

Análise fenológica de dados multitemporais EVI do sensor MODIS com variáveis climáticas

Carlos Alexandre Damasceno Ribeiro ¹
Christovão Pereira Abrahão ¹
Alexandre Cândido Xavier ¹
Denis Spoladore Ferreira ¹
Yhasmin Gabriel Paiva¹

¹ Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Caixa Postal 16 CEP 29500-000 Alegre – ES, Brasil
alexandredamasceno@yahoo.com.br; xavier@cca.ufes.br; {christovao_abrahao, dspoladore, yhasminp}@hotmail.com

Abstract. The objective of this paper is to analyze the relationship between Enhanced Vegetation Index (EVI) from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer and climatological data. The study area was Sooretama Reserve, located in the north of State of Espírito Santo, Brazil. It was used 90 multi-temporal EVI images from March 2000 to March 2004. The climatologic data were pluviometric precipitation, photoperiod, relative humidity, air temperature. Regression analysis was done to evaluate the relationship between the data. The result showed that photoperiod was better correlated to EVI while relative humidity was the worst.

Palavras-chave: Sooretama Reserve, remote sensing, vegetation index, Reserva Biológica de Sooretama, sensoriamento remoto, índice de vegetação.

1. Introdução

As variações em uma população vegetal ocorrem, por vezes, sazonalmente e com determinada periodicidade em função de fatores bióticos e abióticos e ainda ocorrem individualmente, em nível de comunidade e população, havendo assim, certa mudança fenológica sobre as características vegetais. A dinâmica da vegetação natural e agrícola é uma variável importante nos modelos regionais e globais destinados ao entendimento da variabilidade interanual de ecossistemas terrestres, quando se estudam as trocas de carbono e interações biosfera-clima (Zhang et al., 2003).

A fenologia é o estudo das aparências e suas mudanças. Mudanças interanuais na temperatura e precipitação podem influenciar profundamente o status da fenologia. Mudanças sazonais, na disponibilidade dos recursos naturais, atuam de forma potencializadora ou limitante no crescimento da vegetação, alterando a taxa de acumulação de biomassa e a taxa de senescência (Lee et al., 2002).

Para observação remota na estrutura da vegetação, bem como sua distribuição espacial e temporal, foram desenvolvidos índices de vegetação (IVs) que são sensíveis a estas variações. A fundamentação dos IVs está baseada tanto na alta absorção da radiação solar fotossinteticamente ativa pelos pigmentos das plantas quanto no alto espalhamento da radiação solar pela estrutura celular das folhas na região do infravermelho próximo (Gates et al, 1965).

O EVI (Índice de Vegetação Realçado) é um novo índice de vegetação feito para os dados do sensor MODIS (“Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer”), a bordo do satélite TERRA. Tem sido utilizado para caracterização de mudanças fisiológicas e morfológicas

temporais da vegetação. Ele é menos sensível às variações do solo e aos efeitos atmosféricos (Huete et al. 1997), portanto, mais sensível às variações na resposta estrutural do dossel, incluindo o índice de área foliar (IAF), a fisionomia da planta e a arquitetura do dossel (Huete et al., 2002).

O objetivo do presente trabalho é verificar a existência de correlações entre variáveis climáticas e dados EVI sob floresta de natural, segundo vários níveis de defasagem entre os momentos de tomadas dos dados.

2. Material e métodos

A área de estudo é a Reserva Biológica Sooretama, localizada numa superfície de tabuleiros costeiros compreendida entre os paralelos 18° 53' 53" S e 19°30'00" S e os meridianos 39° 50' 00' W e 40° 15' 50' W Gr, ao norte do estado do Espírito Santo. A vegetação da região é caracterizada por cultivos agrícolas e floresta ombrófila aberta. O clima é tropical úmido, com inverno seco e chuvas concentradas no verão, classificado como AW por Koeppen.

