

## Eliminação de ruídos em série multitemporal de produtos EVI/NDVI – MODIS pelo emprego da transformação *Minimization Noise Fraction*

Cárita da Silva Sampaio<sup>1</sup>  
Maria Elisabete Silveira Borges<sup>1</sup>  
Osmar Abílio de Carvalho Júnior<sup>1</sup>  
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília – UnB  
Caixa postal 04357 – 70919-970 – Brasília – DF, Brasil  
[carita; elisabeteborges; osmarjr]@unb.br

**Abstract.** Vegetation indices using multitemporal data from MODIS/TERRA sensor consent to describe the vegetation dynamics by viewing their phenological variation throughout the course of a year. However, temporal signatures are extremely susceptible to noise interferences, which hinder vegetation identification. Therefore, it is fundamental the use of techniques to minimize them. In the present work was utilized the Minimum Noise Fraction (MNF) transformation an efficient mathematical procedure for noise elimination. The study area is located in National Park of the Chapada of Veadeiros (GO). The MNF transformation can be subdivided into four stages: (a) obtaining a noise sample, (b) formulation of a noise fraction index, (c) implementation of a linear transformation function as PCA and (d) inversion of MNF considering only signs information. Subsequent retransformation results in cleaned images and spectrum with little signal loss.

**Palavras-Chave:** MODIS, Cerrado, NDVI, EVI, ruídos, MODIS, Savanna, NDVI, EVI, noises.

### 1. Introdução

O grande desafio das atuais pesquisas em sensoriamento remoto tem sido buscar metodologias que se restrinjam cada vez mais a automação completa ou quase completa dos processamentos digitais para classificação dos diferentes usos da superfície terrestre. Notadamente, a elaboração de algoritmos de índices de vegetação – NDVI e EVI – associados com a alta resolução temporal do sensor MODIS/Terra tem produzido resultados satisfatórios no que concerne ao monitoramento global e regional da dinâmica dos fenômenos fitogeográficos mundiais (Huete et al., 2002).

A diversidade de variações fitofisionômicas do bioma Cerrado e seu atual estágio de degradação em função do intenso uso agrícola e do acelerado processo de urbanização dos últimos 40 anos, tem demandado pesquisas que indiquem a quantidade, o valor e a dinâmica das áreas residuais ou fragmentos de vegetação ainda conservados. Este levantamento feito através do processamento digital de imagens de satélite pode subsidiar políticas de gestão, inclusive na elaboração de corredores ecológicos, em consonância com a legislação ambiental vigente.

Uma importante área para o estudo do bioma Cerrado é o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros que está localizado no segmento nordeste do Estado de Goiás entre as latitudes 13° 51' e 14° 10'S e as longitudes 47° 25' e 47° 42'W (**Figura 1**). O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros encontra-se em região exuberante do bioma Cerrado, com significativo grau de preservação. O acesso, a partir de Brasília, se dá através da BR-020 até o cruzamento com a GO-118, de onde se toma o rumo norte passando pelas cidades de São Gabriel, São João da Aliança até alcançar a cidade de Alto Paraíso. Atualmente abrange uma área de 60 mil ha (Galante e Paes, 1991).

Deste modo, esta unidade de conservação do bioma é ideal para avaliação da eficiência dos índices de vegetação NDVI e EVI do sensor MODIS – produto

MOD13Q1 – a fim de caracterizar temporalmente o comportamento espectral do *cerrado sentido restrito* – fitofisionomia mais representativa dentro da área do Parque - nas estações seca e chuvosa, comparando os dois índices de vegetação disponíveis.

