



## ANÁLISE DAS INTERFERÊNCIAS NO NDVI DO AVHRR E CONJUNTO DE DADOS ALTERNATIVO

OLIVEIRA, L. M. T.<sup>1</sup>; COSTA, T. C. C.<sup>2</sup>; NICÁCIO, R. M.<sup>3</sup>; ANTUNES, M. A. H.<sup>4</sup>;  
FRANÇA, G. B.<sup>5</sup>

**RESUMO** – Dados do AVHRR têm sido muito usados para o acompanhamento das variações sazonais e interanuais da cobertura vegetal brasileira. Estes dados apresentam ruídos resultantes de interferências do sensor e de condições atmosféricas. O presente estudo relata estas interferências, apresenta e avalia um novo conjunto de NDVI derivado daquele disponibilizado pela NASA/NOAA, o EFAI-NDVI (“European Fourier-Adjusted and Interpolated NDVI”), gerado por meio da análise do comportamento da série temporal dos dados brutos. Os resultados mostram padrões de variações e comportamentos sazonais e interanuais da vegetação para várias regiões do país. As resoluções temporal e espacial das imagens permitem mapear e acompanhar estas variações em pequena escala, indicando que os dados de reflectância derivados dos satélites de órbita polar podem ser utilizados no monitoramento e gestão ambiental, mas devendo ser cuidadosamente pré-processados para reduzir interferências do sensor e da atmosfera.

**Palavras-Chave:** NDVI, AVHRR, EFAI-NDVI.

### ANALYSIS OF INTERFERENCES IN NDVI/AVHRR AND ALTERNATIVE DATASET

**ABSTRACT** - The AVHRR data have been largely used for monitoring the seasonal and annual variations of the Brazilian vegetation cover. However, these data carry some interferences such as sensor instability and atmospheric conditions. This study presents these interferences and presents and evaluates a new set of NDVI derived from the NDVI made available by NASA/NOAA agencies, the so called EFAI-NDVI (“European Fourier-Adjusted and Interpolated NDVI”). These data are obtained through the analysis of temporal series of the data sets in question. The results show the patterns of seasonal and annual variations of the vegetation for some regions of Brazil. The temporal and spatial resolutions of the images allow the mapping and monitoring in small scale. This study shows that the reflectance data derived from the orbiting satellites can be used for the monitoring and environmental management, but that they must carefully processed in order to reduce the sensor and atmospheric interference on the data.

---

<sup>1</sup> Engenheira Florestal, IBGE, doutoranda PEC/COPPE-UFRJ. Av. Rep. Chile, 500, 15º-Centro. Rio de Janeiro-RJ, 20031-170. [temponi@ibge.gov.br](mailto:temponi@ibge.gov.br), (21) 21420758.

<sup>2</sup>Eng. Florestal, EMBRAPA, <sup>3</sup> Meteorologista, Prof. UFAL; <sup>4</sup>Eng. Agrônomo, Prof. IT/UFRRJ, <sup>5</sup> Físico, Prof. IGEO/UFRJ