As imagens EVI possuem resolução espacial de 250 metros, radiométrica de 8 bits e temporal de 16 dias. Utilizou-se imagens do “Banco de dados temporal de imagens EVI do MODIS para o Espírito Santo” (Ribeiro et al., 2006) para coleta do EVI no período de março de 2000 a março de 2004, totalizando 90 imagens. Imagens CCD/CBERS-2 (Ferreira et al 2006) foram utilizadas para a localização precisa da área em estudo.

Foram utilizados dados climáticos da estação Fazenda Experimental Sooretama, fornecidos pelo Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural. Esta estação está localizada dentro Reserva Biológica Sooretama. Os dados climáticos utilizados foram a pluviosidade, temperatura, fotoperíodo e umidade relativa.

Os dados multi-temporal EVI foram coletados a partir de 100 pontos dentro da área de estudo, trabalhando-se no final com o valor da média destes. Os dados climáticos foram agrupados de 16 em 16 dias, tomando-se dados médios, exceto para pluviosidade que foi a acumulada de 16 dias. Para se avaliar qual o período em que os dados climatológicos estavam mais associados aos dados EVI, aplicou-se uma defasagem entre os dados climatológicos e os dados EVI. Assim, os dados climatológicos eram recomputados considerando-se um atraso de 1 até 32 dias.

Para avaliação dos dados foi utilizado análise de regressão, em que o EVI foi a variável dependente (y) e os dados climatológicos os dados independentes (x). O modelo de regressão utilizado foi o linear:

$$y = a_1 + a_2x + \varepsilon$$

Em que: a são os coeficientes calculados; x as variáveis independentes (pluviosidade, temperatura, fotoperíodo e umidade relativa).

3. Resultados e Discussão

Na **Figura 1** é apresentada a variação temporal dos dados climatológicos e dos dados EVI para a floresta de Sooretama. De maneira geral, os maiores valores de EVI, precipitação, fotoperíodo e temperatura foram observados no período de dezembro a março, com acentuada queda nos demais meses.

Existe uma relação direta entre a temperatura e o fotoperíodo, pois com a maior amplitude do fotoperíodo há um aumento da disponibilidade de energia no ambiente, culminando em aumento da temperatura média. Durante os meses de verão há uma maior disponibilidade de água no ambiente, temperaturas e fotoperíodo maiores o que vai refletir no aumento da vegetação verde, logo nos valores de EVI. O contrário ocorre nos períodos secos,

menor temperatura, fotoperíodo e precipitação, logo menor quantidade de biomassa verde, menores valores de EVI. Fica caracterizada a estratégia da vegetação para melhor aproveitamento dos recursos disponíveis no ambiente, sincronizando o acúmulo de biomassa vegetal com os meses de verão e caducifolia com os meses de seca, durante o inverno, apontando para um fragmento de floresta umbrófila aberta altamente adaptado ao clima da região.

