

Avaliação de NDVI em pixels “não-puros” do sensor SPOT Vegetation

Jeferson Lobato Fernandes ¹
Sérgio Galdino ^{1, 2}
Jansle Vieira Rocha ¹

¹ Universidade Estadual de Campinas – FEAGRI/UNICAMP
Caixa Postal 6011 - CEP 13083-875 – Campinas – SP, Brasil
{jeferson, sergio.galdino, jansle.rocha}@feagri.unicamp.br

² Embrapa Pantanal – CPAP/Embrapa
Rua 21 de Setembro, 1880 - Bairro Nossa Senhora de Fátima
Caixa Postal 109 – CEP 79320-900 - Corumbá – MS, Brasil
galdino@cpap.embrapa.br

Abstract. The use of remote sensing techniques in agriculture can contribute in a significant way to obtain information about planted areas, irrigation management, culture developing and stress detection caused by plant diseases. However, sensors have their own peculiarities making necessary to fit features with their applications. For example, Landsat5/TM is adequate to land use mapping while Spot Vegetation is proper to monitoring culture development. Thus, there is a great potential in the low spatial resolution remote sensing images use to monitoring sugarcane areas, specially at São Paulo State, south-east Brazil, where sugarcane occupies extensive areas. The main goal of this study was to analyse and compare vegetation indexes in Spot Vegetation pixels composed by predominant (sugarcane) and mixed land use. The vegetation indexes used were the usual NDVI product of Spot Vegetation and the land use adjusted vegetation index (UNDVI), where the proportion of land use within a pixel is considered. The land use map was derived from visual and supervised classification of Landsat5/TM image. The results show different temporal profiles of NDVI and UNDVI, as well as the influence of different land use in the UNDVI, making this index more reliable to analyse temporal profiles in areas with mixed land use.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, cana-de-açúcar, uso da terra, UNDVI, remote sensing, sugarcane, land use.

1. Introdução

O uso de técnicas de sensoriamento remoto na agricultura contribui de forma significativa na obtenção de informações como área plantada, desenvolvimento da cultura, detecção de stress causado por doenças, manejo de irrigação entre outras. Os sensores possuem diferentes características, sendo necessário adequar a escolha do sensor ao tipo de aplicação. O Landsat5/TM e o Spot *Vegetation* são dois sensores, com imagens disponibilizadas gratuitamente, que apresentam diferentes potenciais de aplicação na agricultura. O Landsat5/TM, com resolução espacial de 30m e resolução temporal de 16 dias, é adequado ao mapeamento de áreas agrícolas. Já o Spot *Vegetation*, com resolução espacial de 1km e resolução temporal diária, possui grande potencial no monitoramento do desenvolvimento das culturas.

Cada pixel da imagem fornece um valor digital que representa a resposta espectral média dos alvos contidos no pixel. Um problema existente no uso de imagens de baixa resolução espacial, como o Spot *Vegetation*, é o fato de que grande parte dos pixels da imagem contém mais que uma classe de uso. Buscando extrair indicadores de produtividade da cultura, combinando informações do uso da terra com séries temporais do NDVI de imagens de baixa resolução, Genovese et al. (2001) propuseram um método para incrementar a informação contida em pixels que continham mais de uma classe de uso, baseado na ponderação do NDVI

por meio de dados do mapa de uso da terra do CORINE (*Co-ordination of Information on the Environment*), dando origem ao CORINE-NDVI (CNDVI). Portanto, em um pixel com mais de uma classe de uso, e conhecendo o comportamento do NDVI de cada classe, é possível calcular um valor para o NDVI por meio de uma média ponderada em relação à proporção de cada classe, sendo o resultado deste cálculo, neste trabalho, chamado de UNNDVI (NDVI ajustado para o uso da terra).

O UNNDVI apresenta um comportamento mais próximo do esperado em pixels que contêm mais de uma classe de uso. Por meio da comparação entre o perfil do NDVI observado e do UNNDVI calculado, é possível verificar se os valores do NDVI tendem a representar a classe com maior predominância no pixel.

Este trabalho objetivou avaliar o comportamento do NDVI em pixels de uma região canavieira com mais de uma classe de uso, comparando a série temporal original do NDVI com a série temporal obtida por meio do cálculo do UNNDVI, utilizando imagens do sensor *Spot Vegetation* com intervalo temporal decenal.

