

Juliana Fernandes Souza<sup>1</sup>, Ludimylla Guedes da Silva<sup>2</sup>, Ricardo Fernandes Sousa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Tecnologia de Geoprocessamento, IFG, Goiânia-GO, julianafly69@gmail.com

<sup>2</sup> Técnica em Mineração, Graduanda em Tecnologia de Geoprocessamento, IFG, Goiânia-GO, ludguedes512@gmail.com

<sup>3</sup>Doutor em Agronomia, IFG (Orientador).

**RESUMO:** O Estado de Goiás vem se configurando como grande produtor brasileiro de cana-de-açúcar, e essa demanda continua a aumentar. Mesmo com o potencial das imagens de sensoriamento remoto para diversas aplicações no setor agrícola, algumas limitações ainda têm dificultado a implementação de métodos operacionais para avaliação das safras agrícolas. A cultura de cana-de-açúcar possui características favoráveis para sua identificação em imagens de satélites por ser uma cultura semiperene e cultivada em grandes áreas (Mussi,2017). Este estudo teve como objetivo analisar a evolução do cultivo de cana-de-açúcar no Município de Anicuns, estado de Goiás, através de seres temporais de dados landsat 5 e landsat 8 as imagens usadas foram dos anos 2003 e 2013.

**PALAVRAS-CHAVE:** sensoriamento remoto, setor agrícola, desenvolvimento.

**INTRODUÇÃO:** Ocupando a segunda colocação nacional em área plantada em produção de cana-de-açúcar, podemos dizer que alguns dos fatores que favorecem o estado de Goiás está relacionado ao fotoperíodo adequado à cana-de-açúcar, ou seja, a planta recebe as horas de iluminação necessária para ter um bom desenvolvimento vegetativo, índices pluviométricos adequados e relevo e topografia que auxiliam na mecanização da lavoura (Mussi,2017). Para monitorar esta cultura pode se fazer uso de séries temporais, esta técnica que consiste na análise do comportamento espectral de um determinado alvo, em um conjunto de imagens escalonadas no tempo, tem sido largamente utilizada por permitir monitorar o desenvolvimento da vegetação estudada, principalmente em áreas com elevada dinâmica espectro-temporal a exemplos de cultivos agrícolas (Wardlow et al., 2007). Segundo Esquerdo et al., (2013), o uso de índices de vegetação aliado às análises temporais, permite identificar a dinâmica da vegetação em distintas escalas temporais, caracterizando o ciclo fenológico da cultura ao longo do período de análise. Dentre os inúmeros índices de vegetação conhecidos na literatura, destaca-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). O levantamento da área plantada com cana-de-açúcar, por meio da sua identificação e mapeamento em imagens de satélite permite obter mapas temáticos com a distribuição espacial da cultura de forma rápida e confiável (Friedrich,2007). Em 2003 O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) iniciou um projeto denominado Canasat para mapear a área de cana no estado de São Paulo e em 2005, esse projeto foi ampliado para mapear a área de cana em toda a Região Centro-Sul do Brasil, sendo assim neste trabalho será usado também os dados do Canasat para que sejam identificadas as áreas no município de Anicuns que realmente são destinadas a produção de cana-de-açúcar. Sendo assim esse trabalho tem o intuito de mostrar o crescimento da produção de cana no município de Anicuns e ainda mostrar o grande potencial de aplicações em imagens de sensoriamento e seu custo benefício.

#### **MATERIAIS E MÉTODOS:**

**Área de Estudo:** Anicuns é um município brasileiro do interior do estado de Goiás, Região Centro-Oeste do país. Sua população, de acordo com estimativas do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), era de 32.614 habitantes em 2015. Situado a 703 metros de altitude, Anicuns tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 16° 27' 30" Sul, Longitude: 49° 58' 12" Oeste. Tem instalada no seu município a Usina de Álcool Anicuns S/A e Açúcar Ecoçúcar que empregam cerca de 3.500 pessoas.