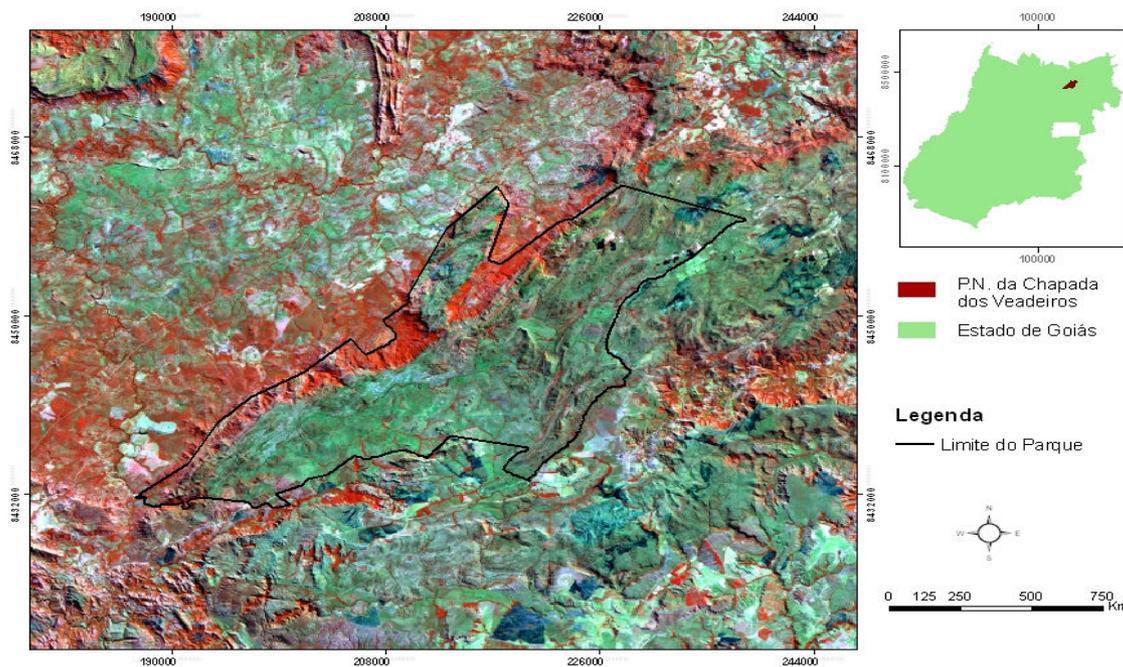


Figura 1. Localização do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.

## 2. MODIS – Produto Índice de Vegetação

O MODIS é um dos cinco instrumentos do satélite TERRA, formalmente conhecido como EOS-AM. Os outros sensores a bordo deste satélite são: CERES, ASTER, MISR e MOPITT. O sensor MODIS foi projetado para satisfazer os requerimentos de três campos de estudos: atmosfera, oceano e terra, com bandas de resolução espectral e espacial selecionadas para estes objetivos e uma cobertura global quase diária (a cada 1-2 dias) (Justice et al., 2002a).

As 36 bandas espectrais estão localizadas em comprimentos de onda que finalizam observar as propriedades das nuvens, a dinâmica e as propriedades da vegetação na cobertura terrestre e a temperatura da superfície dos oceanos no mundo (Salomonson e Toll, 1991). Foram projetadas para evitar as bandas de absorção atmosférica, além de outras feições (linha de Fraunhoffer) (Salomonson e Barker, 1992; Strahler et al., 1999).

O produto índice de vegetação MOD13Q1 tem como base os dados gerados pela reflectância diária de superfície (série MOD09), nível 2, os quais são corrigidas dos efeitos: espalhamento molecular, absorção de ozônio e aerossóis (Huete et al., 2002). O algoritmo de geração dos índices usa os dados de reflectância da superfície no nível 2G (reprojetados) e faz uma composição temporal desses dados para gerar os índices de vegetação, nível 3, os quais são composições de 16 dias das reflectâncias bidirecionais diárias em 250m, 500m e 1 km. É necessário notar que as composições de 16 dias não coincidem com o começo de cada calendário mensal (Silva, 2004). O produto 13 utilizado neste artigo é baseado na composição de 16 dias, resolução espacial de 250m com cerca de 528MB. O “Q” refere-se a “Quarter km” (quarta parte do quilômetro). Esse algoritmo processa as imagens de reflectância da superfície (MOD09) de 250m para produzir as imagens NDVI e EVI 250m.