2. Metodologia de trabalho

Para este estudo foi realizado o levantamento do uso do solo em área situada entre as latitudes 21°07'30" S e 21°22'30" S e longitudes 47°37'60" O e 47°56'15" O, que compreende a região de Ribeirão Preto – SP. Trata-se de uma região com predomínio do cultivo de cana-de-açúcar, cuja área plantada na safra 2005/2006 foi de 32.200 hectares, o que representou aproximadamente 50% da área total do município (IBGE, 2008).

Para cada decênio, o UNNDVI, baseado no CNDVI, é calculado da seguinte forma:

$$UNNDVI = \sum_{j=1}^n NDVI_j * w_j \quad (1)$$

Sendo n o número de classes de uso da terra; NDVI trata-se do valor do NDVI de cada classe para o decênio em questão e w refere-se à proporção de área do pixel ocupada por esta classe.

O levantamento do uso da terra foi feito a partir de uma imagem do sensor Landsat5/TM, de 03 de maio de 2007, porém, por tratar-se de uma área com predominância de cana-de-açúcar, o uso da terra não sofreu alterações significativas em relação ao ano anterior (2006), no qual a análise foi realizada. O método de classificação foi o da máxima verossimilhança, para as classes Cana, Solo exposto, Mata (vegetação arbórea) e Área urbana. Na Figura 1 é apresentado o Mapa de Uso do Solo da região de Ribeirão Preto e a área selecionada para o estudo.