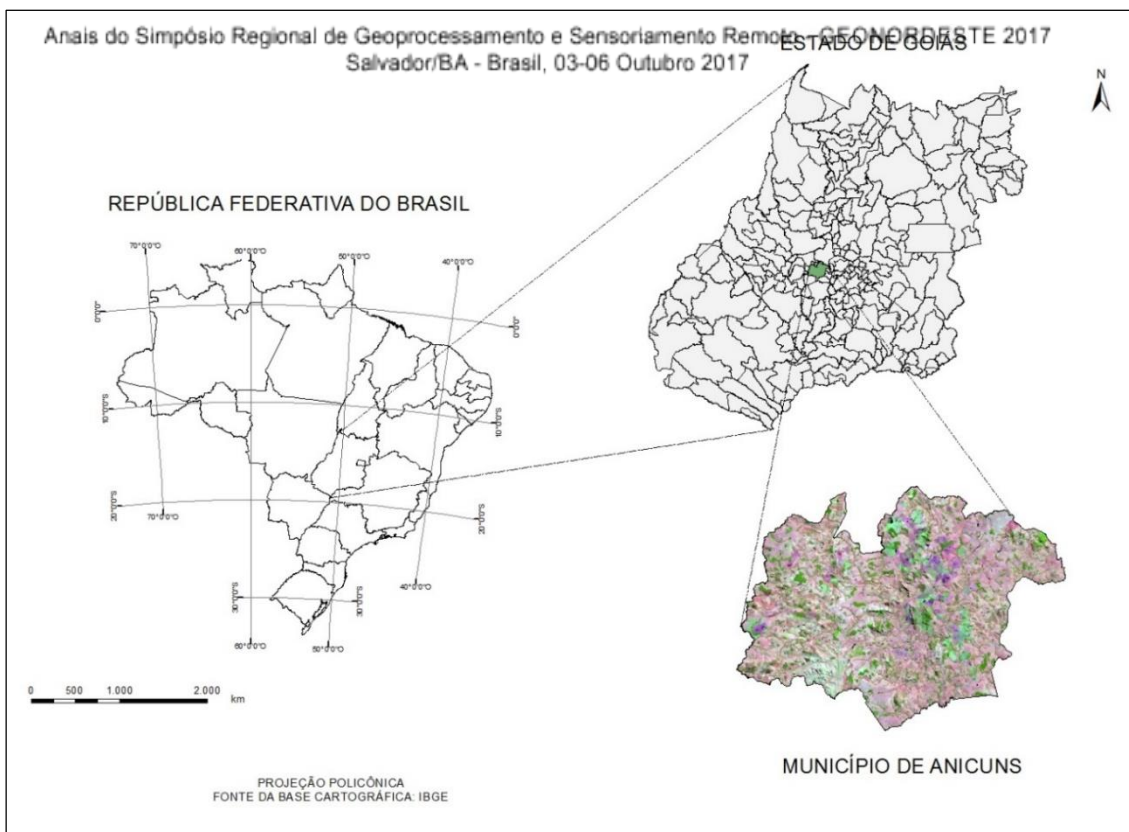


Figura 1. Mapa de Localização do município de Anicuns, estado de Goiás, Brasil.