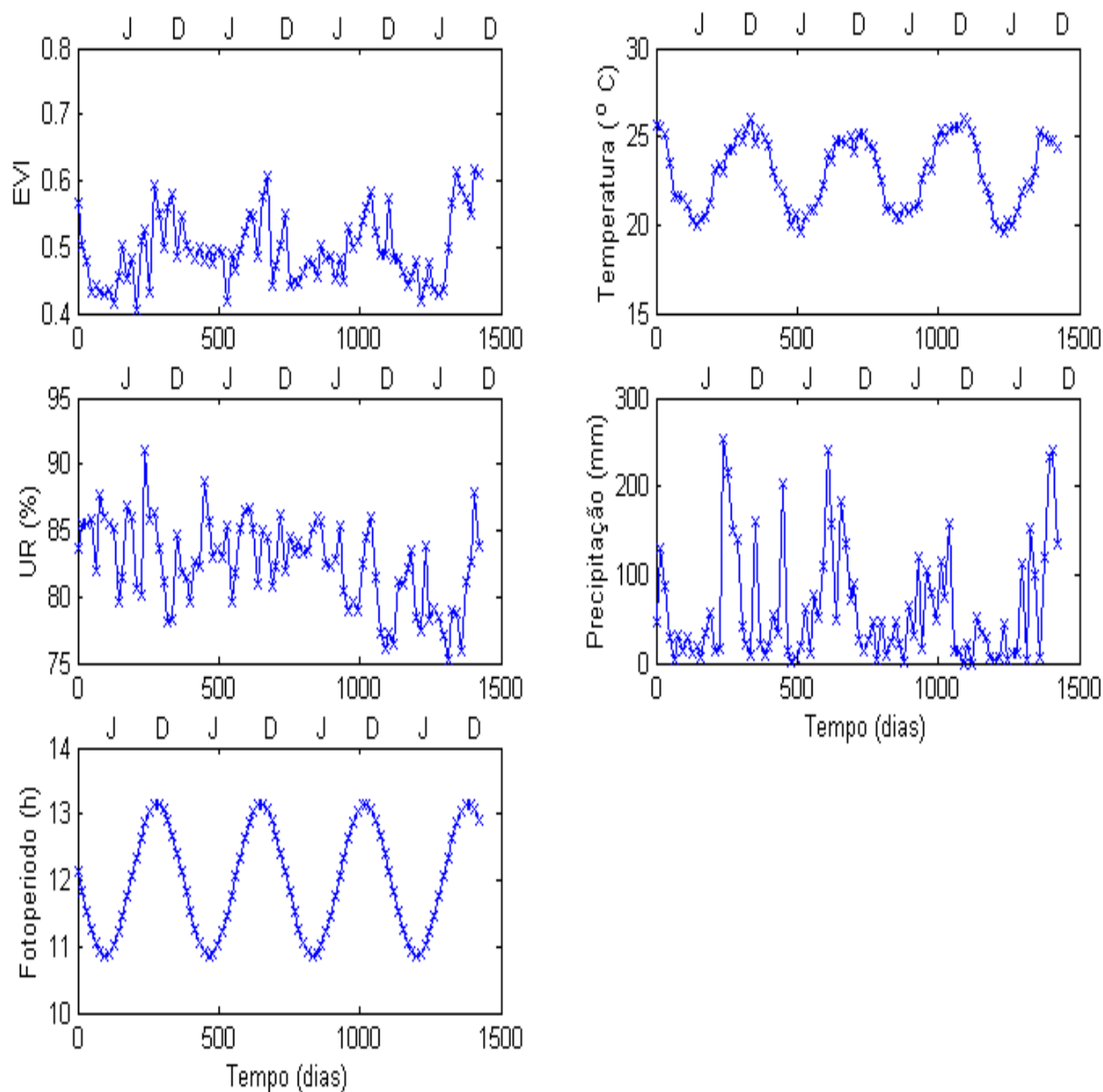


Figura 1 – Dados temporais de EVI e climatológicos.

Na **Figura 2** mostra o diagrama de dispersão entre as variáveis estudadas sem defasagem de tempo. O fotoperíodo e a temperatura apresentaram maior coeficiente de correlação (0,70), demonstrando relação direta entre o tamanho do dia e a temperatura média. Houve correlação de 0,65 entre fotoperíodo médio e EVI, 0,55 entre temperatura média e EVI e 0,44 entre

pluviosidade acumulada e o EVI, comprovando as tendências do EVI se ajustar à sazonalidade da região. A umidade relativa teve a menor correlação ($R^2 = -0,02$).