Uso do Solo - Região de Ribeirão Preto

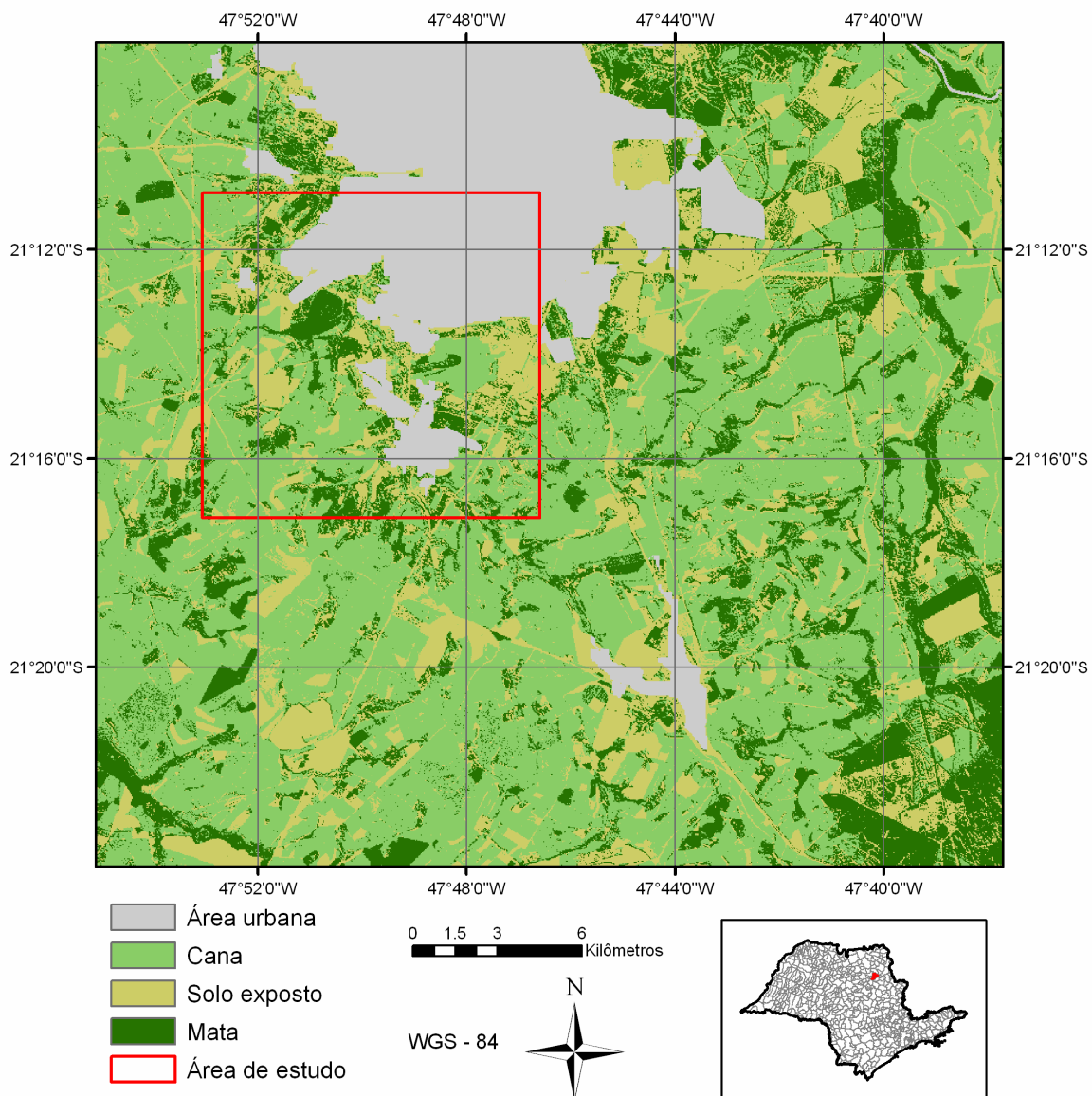


Figura 1. Mapa de uso da terra da região de Ribeirão Preto –SP com a localização da área de estudo.

A classe “Solo exposto”, descrita na Figura 1, foi considerada como sendo cana-de-açúcar, uma vez que provavelmente trata-se de área colhida. Os perfis temporais do índice de vegetação destas áreas comprovaram que são áreas de cana-de-açúcar.

Para a obtenção dos perfis de NDVI foram utilizadas composições decendiais do Spot *Vegetation* no período entre maio de 2005 e dezembro de 2006. Foi aplicado na série temporal o filtro de suavização Hants (*Harmonic Analysis of NDVI Time-Series*), proposto por Roerink et al. (2000), com o objetivo de eliminar variações bruscas nos valores decendiais de NDVI. Este filtro considera o comportamento temporal do NDVI, ao longo de uma safra, como sendo harmônico e de baixa frequência. Desta forma, a série é ajustada eliminando as oscilações de alta frequência, tratadas como “ruídos”.

Para o cálculo do UNDVI foram selecionadas amostras a partir da sobreposição de uma imagem do Spot *Vegetation* sobre o mapa de uso. O tamanho de cada amostra correspondeu a um pixel da imagem, ou seja, aproximadamente 1km². Para a caracterização do perfil de NDVI de cada classe de uso, foram selecionadas três amostras com o predomínio - acima de 90% - de uma classe (amostras puras da Figura 2). Posteriormente, foram selecionadas quatro amostras com mais de uma classe de uso (amostras mistas da Figura 2). A proporção das áreas contidas em cada amostra mista encontra-se na Tabela 1. Para cada amostra mista, utilizando-se a Equação 1, foi calculado o perfil de UNDVI a partir dos perfis de NDVI obtidos nas amostras puras, ponderados de acordo com as proporções do uso da terra. A localização das sete amostras e os perfis do NDVI das amostras puras encontram-se na Figura 2.

