

Utilização de mapa de uso da terra derivado do sensor Landsat 8/OLI para avaliação de pixels puros e não-puros de NDVI do sensor MODIS

Diego Domingos Della Justina¹
Jansle Vieira Rocha¹
Carlos Henrique Wachholz de Souza¹
Walter Cervi¹
Rubens Augusto Camargo Lamparelli²

¹ Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP/FEAGRI
Barão Geraldo - 13083-875 – Campinas - SP, Brasil
{diego.justina, jansle.rocha, carlos.souza, walter.cervi}@feagri.unicamp.br

² Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético – NIPE / UNICAMP
Cidade Universitária “Zeferino Vaz”-13083-860 - Campinas-SP, Brasil
rubens@nipeunicamp.org.br

Abstract. The use of remote sensing has contributed significantly to obtain information about the crop acreage, management, development and also the occurrences of stresses. However, due to particular characteristics of each sensor, their applications are specific according to their resolutions. The Landsat 8 / TM, for example, is suitable for mapping the land use characteristics while MODIS is more suitable for crop monitoring. The main of this research is to analyze the behavior of vegetation indices of according to the class and also in the case of spectral mixture. Some classes have temporal profiles of NDVI with different behavior, while others exhibit similar behaviors, making it difficult to be classified, as is the case of sugar cane and pasture. The mixture of the spectral response of different classes ("non-pure" pixels), influences the behavior of the spectral profile. The occurrence of non-pure pixels mislead the classification. The results proved to be possible to detect the influence of spectral mixture, allowing the detection of non-pure pixels. The results also demonstrates that is possible to differentiate classes with similar behavior across specific locations along the development cycle periods.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, time-series, sensoriamento remoto, processamento de imagens, séries temporais.

1. Introdução

Para um adequado monitoramento da atividade agrícola, é necessária a realização de um acompanhamento periódico, já que as culturas apresentam uma alta dinâmica temporal (JOHANN, 2012). Neste contexto, as imagens do sensor MODIS são cada vez mais utilizadas para o mapeamento e monitoramento de culturas em escala regional, devido à sua alta resolução temporal (quase que diária) (SAKAMOTO et al., 2010).

Vários estudos vêm sendo realizados no monitoramento agrícola através da utilização de índices de vegetação (IV) extraídos de imagens de sensor MODIS (LUNETTA et al., 2010; JOHANN et al., 2012), entretanto, ainda existem alguns problemas a serem solucionados. Um deles está na discriminação de culturas com comportamento espectral similar ao da cultura de interesse, a exemplo da pastagem e a cana-de-açúcar que geralmente apresentam padrões espectro-temporais semelhantes (XAVIER et al., 2006). E outro é tamanho do pixel (250 m), que em relação à maioria dos elementos na superfície terrestre, resultam em pixels contendo a mistura de vários componentes diferentes (LOBELL & ASNER, 2004).

Por outro lado, temos imagens do projeto Landsat, que representam a maior coleção mundial contínua de moderada resolução espacial (30 m) de dados de sensoriamento remoto terrestre (USGS, 2013). Que por sua vez, tem dimensões de pixel adequadas para identificação de culturas como a cana-de-açúcar (AGUIAR et al., 2011). Porém, a utilização de tais dados normalmente está sujeito à incidência de nuvens e com um tempo de revisita de

16 dias, pode ser difícil a obtenção de mais do que uma ou duas imagens claras dentro do ciclo de desenvolvimento da cultura (LOBELL, 2012).

A exploração de imagens de sensores com diferentes características oferece novas oportunidades para aumentar o conhecimento sobre mudanças ambientais e apoiar muitas aplicações operacionais (AMORÓS-LÓPEZ et al., 2013). Dessa maneira este trabalho tem por objetivo explorar de maneira efetiva as séries temporais de NDVI sensor MODIS, a fim de verificar comportamentos distintos entre os alvos (i.e. Cana-de-açúcar e Pastagem), além de estudar o comportamento de *pixels* com mistura espectral, devido a diferentes tipos de vegetação presentes no *pixel*.