**Pré-Processamento das imagens:** Foram usadas duas imagens uma LANDSAT 5 e uma LANDSAT 8, sensor TM (Themátic Mapper), já corrigidas geometricamente. As imagens passaram por etapas de pré processamento primeiramente foi usado um programa chamado RESTAU para correção radiométrica, o qual foi aplicado nas imagens do LANDSAT 5 a correção radiométrica foi aplicada banda por banda, as imagens do Landsat 8 não passaram por esse processo pois elas já são baixadas radiometricamente corrigidas. A correção radiométrica (restauração de imagens) consiste em recuperar uma imagem que sofreu degradação tanto pela resolução limitada do sensor como por ruídos inseridos no processo de geração das imagens .A próxima etapa foi o empilhamento das bandas ,no Landsat 5 foram usadas as bandas 1,2,3,4,5 e 7, no Landsat 8 foram usadas as bandas 2,3,4,5,6 e 7 o resultado desse empilhamento foi uma imagem multiespectral contendo todas as bandas em uma só imagem, depois desta etapa foi realizada a correção atmosférica que também é uma etapa de pré-processamento, a correção atmosférica de imagens de satélite é executada com o desígnio de minimizar os efeitos atmosféricos na radiância de uma cena, já que a atmosfera, por causa dos fenômenos de espalhamento, absorção e refração da energia eletromagnética, disfarça a radiância refletida pela superfície que é captada pelo sensor. Dependendo da aplicação, nem sempre é necessário fazer a correção atmosférica, mas para análise temporal, esse pré-processamento é imprescindível para deixar os dados multi temporal na mesma escala radiométrica (Song et al., 2001). O método de correção atmosférica usada neste trabalho foi 6s (Second Simulation of Satellite Signal in the Solar Spectrum). Após as etapas de pré-processamento realizadas para melhorar a visualização e obtenção de informações das imagens, foi ainda utilizado um arquivo do tipo shapefile com o perímetro do município, disponibilizado no portal eletrônico IBGE, assim as imagens já empilhadas foram recortadas pelo limite geográfico do município observado. Depois foi realizado a fusão na imagem Landsat 8 juntando a banda PAN com as bandas multiespectrais já devidamente corrigidas. Para Fonseca (2000), as técnicas de fusão de imagens consistem em integrar a melhor resolução espacial da banda pancromática a melhor resolução espectral das demais bandas, produzindo uma imagem colorida que reúne ambas características. Então este processo foi realizado com o objetivo de melhorar a resolução espacial das imagens. Na Figura 2 pode ser observado a diferença entre uma imagem não fusionada e uma imagem fusionada, as divisões dos talhões estão visíveis, até mesmo ramais que não eram passíveis de identificação ou eram pouco perceptíveis puderam ser facilmente visualizados na imagem fusionada.

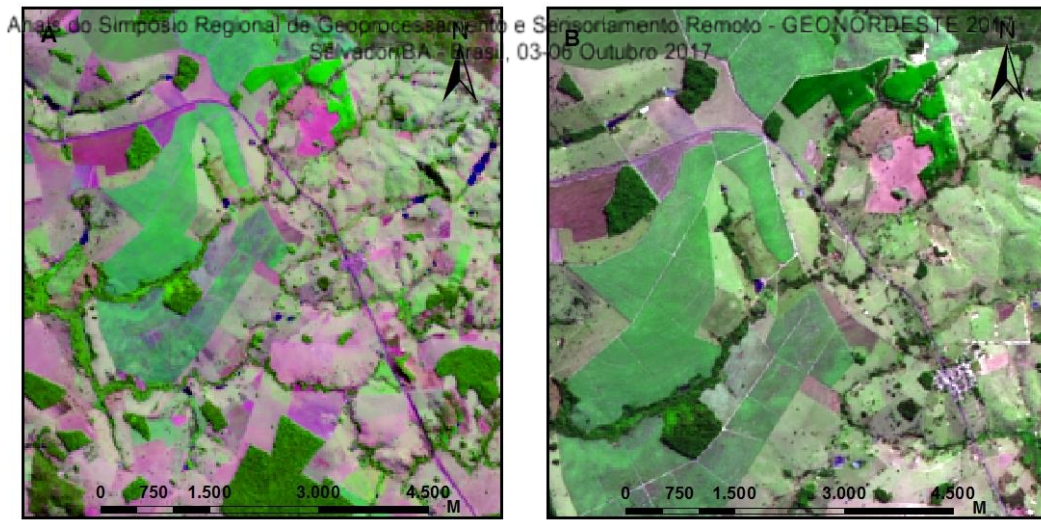


Figura 2. Imagem com resolução espacial de 30 metros (A) e Imagem fusionada com resolução espacial de 15 metros (B).

Apesar da técnica de interpretação visual ser muito utilizada, há uma tendência de utilização da classificação computacional, devido a rapidez e facilidade em obter resultados (CROSTA, 1992). Para melhorar a visualização e a diferenciação das áreas de Anicuns as duas imagens foram classificadas, estas operações têm a finalidade de substituir a análise visual dos dados por técnicas quantitativas de análise automática, visando a identificação das regiões presentes na cena. No processo de classificação de dados digitais, os elementos presentes na superfície terrestre são conhecidos por classes temáticas. Quando uma imagem é classificada, os pixels são rotulados de acordo com a ocupação do solo. O resultado final de um processo de classificação é uma imagem digital que constitui um mapa de "pixels" classificados, representados por símbolos gráficos ou cores ( Queiroz, 2003). As técnicas de classificação multiespectral "pixel a pixel" mais comuns são: máxima verossimilhança (MAXVER), distância mínima e método do paralelepípedo, neste trabalho foi usado a máxima verossimilhança, na Figura 3 parte A é possível ver melhor as áreas destinadas ao plantio de Cana-de-Açúcar, e sua expansão entre o ano de 2003 e 2013 ainda na Figura 3 parte B é possível ver também um mapa de uso do solo, que não classifica apenas a cana como também outras ocupações.