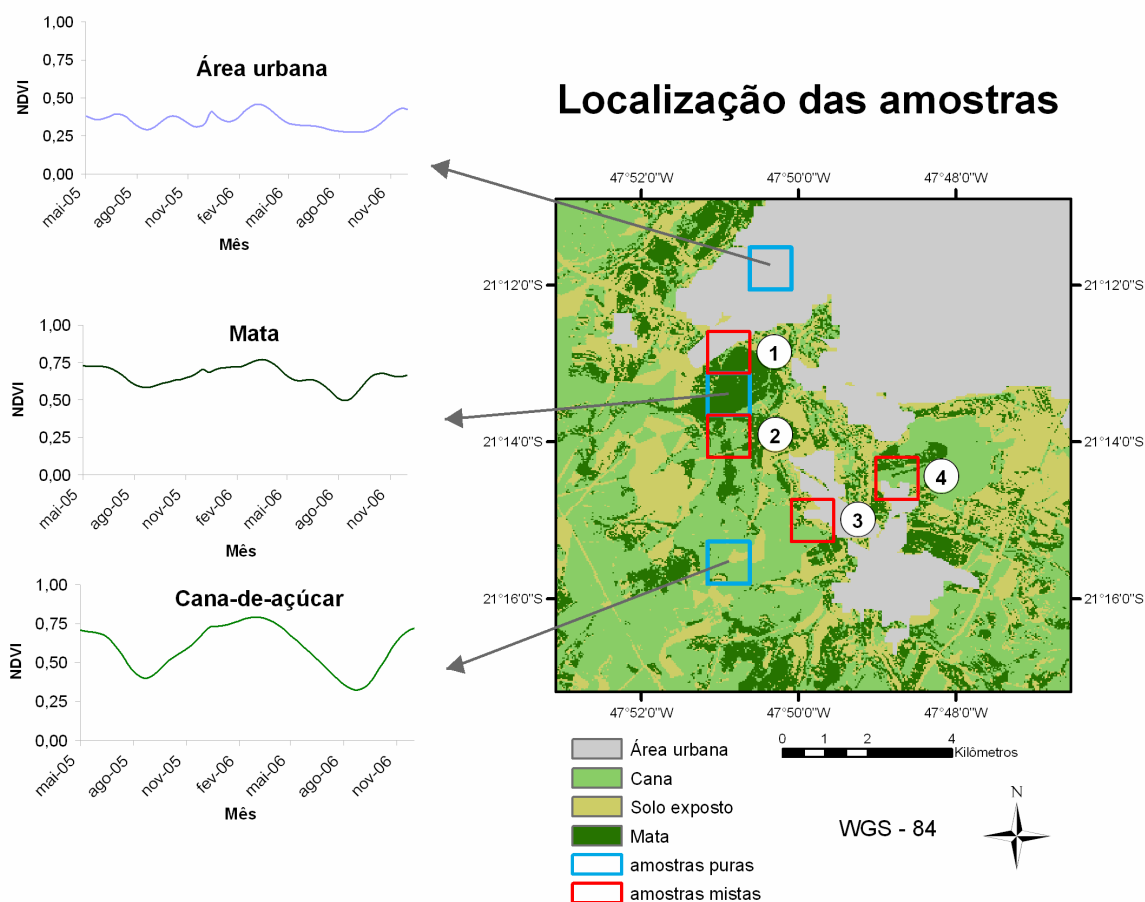


Figura 2. Mapa da localização das amostras (pixel) com os perfis do NDVI das amostras puras.

Tabela 1. Descrição das classes de uso para os pixels mistos (amostras mistas) e respectivas proporções.

Número do pixel	Proporção das classes
1	Área urbana (42,8%) + mata (45,4%)
2	Cana (61,6%) + mata (38,4%)
3	Área urbana (27,7%) + cana (58,3%)
4	Área urbana (24,5%) + cana (49%) + mata (26,5%)

Também foram extraídos os perfis de NDVI para as amostras mistas, com o intuito de compará-los com o UNNDVI calculado.

3. Resultados e Discussão

Para cada amostra mista é apresentado um gráfico contendo o perfil do NDVI do pixel e do UNNDVI calculado, além dos perfis do NDVI característicos de cada classe envolvida.

Na Figura 3 são apresentados os resultados da amostra 1, referente à ocorrência das classes Área urbana e Mata.

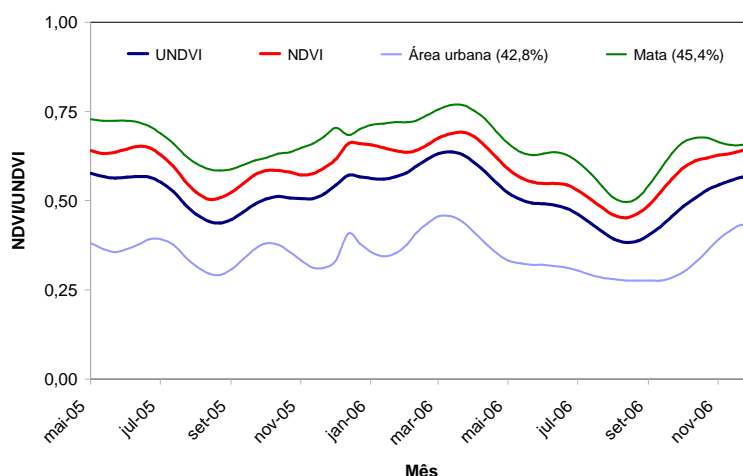


Figura 3. Perfis dos NDVIs e do UNNDVI calculado para a amostra 1 da Figura 2.