2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo está localizada no município de Umuarama na região noroeste do estado do Paraná (Figura 1), entre as coordenadas geográficas aproximadas 23°30'00" e 23°50'00" de latitude sul e 53°40'00" e 52°50'00" de longitude.

O município apresenta uma economia essencialmente agrícola, de acordo com o censo agropecuário de 2006, da área total do município cerca de 96% é destinado a pecuária extensiva e lavoura. Deste montante cerca de 76% é pastagem, enquanto que as áreas de lavoura somam um pouco menos de 20% da área total (IBGE, 2014).

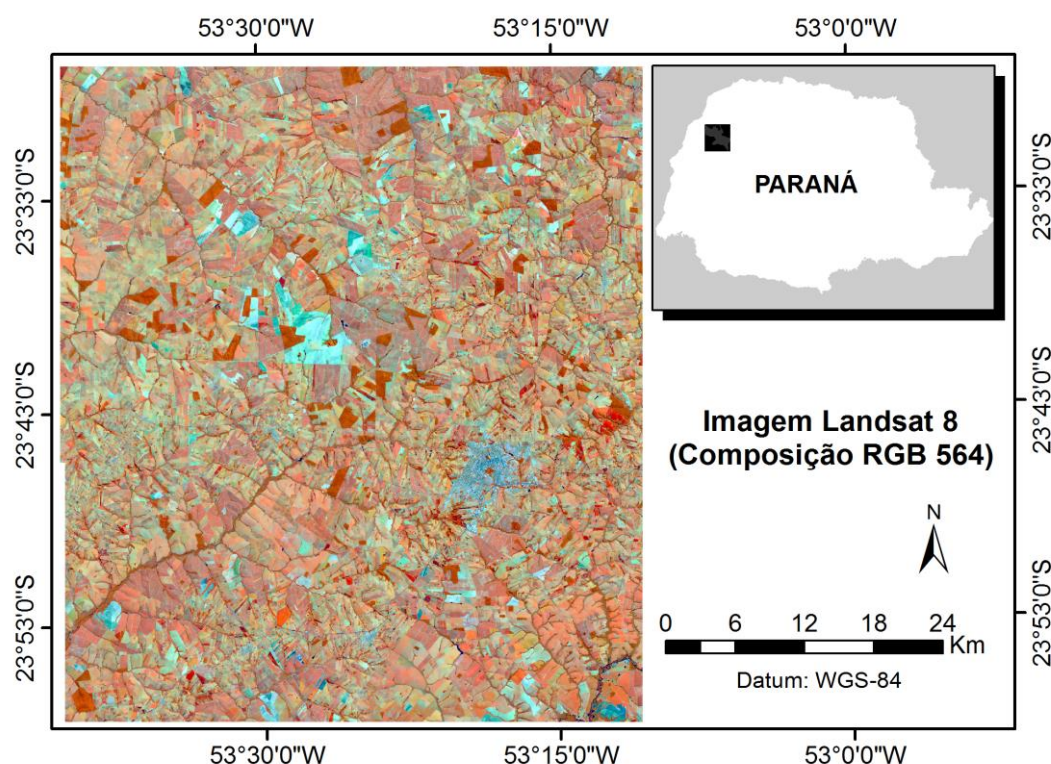


Figura 1. Recorte da cena 223/76 do satélite Landsat 8, de 26/04/2013, utilizada na confecção do mapa de uso da terra.