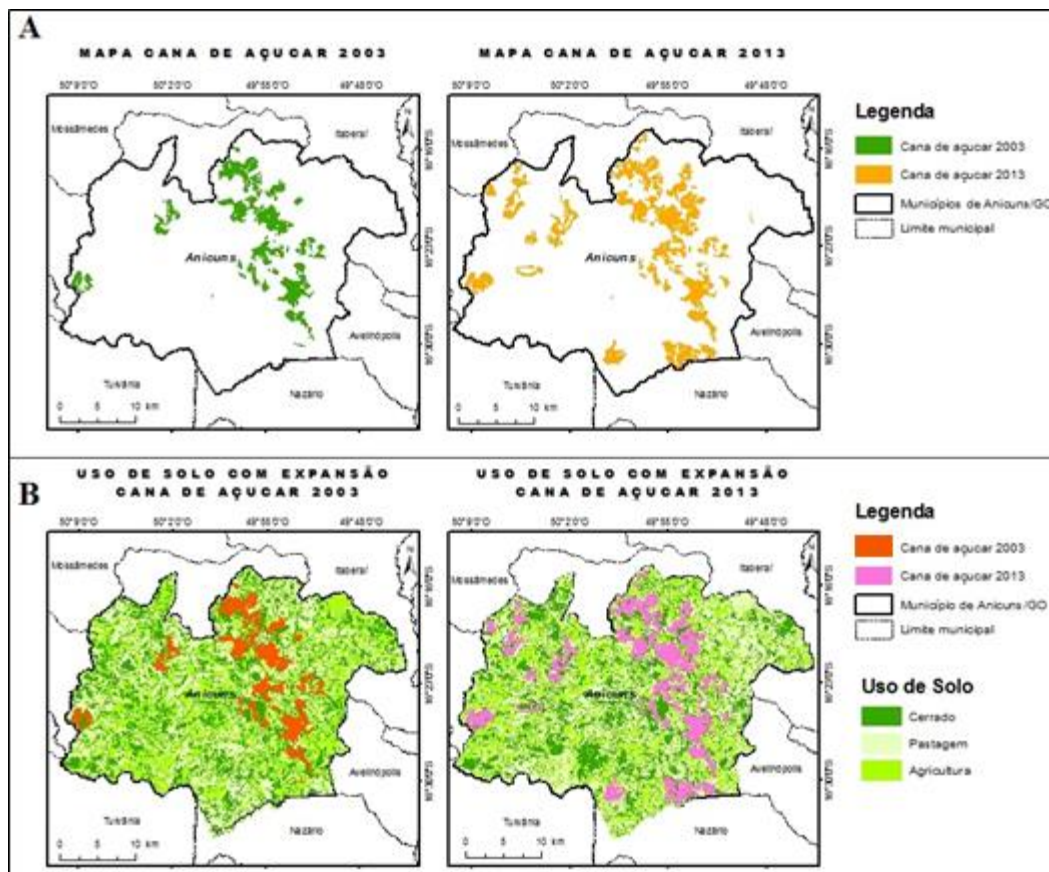


Figura 3. Mapas classificação supervisionada de Anicuns, 2003 (A) e 2013 (B).