**Keywords:** NDVI, AVHRR, EFAI-NDVI.

## INTRODUÇÃO

O radiômetro AVHRR (“Advanced Very High Resolution Radiometer”) a bordo dos satélites da série NOAA (“National Oceanic and Atmospheric Administration”) foi desenvolvido para coletar dados meteorológicos do globo. Frente à necessidade de dados continentais e globais para o monitoramento da cobertura e uso em modelos atmosfera-biosfera, com boas resoluções temporal e espacial (relativa), vislumbrou-se o potencial para monitoramento da vegetação (LOS *et al.*, 1994). Isto foi possível porque os canais 1 e 2 cobrem as faixas espectrais utilizadas no NDVI (GOWARD *et al.*, 1993). Desde a década de 80 os dados coletados por este radiômetro têm possibilitado a observação global da dinâmica sazonal da vegetação terrestre, permitindo testes e análises que revelaram relações em escala continental entre o NDVI medido e a vegetação, tais como cobertura do solo, fenologia e produção primária líquida (LOS *et al.*, 1994). Foram verificadas também fontes de inconsistências e resultados confusos nos produtos do AVHRR (GUTMAN, 1991; TANRÉ *et al.*, 1992; GOWARD *et al.*, 1993), como absorção atmosférica, espalhamento por moléculas de gás e aerossóis, cobertura e, ou, interferência de nuvens, efeitos de geometria de visada, condições de iluminação, dificuldades técnicas, erros de navegação, flutuações na órbita e degradação do sensor (TANRÉ *et al.*, 1992; LOS *et al.*, 1994; KOGAN, 1995a,b, 1997; BATISTA *et al.*, 1997). Pesquisadores vem trabalhando no intuito de corrigir estes ruídos nos dados AVHRR, e manter o sensor calibrado, o que permitiu produtos mais estáveis, porém com resolução espacial de  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  (SELLERS *et al.*, 1996; LOS *et al.*, 1994). Em 2004, STÖCKLI, a partir de métodos em curso, aprimorou e desenvolveu um novo conjunto com resolução espacial de  $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$  e temporal de 10 dias, denominando de EFAI-NDVI (“European Fourier-Adjusted and Interpolated NDVI”). O presente trabalho tem por objetivo a análise, para diferentes áreas no Brasil, das interferências nos dados NDVI do AVHRR e a comparação com um conjunto de dados alternativo, o EFAI-NDVI.

## MATERIAL E MÉTODOS

O EFAI-NDVI foi desenvolvido por STÖCKLI (2004), obtido a partir de interpolação espacial ponderada pelo inverso da distância para o preenchimento dos pixels com falhas, e interpolação temporal através de um ajuste de Fourier de segunda ordem com e sem peso sobre os dados originais “Pathfinder” NDVI, sendo estas técnicas estudadas anteriormente por SELLERS *et al.* (1996) e LOS (1998). Maiores detalhes dos métodos de obtenção podem ser encontrados em STÖCKLI (2004) e STÖCKLI e VIDALE (2004).

Os métodos utilizados para a análise dos resultados são compostos dos seguintes passos:

- Obtenção das imagens do “Pathfinder” NDVI de 1982 a 1999 disponibilizadas no endereço [http://daac.gsfc.nasa.gov/CAMPAIGN\\_DOCS/FTP\\_SITE/INT\\_DIS/readmes/pal.html](http://daac.gsfc.nasa.gov/CAMPAIGN_DOCS/FTP_SITE/INT_DIS/readmes/pal.html). Estas imagens são derivadas do canal 1 (580 a 680 nm), banda do visível, e canal 2 (725 a 1000nm), infravermelho

próximo, das imagens GAC do NOAA 7, 9, 11 e 14, resoluções espacial de 0,1°x0,1° e temporal de 10 dias. Correções como a gravação do pixel de maior valor dentro da dezena, conhecido como método do maior valor do pixel, que elimina boa parte da resposta espectral devido às nuvens, com valores muito baixos, foram realizadas. Estes dados também englobam correções do espalhamento Rayleigh, com o modelo de transferência radiativa (Gordon *et al.*, 1988, citados por STÖKLI e VIDALE, 2004), absorção pelo ozônio e degradação dos instrumentos (Rao e Chen, 1996, citados por STÖKLI e VIDALE, 2004).

- Obtenção dos dados EFAI-NDVI, do mesmo período com mesmas resoluções, disponível no endereço [ftp://bach.ethz.ch/pub\\_read/stockli/efai\\_world/](ftp://bach.ethz.ch/pub_read/stockli/efai_world/)

- Identificação de 134 áreas com cobertura vegetal homogênea em diferentes regiões do país, sobre diferentes regiões fitoecológicas, auxiliado pelo material cartográfico do IBGE na escala 1:5.000.000 (bases e mapas temáticos) e de mosaicos de imagens Landsat (MIRANDA e COUTINHO, 2004), disponível em: <http://www.cdbrasil.cnpem.embrapa.br>.

- Corte dos arquivos EFAI-NDVI para o enquadramento do território brasileiro em SIG com o auxílio de macros (Eastman, 2003).