O mapa de uso da terra foi obtido a partir de imagens do satélite Landsat 8/OLI correspondentes a órbita ponto 223/76 referente a data de 26/04/2013. O mapeamento foi realizado por meio de classificação digital utilizando-se o classificador de máxima verossimilhança. As classes de interesse foram divididas em: Pastagem, Mata, Reflorestamento, Milho, Soja, Cana-de-açúcar, Água. As áreas urbanas foram classificadas de forma manual. A exatidão global que expressa o total de acerto em relação ao total de amostras analisadas, obteve 68,20% de acerto, e o índice kappa apresentou um coeficiente de 0,51. Estes índices apontam para uma precisão intermediária do mapeamento.

A partir do mapa de uso do solo foram extraídas as proporções de cada classe dentro de cada pixel da imagem do sensor MODIS de 250 x 250 metros de resolução espacial, (produto MOD13Q1, composição de 16 dias). As proporções de cada pixel foram extraídas com o auxílio do software ArcGIS 10.1, conforme o esquema da Figura 2.

As séries temporais de NDVI foram obtidas para o período de 27/07/2012 à 22/03/2014, o que corresponde a um total de 37 imagens. Os valores de NDVI de cada pixel foram extraídos automaticamente por meio de um sistema de rotinas IDL desenvolvido por Esquerdo (2007).

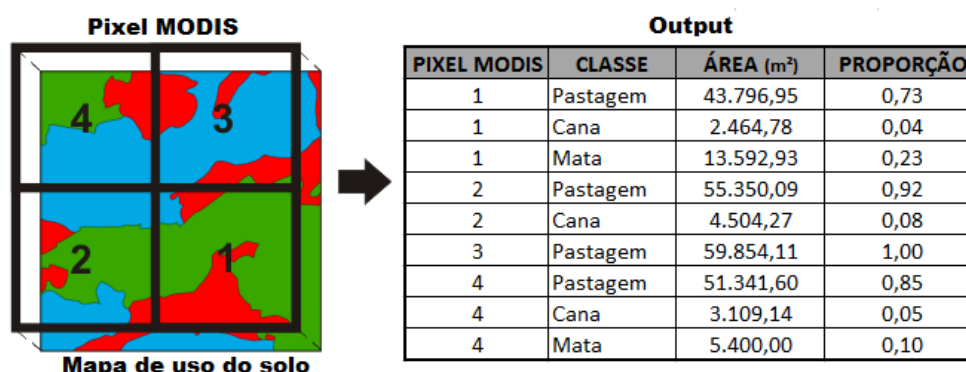


Figura 2. Esquema ilustrativo da estimativa da proporção de cada classe de uso do solo, contida em cada pixel da imagem do sensor MODIS.

3. Resultados e Discussões

A Figura 3 apresenta duas regiões, com condições ideais para estudo do comportamento dos alvos cana-de-açúcar, pastagem e mata, em *pixels* puros e não-puros. A Figura 3a apresenta uma área com *pixels* puros de pastagem (*pixel* amarelo) e cana-A (*pixel* verde), e também *pixels* não-puros contendo em média aproximadamente 50% de pastagem e aproximadamente 50% de cana-de-açúcar. Na Figura 3b são apresentados *pixels* puros para as classes de cana-B e mata, e *pixels* não puros contendo em média aproximadamente 50% de cana-de-açúcar e 50% de mata.

