SOUZA *et al.* (2013), em imagens provenientes do satélite Landsat 5 - TM, para o município de Cafelândia - PR.

O número limitado de imagens a serem utilizados para a classificação, em decorrência de nuvens, dificultou a identificação das áreas semeadas com as culturas, o que pode inviabilizar a utilização da metodologia em algumas safras. Este problema pode ser contornado com a utilização de imagens de diversos sensores.

A utilização de imagens de sensoriamento remoto pode permitir a obtenção de informações durante o desenvolvimento das culturas em áreas específicas, que podem ser utilizadas no planejamento e na tomada de decisão.

CONCLUSÕES

Os métodos de classificação de imagens utilizados permitiram a realização da estimativa de área semeada com a cultura da soja e do milho (máscara de soja e milho), sendo importante a utilização da máscara de mata para reduzir a confusão dos classificadores.

Os valores das análises de acurácia indicaram que os níveis foram muito bons, de acordo com a literatura, destacando que o método de classificação por Segmentação, e o classificador SAM apresentaram os melhores resultados.

A escolha de diferentes classificadores pode interferir no resultado do mapeamento das culturas. Sendo importante o estudo de sua precisão, em caso da sua utilização para tomada de decisão, pelos participantes da cadeia produtiva.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná -SEAB-PARANÁ, Fundação Araucária, CNPq e a CAPES.

REFERÊNCIAS

- BERNARDI, H. V. F.; DZEDZEJ, M.; CARVALHO, L. M. T.; JÚNIOR, F. W. A. **Classificação digital do uso do solo comparando os métodos “pixel a pixel” e orientada ao objeto em imagem QuickBird**. Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5595-5602.
- CAMPBELL, P. K. E.; MIDDLETON, E. M.; MCMURTREY, J. E.; CORP, L. A.; CHAPPELLE, E. W. Assessment of vegetation stress using reflectance or fluorescence measurements. **Journal Environmental Quality**, v. 36, p. 832-845, 2007.
- CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: Iapar, 2000.
- FONSECA, R. F.; PEREIRA, T. D.; DUTRA, L. V.; PANTALEÃO, E.; FREITAS, C. da C. **Comparação entre classificadores por pixel e por região com imagem SPOT-5 para o estado de Minas Gerais**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 959-966.
- FONTANA, D. C.; WEBER, E.; DUCATI, J. R.; FIGUEIREDO, D. C.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A. Monitoramento e previsão de safras no Brasil. [CDROM]. In: Anais do Simpósio Latino Americano de Percepção Remota, 9. Porto Iguaçu, 2000. Disponível em: <<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/artigos/safras.pdf>>. Acesso em março de 2012.
- ITCG - Instituto De Terras, Cartografia E Geociências. **Dados Cartográficos do Paraná**. 2008. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br>. Acesso em 25 de maio de 2015.
- JOHANN, J. A.; ROCHA, J. V.; DUFT, D. G.; LAMPARELLI, R. A. C. Estimativa de áreas com culturas de verão no Paraná, por meio de imagens multitemporais EVI/Modis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 9, 2012.
- LI, G.; WAN, S.; ZHOU, J.; YANG, Z.; QIN, P. Leaf chlorophyll fluorescence, hyperspectral reflectance, pigments content, malondialdehyde and proline accumulation responses of castor bean (*Ricinus communis* L.) seedlings to salt stress levels. **Industrial Crops and Products**, v. 31, p. 13–19, 2010.
- LIMA, L. E. P.; JUSTINA, D. D. D.; PRUDENTE, V. H. R.; MERCANTE, E.; OPAZO, M. A. U. **Estimativa de Área Plantada com Soja por Meio de Processamento Digital de Imagens do Satélite Landsat 5/TM**. Anais do XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Cuiabá-MT, 2011.
- LUIZ, A. J. B.; OLIVEIRA, J. C.; EPIPHANIO, J. C. N.; FORMAGGIO, A.R. Auxílio das imagens de satélite aos levantamentos por amostragem em agricultura. **Agricultura em São Paulo**, v.49, p.41-54. 2002.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 1 ed. Brasília: UnB/CNPq, v.1, 2012.

MERCANTE, E. **Dinâmica espectral da cultura da soja ao longo do ciclo vegetativo e sua relação com a produtividade na região oeste do Paraná**. Campinas, 2007. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

MOTTA, J. L. G.; FONTANA, D. C.; WEBER, E. **Verificação da acurácia da estimativa de área cultivada com soja através de classificação digital em imagens Landsat**. Anais do X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu, PR, 2001.

SOARES, A. R.; BEPPLER, M. **Estudo Comparativo entre Softwares na Classificação de Imagens de Alta Resolução Espacial**. Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

SOUZA, C. H. W.; MERCANTE, E.; PRUDENTE, V. H. R.; JUSTINA, D. D. D. Methods of performance evaluation for the supervised classification of satellite imagery in determining land cover classes. **Ciencia e Investigación Agraria**. 40(2):419-428. 2013.

THENKABAIL, P. S.; SMITH, R. B.; PAUW, E. D. Hyperspectral vegetation indices and their relationships with agricultural crop characteristics. **Remote Sensing of Environment**, v. 71, p. 158–182, 2000.

USGS. United States Geological Survey. **Landsat Missions** - Landsat 8. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>>. Acesso em: maio de 2015.