O arquivo padrão de saída gerado pelo algoritmo dos índices de vegetação compreende um conjunto de dados científicos (SDS) com um número de variáveis que inclui: valores de NDVI e EVI para o período de 16 dias; a qualidade (QA) dos índices

EVI e NDVI; valores de reflectância referentes à banda do vermelho (banda 1), infravermelho próximo (banda 2), infravermelho médio (banda 6) e azul (banda 3); além do ângulo de visada, o ângulo zenital solar e o ângulo azimutal solar relativo à cada pixel da composição.

### 3. Materiais e Métodos

#### 3.1 Aquisição

As imagens do produto MODIS - MOD13Q1 - foram adquiridas através do endereço eletrônico <http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome>. A seqüência temporal escolhida esteve relacionada com a disponibilidade de imagens e com o percentual de cobertura de nuvens aceitável. Assim, foram selecionados 30 produtos MOD13Q1 no intervalo entre março de 2004 a janeiro de 2006.

#### 3.2 Processamento das Imagens

Originalmente estas imagens estavam na projeção *integerized sinusoidal*, e precisaram ser reprojatadas para o sistema de projeção geográfica LAT/LONG, utilizando o Datum WGS-84. Este procedimento foi executado através do programa disponibilizado também gratuitamente pela NASA - *Modis Reprojection Tools* - para que os dados contidos na imagem pudessem ser lidos no *software* ENVI 4.2. Assim, as imagens ficam georreferenciadas de acordo com a projeção e o sistema escolhido de coordenadas.

Dos onze subprodutos constantes em cada produto MOD13Q1, foram selecionados os índices de vegetação, NDVI e EVI, que foram extraídos diretamente do programa *Modis Reprojection Tools* e reprojatados com o novo sistema de coordenadas. Feito isso em todas as 30 imagens selecionadas, geraram-se dois novos arquivos no *software* ENVI 4.2, tanto para o NDVI quanto para o EVI, utilizando os respectivos subprodutos de cada uma das 30 imagens, formando duas imagens de 30 bandas, ou seja, imagens multitemporais onde cada “banda” corresponde a uma data no intervalo de tempo aqui selecionado.

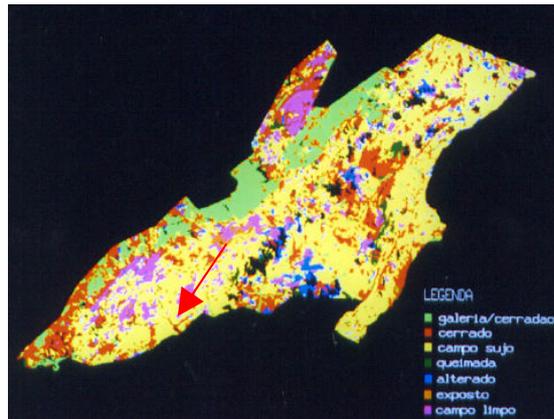
Foram obtidas assim duas imagens multitemporais: uma assinatura temporal EVI e outra NDVI. Em seguida, a cena completa do produto MOD13Q1 foi redimensionada através de recorte da imagem utilizando um vetor poligonal que abrange o PNCV e seu entorno para facilitar e acelerar o processamento das imagens.

Os espectros da fitofisionomia de *cerrado sentido restrito* no PNCV, tanto do NDVI quanto do EVI multitemporais, tiveram os ruídos tratados pelo método MNF (*Minimization Noise Fraction*) como propõem Carvalho Junior *et al.* (2006). A transformação MNF consiste na redução da dimensão espectral da cena (Green *et al.*, 1988). Esse método, além de possibilitar a eliminação do ruído, permite a diminuição da dimensionalidade da imagem em eixos descritos pelos materiais ou feições físicas ambientais que constituem a cena (Carvalho Júnior *et al.*, 2003). Os ruídos ocasionam variações indesejáveis e prejudica a comparação dos dados.