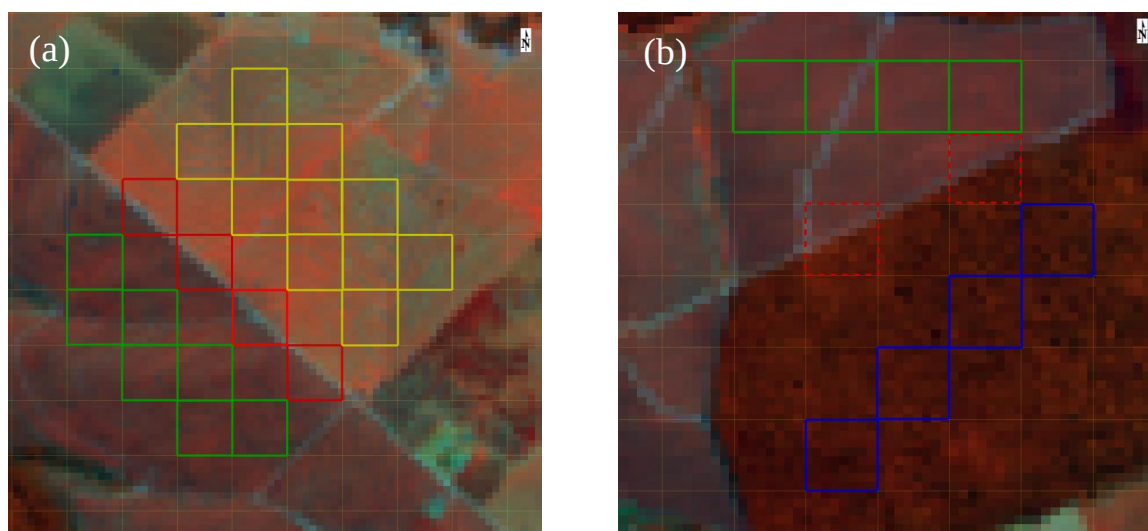


Figura 3. Composição colorida (RGB 564) Landsat 8 indicando os *Pixels* MODIS (250m) obtidos em cada classe diferentes regiões: (a) CANA-A (verde), PASTAGEM (amarelo) e NÃO-PURO (Vermelho). (b) CANA-B (verde), MATA (azul) e NÃO-PURO (tracejado)

A Figura 4 apresenta os perfis temporais de cada *pixel* apresentado na Figura 3, entre julho de 2012 a março de 2014. Os perfis referentes aos *pixels* pastagem (Figura 4a) tendem a

apresentar valores NDVI constantes, variando entre 0,6 e 0,8 aproximadamente, exceto nos meses de setembro de 2012 e setembro 2013, aonde o perfil apresenta quedas, provavelmente devido ao manejo da pastagem. Os *pixels* referentes a classe mata (Figura 4b), apresentam NDVI com valores variando entre 0,8 – 0,9, devido a alta biomassa do alvo. O comportamento constante ao longo do período estudado também é característico, já que não é esperado grande variações na biomassa ao longo do período.