Verifica-se na Figura 3 que o perfil do UNNDVI corresponde aproximadamente à média dos perfis do NDVI da Área urbana e da Mata, devido à proporção destas classes ser aproximada. Observa-se que o perfil do NDVI correspondente ao pixel ficou acima do UNNDVI. Os valores do NDVI do pixel tenderam a se aproximar dos valores do NDVI da Mata, apesar de haver equilíbrio entre as duas classes.

Na Figura 4 são apresentados os resultados da amostra 2, referente à ocorrência das classes Cana e Mata.

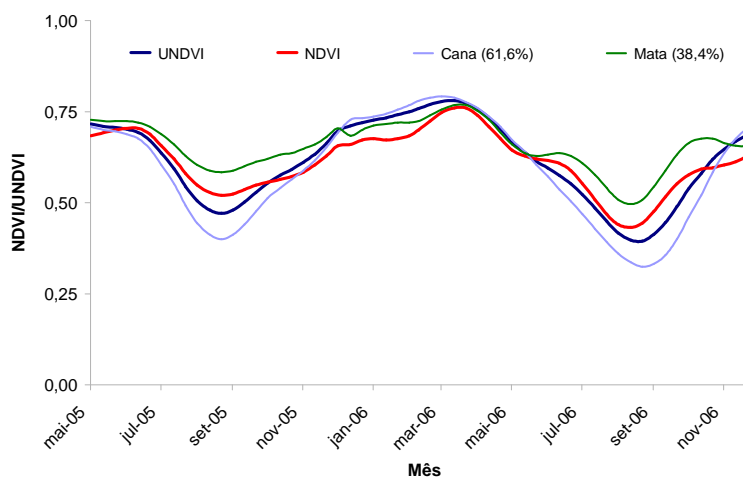


Figura 4. Perfis dos NDVIs e do UNNDVI calculado para a amostra 2 da Figura 2.

Verifica-se na Figura 4 que o UNNDVI sofreu maior influência do perfil da Cana, uma vez que a área de cana é cerca de 60% maior que a área ocupada pela Mata. Comparando o NDVI correspondente ao pixel com o UNNDVI, de modo geral observa-se que, enquanto os valores de NDVI da Cana eram inferiores aos da Mata (“vales” do perfil), os valores do UNNDVI tenderam a ser inferiores aos valores do NDVI do pixel. Quando o NDVI da Cana passa a ser superior ao da Mata, o UNNDVI tendeu a ser superior ao NDVI do pixel. Em períodos onde o comportamento da Cana foi similar ao da Mata, o UNNDVI também se aproximou ao NDVI do pixel. Verifica-se então que o perfil do NDVI correspondente a esta amostra tendeu a representar um comportamento com grande influência da Mata, apesar das diferenças na proporção de cada classe.

Na Figura 5 são apresentados os resultados da amostra 3, referente à ocorrência das classes Área urbana e Cana.

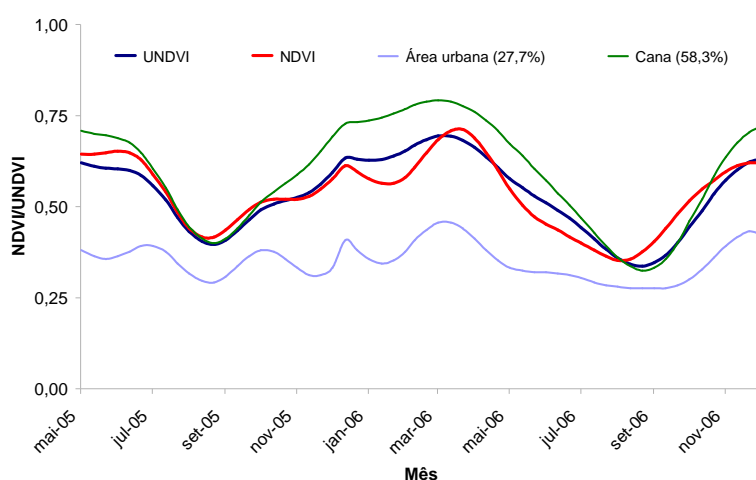


Figura 5. Perfis dos NDVIs e do UNNDVI calculado para a amostra 3 da Figura 2.