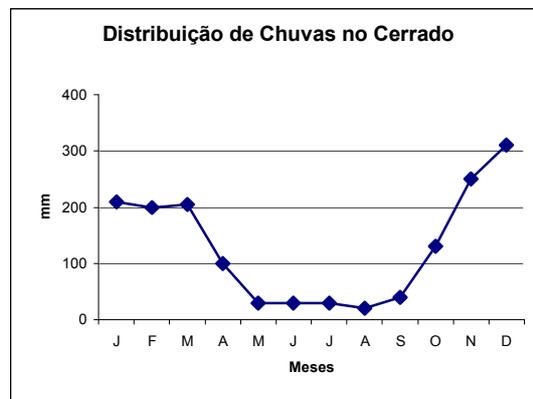
A proposta aqui realizada esteve em se avaliar em quais dos dois índices de vegetação os efeitos do tratamento de ruído pelo MNF são mais expressivos para que, posteriormente, possa servir de subsídio para a elaboração de processamento totalmente digital da classificação das fitofisionomias do Cerrado, utilizando algoritmos específicos para isso.

Com base na relação entre a localização da fitofisionomia adotada – *cerrado sentido restrito* – (**Figura 2**) e a distribuição sazonal das chuvas no ambiente Cerrado em função das estações chuvosa e seca (**Figura 3**), foi escolhido um ponto na imagem para

se avaliar o comportamento espectral deste alvo, comparando o resultado entre o NDVI e o EVI.



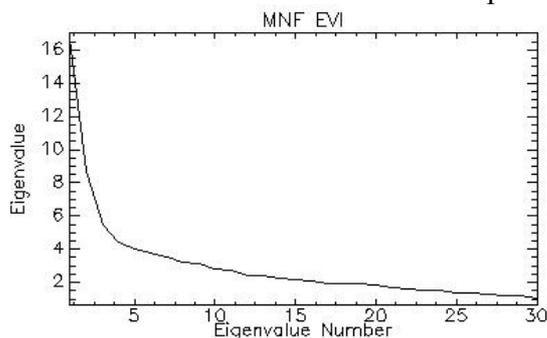
**Figura 2.** Resultado da Classificação Isoseg no PNCV com as Bandas TM4 – visível e NIR. Adaptado de Cavalcanti/1995.



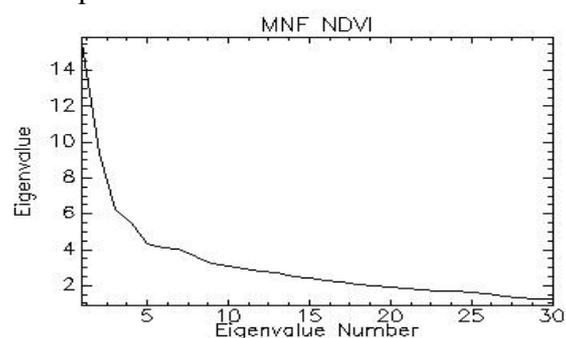
**Figura 3.** Distribuição de chuvas para a região do Cerrado. Fonte: Adaptado de Rocha (2002).

#### 4. Resultados e Discussão

Com o MNF, as informações das 30 imagens de NDVI e EVI ficaram concentradas nas dezesseis primeiras bandas (**Figuras 4 e 5**), o que indica quais bandas contêm dados e quais contêm, predominantemente, ruídos. O eixo X do gráfico corresponde ao número de bandas utilizadas e o eixo Y corresponde à frequência dos ruídos.