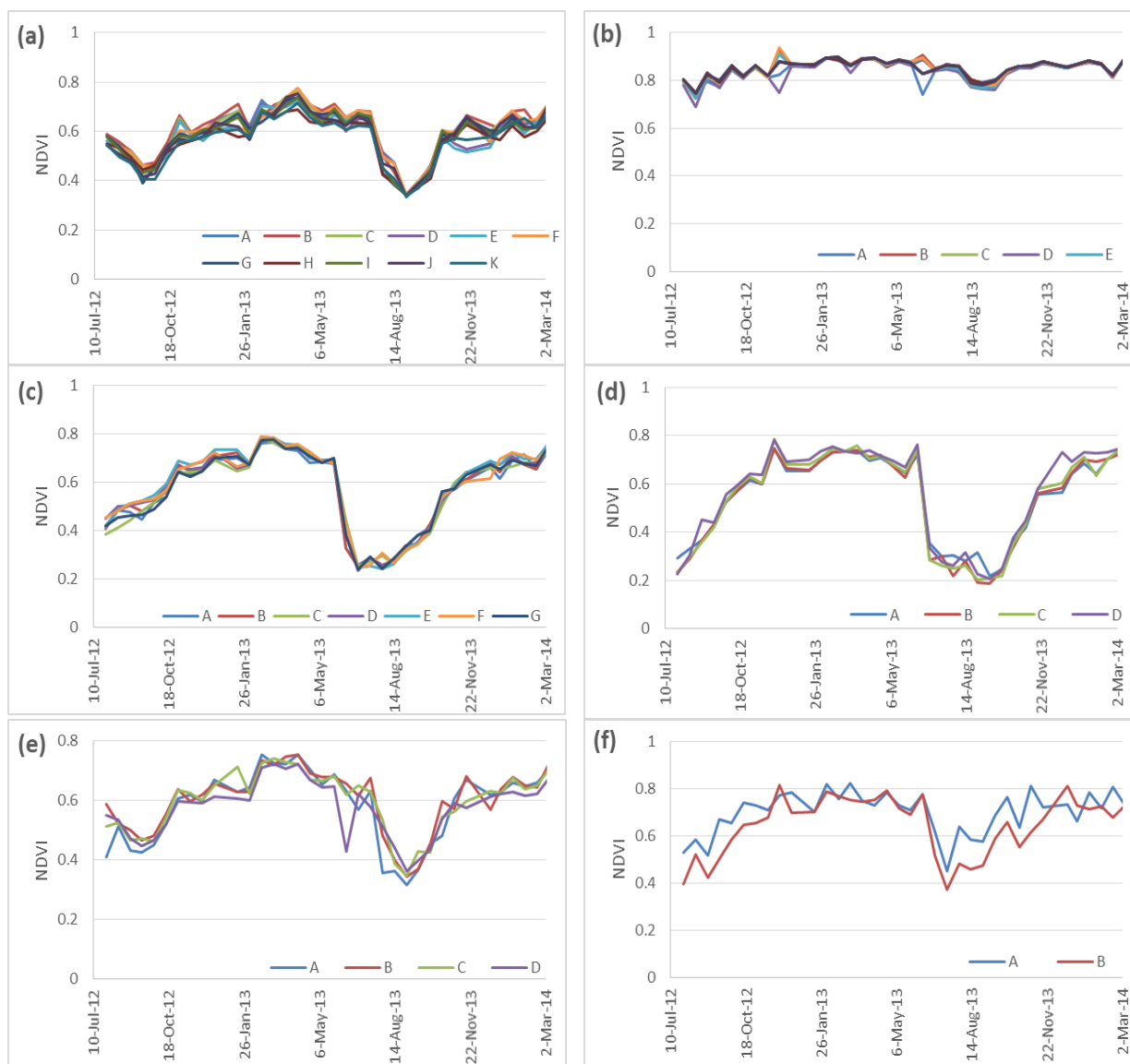


Figura 4. Perfis temporais de NDVI das amostras obtidas nas classes: (a) Mata, (b) Pastagem, (c) Cana-A, (d) Cana-B, (e) *pixels* não-puros de Cana-A/Pastagem e (f) *pixels* não-puros de Cana-B/Mata.

Para os *pixels* amostrados nas áreas de cana-de-açúcar, pode-se observar os perfis (Figuras 4c e 4d) apresentam valores baixos de NDVI no mês de julho de 2012, em função do início da fase de crescimento da cana. A partir do mês de outubro de 2012 o perfil manteve-se estável com crescimento quase nulo, atingindo o valor máximo de NDVI em meados de janeiro e março de 2013, quando a planta se encontra em seu pico vegetativo. A partir deste pico a curva decresce em função da colheita da cana. Pode-se verificar uma ligeira mudança no comportamento da cana de regiões diferentes, cana-A (Figura 4c) apresentou valores mais baixos de NDVI no início do período (julho-2012), quando compara da com a cana-B (Figura

4d), cujo os valores de NDVI são mais altos para o mesmo período, provavelmente pelo plantio antecipado. Em relação a taxa de crescimento, no período entre julho-2012 e janeiro de 2013 a cana-A (Figura 4c) apresentou uma tendência linear na taxa de crescimento, enquanto que a cana-B (Figura 4d) apresentou uma tendência mais acentuada de crescimento. Essa variação pode ser provocada por exemplo pelo manejo, ou variedades diferentes.