Analisando a Figura 5, verifica-se que a área ocupada pela Cana é mais que o dobro da ocupada pela Área urbana, fazendo com que o UNNDVI sofresse maior influência da Cana. Nesta amostra o NDVI do pixel, de modo geral, se mostrou semelhante ao UNNDVI.

Na Figura 6 são apresentados os resultados da amostra 4, referente à ocorrência das classes Área urbana, Cana e Mata.

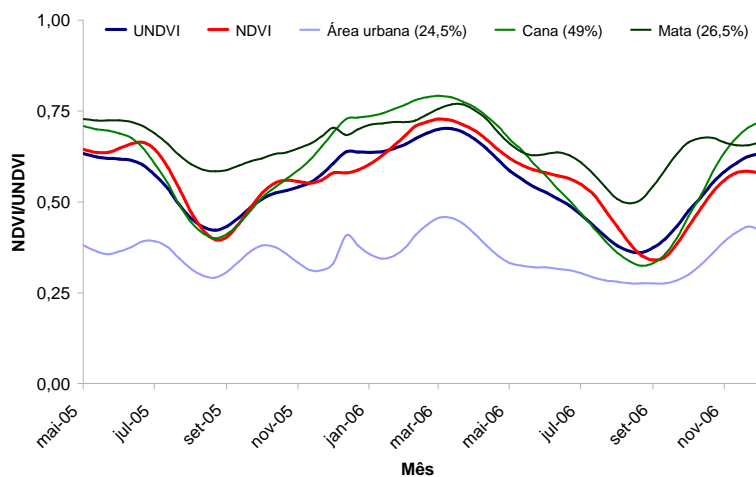


Figura 6. Perfis dos NDVIs e do UNNDVI calculado para a amostra 4 da Figura 2.

Nesta amostra a Cana foi a classe que predominou, fazendo com que, na Figura 6, o perfil do UNDMI se aproximasse ao perfil da Cana. De modo geral, também nessa amostra, os perfis do NDVI do pixel e do UNDMI foram semelhantes. Porém, a maior parte do perfil do NDVI ficou acima do perfil do UNDMI. A semelhança entre os perfis do NDVI do pixel e do UNDMI pode ser resultado de um efeito de anulação entre a influência da Mata e da Área urbana, uma vez que havia equilíbrio na proporção destas duas classes.

Analisando o resultado das quatro amostras (Figuras 3 a 6), observou-se que a ponderação no cálculo do UNDMI gerou perfis com menores oscilações, comparados aos perfis do NDVI.

Analisando os resultados das amostras 1, 2 e 4 (Figuras 3, 4 e 6), há indícios de que a classe Mata, quando presente juntamente com as classes Cana e Área urbana em um mesmo pixel, exerce maior influência na composição do NDVI captado pelo sensor, mesmo quando a proporção da área ocupada pela Mata é inferior às outras classes.

4. Conclusões

O cálculo do UNDMI gerou perfis mais estáveis, apresentando menos oscilações que os perfis dos NDVI.

Considerando as classes Mata, Cana e Área urbana, para pixels com mais que uma classe sendo uma delas a Mata, há uma tendência do perfil de NDVI representar classe Mata, mesmo quando a proporção da área ocupada pela Mata é inferior às outras classes.

O UNDMI foi um bom parâmetro para avaliar o comportamento do índice de vegetação por pixel que contém mais de uma classe de uso, pois considera a ponderação dos índices de cada classe na composição do valor do índice.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.

Referências Bibliográficas

GENOVESE, G., VIGNOLLES, C., NÈGRE, T., PASSERA, G. A methodology for a combined use of normalised difference vegetation index and CORINE land cover data for crop yield monitoring and forecasting. A case study on Spain. *Agronomie*, v.21, p.91-111, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 15 out. 2008.

ROERINK, G.J.; MENENTI, M.; VERHOEF, W. Reconstructing cloudfree NDVI composites using Fourier analysis of time series. *International Journal of Remote Sensing*, v.21, n.9, p.1911-1917, 2000.