**Figura 4.** Bandas MNF EVI

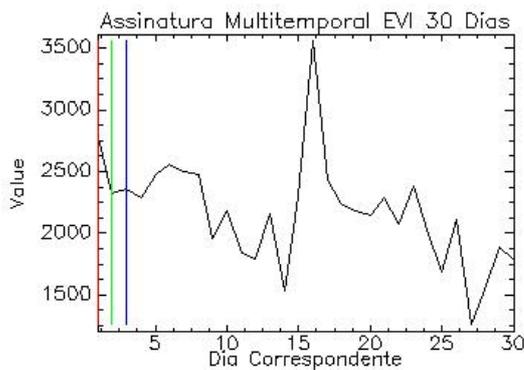


**Figura 5.** Bandas MNF NDVI

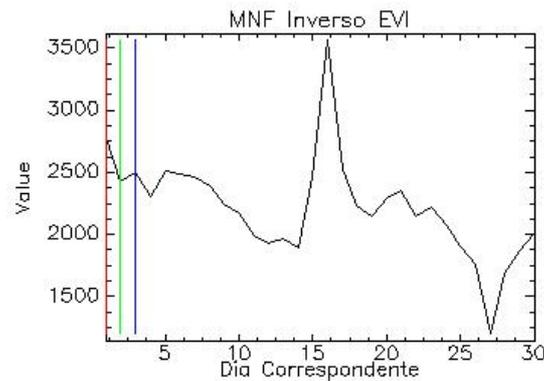
Partindo da informação que os ruídos estavam concentrados nas últimas bandas, foi gerado um novo arquivo composto pelas 16 bandas utilizando somente aquelas que tinham os melhores dados. Analisando os espectros da seqüência NDVI (Figuras 6, 7, 8 e 9) e EVI (Figuras 9, 10, 11, 12) nota-se a gradativa suavização do espectro ao longo do processamento até o resultado final que é o MNF Inverso.

A ferramenta de “transformação inversa do MNF” (Inverse MNF Transform), que consiste na transformação das bandas do MNF de volta ao seu dado original (ENVI, 2006), ou seja, a informação é redistribuída pelo número original de bandas (no caso 30 bandas), mostrou-se eficiente para eliminação dos ruídos nos produtos índice de vegetação MODIS. Considerando apenas as componentes relativas ao sinal, desprezando as frações ruidosas, o processo de inversão da transformação do MNF, faz com que as imagens geradas com esse processo apresentem espectros límpidos de ruídos (Carvalho Júnior et al., 2002).

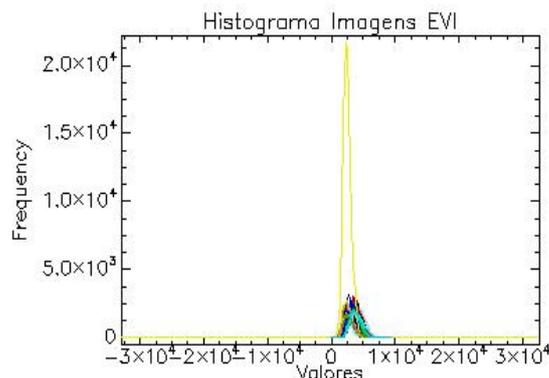
Comparativamente, a análise revelou que o espectro do índice EVI obteve um melhor resultado que o NDVI. O MNF Inverso dos dados EVI (Figura 7) ficaram mais discretos e pode-se observar com mais clareza o intervalo sazonal do comportamento espectral da fitofisionomia analisada, onde se têm valores altos entre as bandas 15 e 20 (correspondente aos meses da estação chuvosa) valores médios ao longo da maior parte do ano – em função da estrutura do dossel deste tipo fitofisionômico e da própria característica do algoritmo EVI que privilegia padrões texturais da vegetação evitando a saturação do sinal em função do volume de biomassa (Justice et al., 1998) e um baixo valor na banda 27 mostrando pontualmente a estação seca do intervalo temporal escolhido.