Na Figura 4e são apresentados os perfis temporais provenientes dos *pixels* não-puros com mistura espectral das classes cana-A e pastagem. A Figura 4f apresenta os perfis espectrais com mistura entre as classes cana-B e mata. De maneira geral as amostras obtidas apresentam comportamento semelhantes, conferindo boa representatividade para cada classe.

O gráfico da Figura 5a apresenta a comparação entre os *pixels* puros e não-puros das classes pastagem e cana-A. Pode ser observado que no período entre os meses de julho-2012 à maio-2013, o comportamento espectral desses alvos é muito semelhante, apesar dos valores de NDVI da classe cana serem ligeiramente maiores. O período de maior distinção entre estes alvos foi entre o período de maio-2013 à agosto-2013, onde a cana apresentou uma expressiva queda nos valores de NDVI em relação a pastagem. De maneira feral o *pixel* não-puro apresentou um comportamento similar a pastagem ao longo de todo o período observado.

Em relação a classe de mata, o perfil médio da cana apresenta comportamento distinto. Pode-se observar na Figura 5b, que mesmo a cana estando no pico vegetativo (meados de novembro-2012 à junho-2013) os valores de NDVI são distintos da mata. Assim como no caso da pastagem, a maior diferença entre as classes cana e mata ocorreu durante a colheita da cana, entre os meses de junho-2013 à outubro-2013. O perfil temporal médio dos *pixels* não-puros com mistura cana-B/mata, apresentou comportamento similar a cana-de-açúcar, exceto na colheita da cana, onde o perfil não-puro apresentou menor queda nos valores de NDVI, provavelmente devido a influência dos altos valores de NDVI da mata.

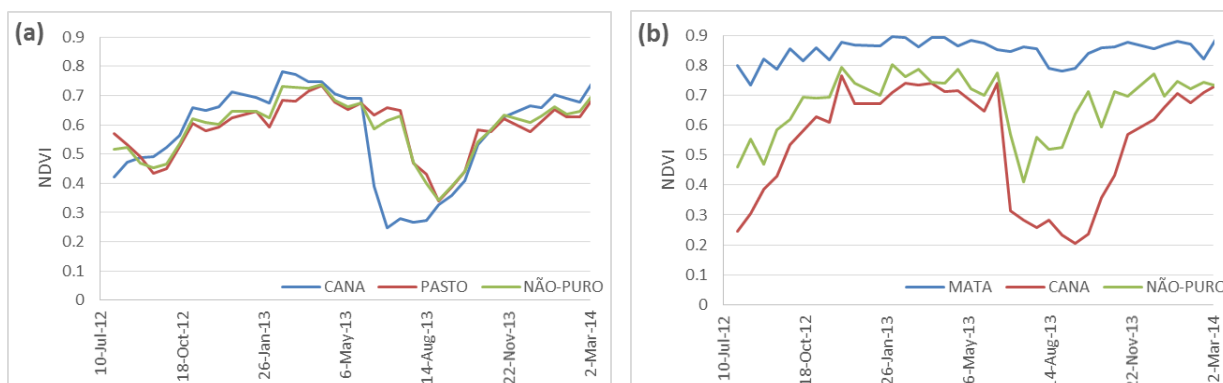


Figura 5. Comparação entre perfis temporais médios de NDVI entre *pixels* puros e não-puros. (a) Comparação entre os perfis temporais puros de Cana, Pastagem e não-puro Cana/Pastagem. (b) Comparação entre os perfis temporais puros de Mata, Cana e não-puro Mata/Cana.

Os resultados apresentados na Figura 5 apontam períodos, em que as classes têm maior distinção entre si. Aldighieri et al. (2012) propuseram uma metodologia capaz de apontar diferenças entre cana-de-açúcar e outros usos da terra através do perfil temporal de NDVI. O método consiste em estimar o coeficiente angular para cada imagem que compõe o perfil temporal, os maiores valores de coeficiente angular estão associados a maior separabilidade de classes. Segundo Aldighieri et al. (2012) os resultados mostram que a metodologia é capaz de identificar perfis característicos de cana-de-açúcar e suas respectivas fases de cultivo.