- Espacialização das áreas através das coordenadas geográficas e extração dos números digitais (8 bits) de NDVI e EFAI-NDVI

- Conversão dos números digitais (ND) para valores de índice (-1 a +1), equações 1 e 2, respectivamente.

$$\text{NDVI} = (\text{ND}-128)*0,08 \text{ e} \tag{1}$$

$$\text{EFAI-NDVI} = (\text{ND}-128)/127 \tag{2}$$

- Construção de gráficos dos valores EFAI-NDVI e NDVI em função do tempo para cada uma das áreas selecionadas, podendo-se analisar o comportamento dos dois índices e avaliar o EFAI-NDVI.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as áreas selecionadas o EFAI-NDVI acompanhou a resposta do “Pathfinder”NDVI, porém com boa suavização (os ruídos foram bem filtrados pelas técnicas utilizadas por Stöckli), o que melhora a interpretação da resposta da vegetação às variações sazonais. Nas figuras 1 a 4 são apresentadas alguns exemplos para diferentes tipos de vegetação sobre diferentes regiões.

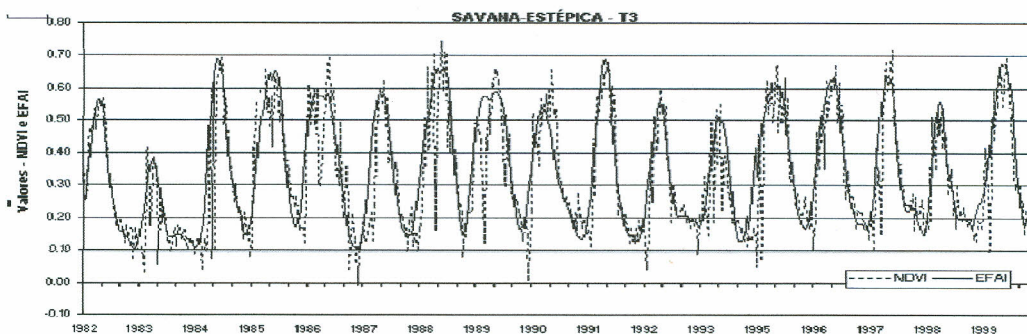


Figura 1: Série temporal do NDVI e EFAI-NDVI em área de Savana-Estépica (CE).

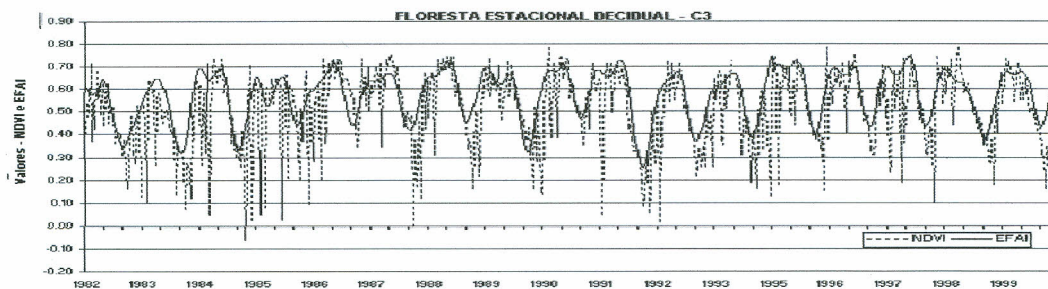


Figura 2: Série temporal do NDVI e EFAI-NDVI em área de Floresta Estacional Decidual (PI).