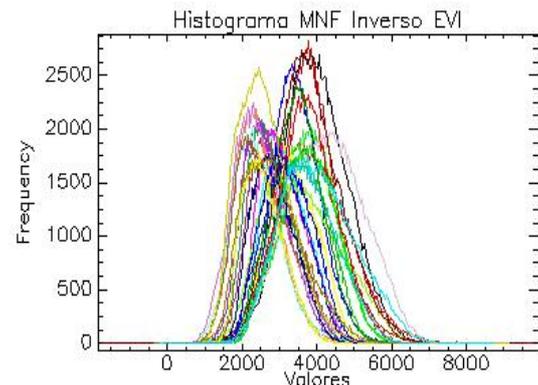
**Figura 6:** Assinatura Temporal EVI



**Figura 7:** MNF Inverso EVI



**Figura 8:** Histograma Assinatura Temporal EVI



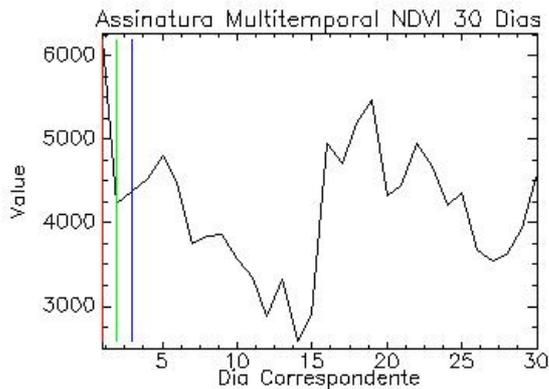
**Figura 9:** Histograma MNF Inverso EVI

O espectro NDVI tratado pelo MNF apresenta picos típicos de ruídos no intervalo das bandas 15 a 23 (**Figura 10 e 11**), ou seja, o mesmo intervalo do período de chuva apresentado pelo EVI, no entanto, são menos uniformes e mais descaracterizados sazonalmente.

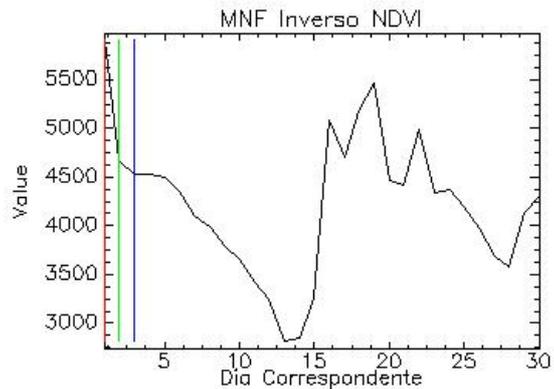
Outro resultado importante foi à análise do histograma de frequência das imagens multitemporais EVI e NDVI antes e depois do tratamento de ruído analisado. Como

mostram as figuras na seqüência multitemporal EVI (**Figuras 8 e 9**), observa-se a melhor distribuição de valores, resultado de uma ampliação histogrâmica obtida com o processo de eliminação de ruídos e que, no caso do NDVI (**Figuras 12 e 13**), aparece mais discreta, apesar de notadamente marcar melhor o intervalo sazonal entre duas estações – chuvosa e seca.

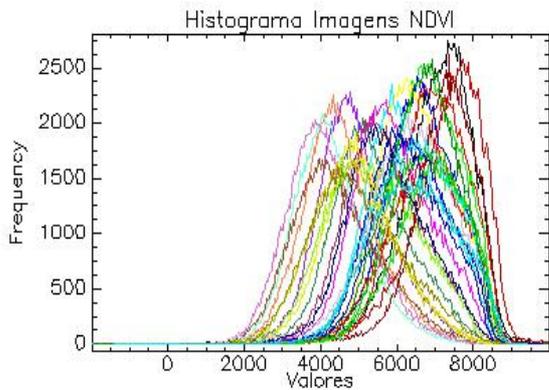
Estes resultados são significativos como ponto de partida para o processamento digital de imagens que se proponham a classificar tipos fitofisionômicos utilizando índices de vegetação na tentativa de se obter estas informações cada vez mais sem contato direto com a realidade analisada.



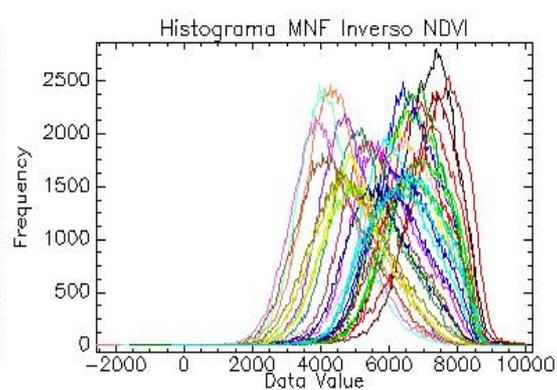
**Figura 10.** Assinatura Temporal NDVI



**Figura 11.** MNF Inverso NDVI



**Figura 12.** Histograma Assinatura Temporal NDVI



**Figura 13.** Histograma MNF Inverso NDVI

## 5. Conclusão

O procedimento para eliminação de ruídos (Carvalho Junior *et al.*, 2006), mostrou-se eficiente para os dois índices de vegetação escolhidos, com ênfase nos melhores resultados do algoritmo EVI. Este processo abre caminho para a continuidade da pesquisa com análise multitemporal que se detenha a investigar o comportamento da dinâmica sazonal das fitofisionomias de Cerrado em escala regional com produtos MODIS.