Para analisar cada área de plantação de cana em particular, foram ainda utilizadas técnicas para calcular índice de vegetação. O cálculo do NDVI (Equação 1) é feito a partir da diferença entre as reflectâncias das bandas 4 (infravermelho próximo) e 3 (visível – vermelho) dividido pela soma das reflectâncias dessas duas bandas.

$$\text{NDVI} = (\text{nir-red} / \text{nir} + \text{red})$$

Onde: nir = reflectância no infravermelho próximo; red = reflectância no vermelho;

O valor do NDVI varia de -1 a +1. Os valores negativos e bem próximos a zero, geralmente indicam a presença de nuvens, queimadas, afloramento rochoso (resultante de intemperismo químico e/ou físico) ou solo exposto (resultante da ação antrópica). O valor do NDVI maior que zero indica a presença de vegetação quanto maior esse valor, mais densa será a vegetação ou maior é o vigor do crescimento vegetativo. Na faixa do vermelho a clorofila absorve a energia solar ocasionando uma baixa reflectância, enquanto na faixa do infravermelho próximo, tanto a morfologia interna das folhas quanto a estrutura da vegetação ocasionam uma alta reflectância da energia solar incidente, portanto quanto maior o contraste, maior o vigor da vegetação na área imageada (LOURENÇO e LADIM, 2004, p.2).. Para mostrar os resultados de NDVI foram escolhidas duas áreas no município de Anicuns, a imagem A é do ano de 2003 e a imagem B do ano de 2013, assim é possível observar na Figura 4 as diferenças e o percentual de cultivo de cana de uma data para outra. É possível observar a diferença entre as imagens A e B, na imagem A o vigor de vegetação está mais baixo, há solo exposto e na imagem B a vegetação está mais densa e com um alto vigor.