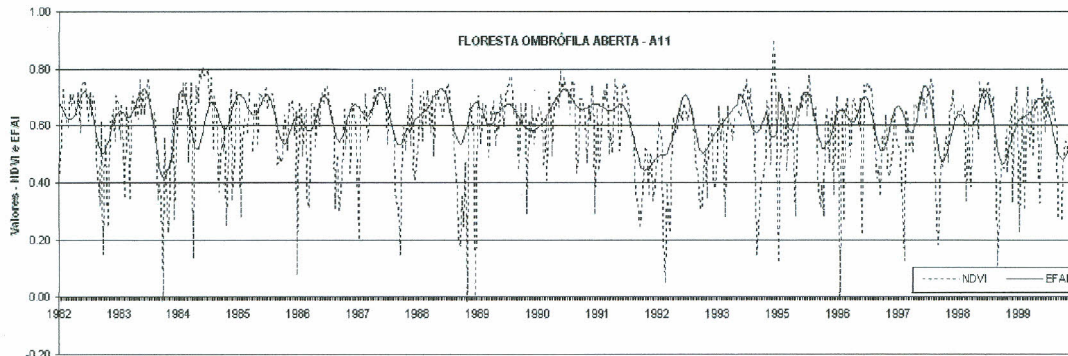


Figura 3: Série temporal do NDVI e EFAI-NDVI em área de Floresta Ombrófila Aberta (MT).

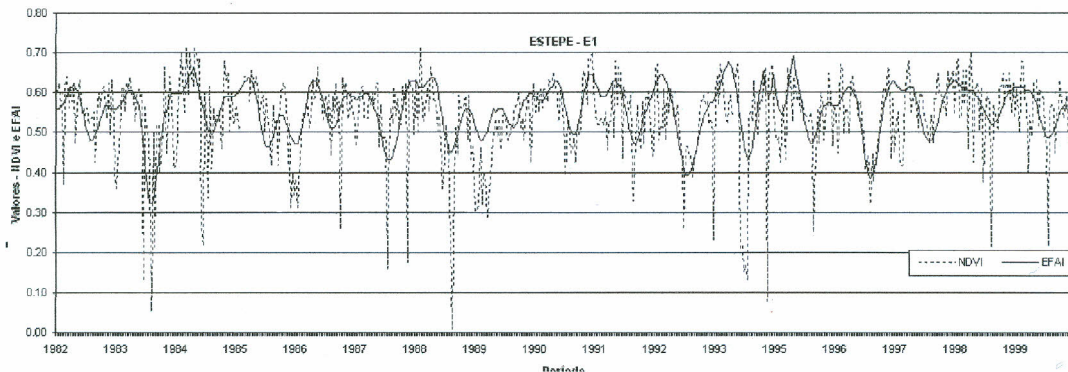


Figura 4: Série temporal do NDVI e EFAI-NDVI em área de Estepe (RS).

A Figura 1 é o resultado da extração dos valores sobre Savana-Estépica (Catinga) no Ceará. Observa-se o acompanhamento de maior vigor da vegetação nos meses mais chuvosos (março a maio) e a queda nos meses secos (setembro a novembro).

Na Figura 2, que é o resultado da extração dos valores sobre Floresta Estacional Decidual no Piauí, observa-se o acompanhamento da tendência dos dados sem as oscilações não pertinentes. Maior vigor da vegetação nos meses mais chuvosos (fevereiro a abril) e a queda nos meses secos (agosto a outubro).

Na Figura 3, em especial, o comportamento de um tipo de vegetação como a Floresta Ombrófila Aberta (norte do Mato Grosso), dificilmente atingiria valores de índice de vegetação tão baixos como

os que podem ser observados no NDVI, da ordem de 0 e até valores negativos, os quais também são considerados valores ruidosos. Note que os valores de EFAI-NDVI em momento algum assumem, para este tipo de vegetação, valores menores que 0,4, o que é de se esperar uma vez que este tipo de vegetação encontra-se em área de caráter ombrotérmico.

A Figura 4 mostra o comportamento sobre área de Estepe no sul do Rio Grande do Sul. Da mesma forma, o EFAI-NDVI varia sazonalmente sem a grande quantidade de interferências do NDVI.

O verdor da vegetação não varia abruptamente, ou seja, aumenta ou diminui paulatinamente, percebendo-se assim que alterações bruscas observadas nas Figuras 1 a 4 correspondem à interferências no NDVI, as quais são corrigidas no dado EFAI-NDVI e, como as técnicas utilizadas levam em consideração o comportamento periódico, considera-se o índice de vegetação EFAI-NDVI um dado de melhor qualidade em relação ao dado original.

### **CONCLUSÕES**

O presente estudo procurou analisar, para diferentes áreas no Brasil, as interferências nos dados NDVI do AVHRR e a comparação com um conjunto de dados alternativo, o EFAI-NDVI. O conjunto de dados apresentado mostrou potencial de uso pela eliminação das altas e baixas frequências pelo uso de técnicas matemáticas e apesar de não estar totalmente livre dos ruídos é um conjunto mais estável que o dado original.