Os perfis temporais obtidos para cada um dos *pixels* da área de estudos (dados não apresentados), demonstraram haver grandes diferenças mesmo entre *pixels* que pertencem a mesma classe. Esse fato pode ter sido ocasionado devido a mistura de perfis de diferentes

classes, provocado pela baixa acurácia do mapa de uso do solo. No entanto as duas áreas de cana apresentadas na Figura 3 apresentaram ligeira diferença entre os perfis (Figuras 4c e 4d), fornecendo indícios de haver variabilidade mesmo entre perfis de mesma classe, causada por diversos fatores (i.e. manejo, cultivares).

4. Conclusões

A utilização de perfis temporais para o mapeamento de culturas demonstra ter grande potencial. Os resultados demonstram ser possível diferenciar classes apesar dos seus comportamentos semelhantes. O estudo demonstrou que *pixels* com mistura espectral pode influenciar no comportamento final do perfil. A mistura espectral descaracteriza o perfil espectral, dificultando a classificação. A acurácia do mapa de uso da terra é essencial para seleção *pixels* puros, evitando aqueles com algum tipo de mistura.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, D. A.; RUDORFF, B. F. T.; SILVA, W. F.; ADAMI, M.; MELLO, M. P. Remote Sensing Images in Support of Environmental Protocol: Monitoring the Sugarcane Harvest in São Paulo State, Brazil. **Remote Sensing**, v. 3, n. 12, p. 2682–2703, 2011. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2072-4292/3/12/2682>>. Acesso em: 21/3/2014.

AMORÓS-LÓPEZ, J.; GÓMEZ-CHOVA, L.; ALONSO, L.; et al. Multitemporal fusion of Landsat/TM and ENVISAT/MERIS for crop monitoring. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 23, p. 132–141, 2013.

ESQUERDO, J. C. D. M. **Utilização de perfis multi-temporais do ndvi/avhrr no acompanhamento da safra de soja no oeste do paraná, 2007. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA.**

IBGE. **Tabela 1031 – Utilização das terras por tipo de utilização.** 2014. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística, <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=1031>> Acesso em: junho 2014

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.

LOBELL, D. B. The use of satellite data for crop yield gap analysis. **Field Crops Research**, v. 143, p. 56–64, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378429012002754>>. Acesso em: 1/3/2013.

LOBELL, D. B.; ASNER, G. P. Cropland distributions from temporal unmixing of MODIS data. **Remote Sensing of Environment**, v. 93, n. 3, p. 412–422, 2004. Elsevier Inc. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034425704002408>>. Acesso em: 13/3/2013.

LUNETTA R. S.; SHAO Y.; EDIRIWICKREMA J.; LYON J. G. Monitoring agricultural cropping patterns across the Laurentian Great Lakes Basin using MODIS-NDVI data, **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 12, n. 2, p. 81–88, Abril 2010.

SAKAMOTO T.; WARDLOW B. D.; GITELSON A. A.; VERMA S. B.; SUYKER A. E.; ARKEBAUER T. J. A Two-Step Filtering approach for detecting maize and soybean phenology with time-series MODIS data, **Remote Sensing of Environment**, v. 114, n. 10, p. 2146–2159, Outubro 2010.

USGS - United States Geological Survey. **Landsat Missions**, 2013.Disponivel em: <http://landsat.usgs.gov>. Acesso em: Junho de 2014.

XAVIER, A. C.; RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; BERKA, L. M. S.; MOREIRA, M. A. Multi-temporal analysis of MODIS data to classify sugarcane crop. **International Journal of Remote Sensing**, v. 27, n. 4, p. 755–768, 2006. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01431160500296735>>. Acesso em: 23/10/2014.