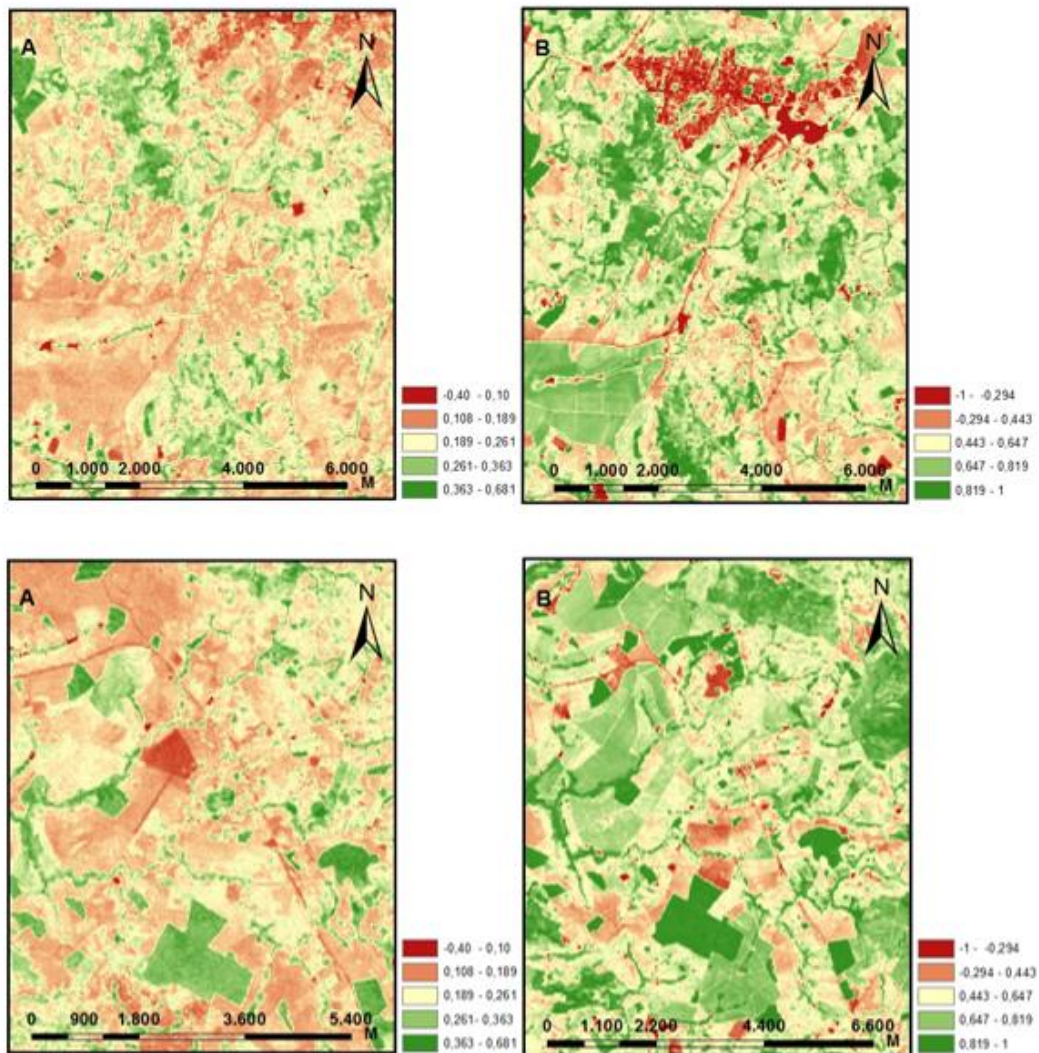


Figura 4. Mapas das imagens processadas referentes aos valores de NDVI para duas épocas, 2003 (A) e 2013(B).

## RESULTADOS :

Neste trabalho pode se observar como as técnicas de geoprocessamento podem ser úteis no monitoramento ambiental como também na análise de expansão de cultura, as imagens usadas são imagens do satélite Landsat, como se sabe este satélite não possui resolução espacial muito alta, mas quando as imagens passam por processos de pré processamento é possível extrair várias informações das mesmas com precisão. Foi possível perceber a expansão no cultivo de cana-de-açúcar durante dez anos, principalmente na região noroeste do município, Foi possível perceber a expansão no cultivo de cana-de-açúcar durante dez anos, principalmente na região noroeste do município, em todo a produção de cana teve uma expansão média de 38,21 % do ano de 2003 para o ano de 2013 Também foi possível analisar cada área em particular devido ao cálculo de NDVI já que nas imagens de 2013 o NDVI ficou mais próximo do valor 1 apresentando então maior vigor que em 2003. As técnicas usadas podem servir para várias outras culturas como também para diferentes satélites, basta usar os parâmetros específicos de cada sensor.

## CONCLUSÃO:

O presente trabalho mostrou que as imagens de satélites de sensoriamento remoto podem ser utilizadas para avaliar a área plantada com cana-de-açúcar na região de Anicuns, por meio de técnicas de processamento de imagens. O resultado mostrou que foi possível obter um mapeamento preciso de toda a área canavieira, utilizando duas datas distintas das imagens Landsat 5 e Landsat 8. Neste trabalho foi escolhido um satélite em que as imagens possuem download livre, principalmente para mostrar que o custo benefício é bom já que ter um monitoramento remoto pode ajudar na tomada de decisões como também ser possível fazer um monitoramento sem o contato direto com o objeto o que diminui a mão de obra.

## REFERÊNCIAS:

CANASAT. Mapeamento da Cana via Imagens de Satélite de Observação da Terra. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/>>. Acesso em 10 de maio de 2017.

CROSTA, A. P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Campinas: IG/UNICAMP, ISBN 85-853-690-27, 1992

ESQUERDO, J.C.D.M.; ZULLO JÚNIOR, J.; ANTUNES, J.F.G. Use of NDVI/AVHRR time series profiles for soybean crop monitoring in Brazil. International Journal of Remote Sensing, London, v.32, n.13, p.3711.  
IBGE- Censo Populacional 2015. <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=520130>

LOURENÇO, R. W.; LANDIM P. M. B. Estudo da variabilidade do “índice de vegetação por diferença normalizada /NDVI” utilizando krigagem indicativa. HALO Environment, v. 4, n.1, 2004 –p. 38-55.

MUSSI, R.F. Evapotranspiração máxima da cana-de-açúcar estimada pelo algoritmo safer. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/7388/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Rodolfo%20Fernandes%20Mussi%20-%202017.pdf>

RUDORFF, F.F.T; SUGAWARA, L.M. 2007. Mapeamento da cana-de-açúcar na Região Centro-Sul via imagens de satélites. Disponível em: [http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/artigos/Informe\\_agropecuaria.pdf](http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/artigos/Informe_agropecuaria.pdf)

QUEIROZ, C,J. Análise de transformações geométricas para o georreferenciamento de imagens do satélite Cbers-1, Março de 2003. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6349/000528674.pdf?sequence=1>

WARDLOW,B.D.; EGBERT,S.L. ; KASTENS, J.H. Analysis of time-series Modis 250 m vegetation index data for crop classification in the U.S. Central Great Plains. Remote Sensing of Environment, v. 108, p. 209-310, 2007.