As interferências nos dados do AVHRR podem conduzir a flutuações, ou variação de altíssima frequência no valor do índice de vegetação induzindo a erros nas observações e detecção de tendências espúrias no comportamento da vegetação na superfície terrestre, sendo o uso direto dos dados AVHRR desaconselhável.

Estes dados podem ser usados para inferências sobre cobertura, estado, vigor da vegetação e na derivação de parâmetros biofísicos dos quais relaciona-se atividade da vegetação e indicativos de produtividade para grandes áreas. Apresentam um acompanhamento das variações sazonais e interanuais no comportamento da vegetação, mostrando que podem ser utilizados no monitoramento e como fontes de conhecimento para fins de gestão ambiental.

**AGRADECIMENTO:** Agradeço ao pesquisador suíço Reto Stöckli por disponibilizar toda a série temporal das imagens EFAI-NDVI e pelo atendimento às minhas questões.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BATISTA, G. T., SHIMABUKURO, Y. E., LAWRENCE, W. T., 1997, "The long-term monitoring of vegetation cover in the Amazonian region of northern Brazil using NOAA-AVHRR data", **International Journal of Remote Sensing**, v. 18, n. 15, pp. 3195-3210.
- EASTMAN, J. R. **IDRISI Source Code 1987-2003**. Worcester: Clark University, 1987-2003. 1 v.

- GOWARD, S. N., DYE, D. G., TURNER, S., YANG, J., 1993, "Objective assessment of the NOAA global vegetation index data product", **International Journal of Remote Sensing**, v. 14, n. 18, pp.3365-3394.
- GUTMAN, G. G., 1991, "Vegetation indices from AVHRR: an update and future prospects", **Remote Sensing of Environment**, v. 35, pp. 121-136.
- KOGAN, F.N., 1995a, "Applications of vegetation index and brightness temperature for drought detection", **Advance Space Research**, v. 15, n. 11, pp. 91-100.
- KOGAN, F.N., 1995b, "Droughts of the late 1980s in the United States as derived from NOAA polar orbiting satellite data". **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 76, pp. 655-668.
- KOGAN, F.N., 1997, "Global drought watch from space". **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 78, pp. 621-636.
- LOS, S. O., 1998, "Linkages between Global Vegetation and Climate: An analysis based on NOAA Advanced Very High Resolution Radiometer Data", 179p. *Thesis* (Doctor in Natural Sciences), NASA.
- LOS, S. O., JUSTICE, C. O., TUCKER, C. J., 1994, "A global 1° by 1° NDVI data set for climate studies derived from the GIMMS continental NDVI data", **International Journal of Remote Sensing**, v. 15, n. 17, pp. 3493-3518.
- MIRANDA, E. E. de; COUTINHO, A. C. (Coord.). **Brasil visto do espaço**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em julho/2005.
- SELLERS, P. J., LOS, S. O., TUCKER, C. J., JUSTICE, C. O., DAZLICH, D. A., COLLATZ, G. J., RANDALL, D. A., 1996, "A revised land surface Parameterization (SiB2) for atmospheric GCMs. Part 2: the generation of global fields of terrestrial biophysical parameters from satellite data", **Journal of Climate**, v. 9, pp. 706-737.
- STOCKLI, R., 2004, "Modeling and observation of seasonal land – surface heat and water exchanges at local and catchments scales over Europe", 155p. *Thesis* (Doctor in Natural Sciences), Swiss Federal Institute of Technology –ETH.
- STÖCKLI, R., VIDALE, P. L., 2004, "European plant phenology and climate as seen in a 20-year AVHRR land-surface parameter dataset", **International Journal of Remote Sensing**, v. 25, n. 17, pp. 3303-3330.
- TANRÉ, D., HOLBEN, B.N., KAUFMAN, Y. J., 1992, "Atmospheric correction algorithm for NOAA-AVHRR products: Theory and application", **IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing**, v.30, n.2, pp. 231-248.