## 6. Referências

Carvalho, A.P.F.; Bustamante, M.M.C.; Guimarães, R. F.; Carvalho Junior, O. A. Classificação de padrões de vegetação na região de transição entre o cerrado e a Floresta Amazônica. XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte. CD-ROM do XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos: INPE, p.2679-2687, 2002.

Carvalho Júnior, O.A.; Bloise, P.L.C.; Carvalho, A.P.F.; Guimarães, R.F.; Martins, E.S. Spectral Mixture Analysis of Áster Image in Brazilian Savanna. In: **International Geoscience and Remote Sensing Symposium**, 2003, Toulouse, France. IGARSS 2003. IEEE, p.3234-3236, 2003.

Carvalho Júnior, O.A.; Hermuche, P.M.; Guimarães, R.F. Identificação regional da floresta estacional decidual na bacia do rio Paranã a partir da análise multitemporal de imagens MODIS. **Revista Brasileira de Geofísica**, 2006. (no prelo).

Galante, M.L. & Paes, M.L. **Orientações básicas ao manejo do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros-GO, preliminares ao plano de manejo**. Brasília/IBAMA, 28p, 1991.

Green, A. A.; Berman, M; Switzer, P. & Craig, M.D.A. Transformation for ordering multispectral data in terms of images quality with implications for noise removal. In: **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, vol. 26 n° 1, pp. 65-74, 1998.

Huete, A.; Didan, K.; Miura, T.; Rodríguez, E.P.; Gao, X.; Ferreira, L.G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. In: **Remote Sensing of Environment**, v. 83, p. 195-213, 2002.

Justice, C O.; Vermote, E., Townshend, J. R. G.; Defries, R.; Roy, P. D; Hall, D.K, Salomonson, V.; Privette, J.L.; Riggs, G.; Strahler, A.; Lucht, W.; Myneni, R. B; Knyazikhin, Y.; Running, S. W.; Nemani, R. R.; Wan, Z.; Huete, A. R.; Leeuwen, W. V.; Wolfe, R. E.; Giglio, L.; Muller, J. P; Lewis, P.; Barnsley, M. The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for global change research. In: **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 36(4):1228-1247, 1998.

Justice, C. O., Townshend, J. R. G., Vermote, E. F., Masuoka, E., Wolfe, R. E., Saleous, N., Roy, D. P., Morisette, J. T. An overview of MODIS Land data processing and product status. In: **Remote Sensing of Environment**. 83: 3 –15, 2002a.

Salomonson, V. V., & Toll, D. L. Execution phase (C/D) spectral band characteristics of the EOS moderate resolution imaging spectrometer-nadir (MODIS-N) facility instrument. In: **Advances in Space Research**, 11(3), 231-236, 1991.

Salomonson, V. V.; Barker, J. L. EOS Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer: phase C/D status and comments on calibration and georeferencing approaches, 15th Annual AAS Guidance and Control Conference, **Paper AAS 92-004**, Keystone, CO, Feb. 8-12, 1992.

Silva, E. de J. B. **Utilização dos índices de vegetação do sensor MODIS para detecção de desmatamentos no Cerrado: investigação de parâmetros e estratégias**. 2003. 146f. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília - Instituto de Geociências, 2003.

Strahler, A.; Muchoney, D.; Borak, J.; Friedl, M.; Gopal, S.; Lambin, E.; Moody, A. **MODIS Land Cover and Land-Cover Change products algorithm theoretical basis document (ATBD)**. Version 5.0, Center for Remote Sensing, Department of Geography, Boston University, May, 72p, 1999.