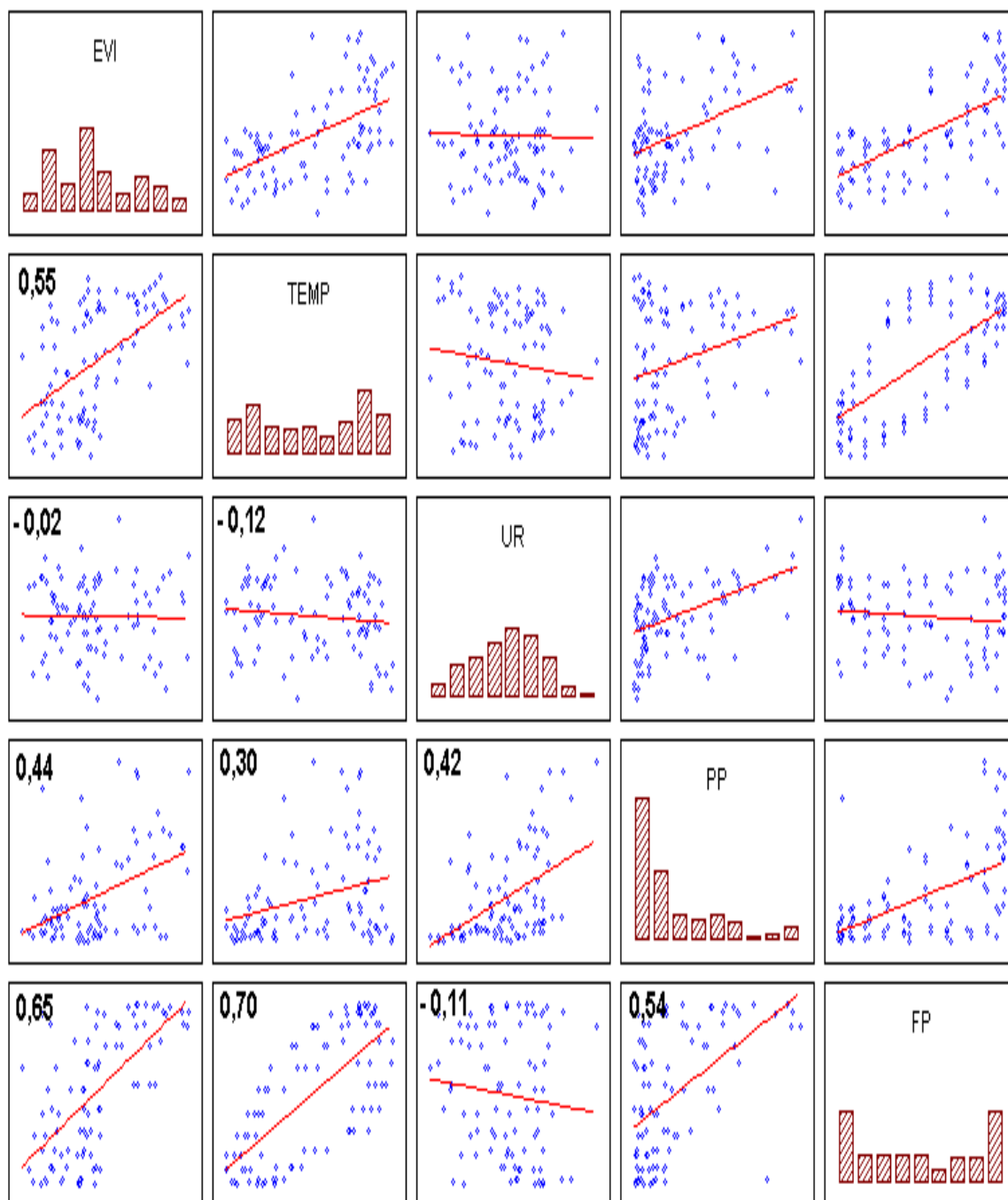


Figura 2 - Matriz de correlação entre as variáveis.

Na **Figura 3** são apresentados os valores de R^2 para cada variável independente e a respectiva defasagem em número de dias. A melhor relação do EVI foi verificada para a variável fotoperíodo ($R^2 = 0,45$) com 18 dias de defasagem, seguida das variáveis temperatura (maior R^2 de 0,32 com 02 dias de defasagem) e pluviosidade (maior R^2 de 0,22 com 02 dias

de defasagem). A pior relação foi com a umidade relativa, maior R^2 igual a 0,05 com 32 dias de defasagem.

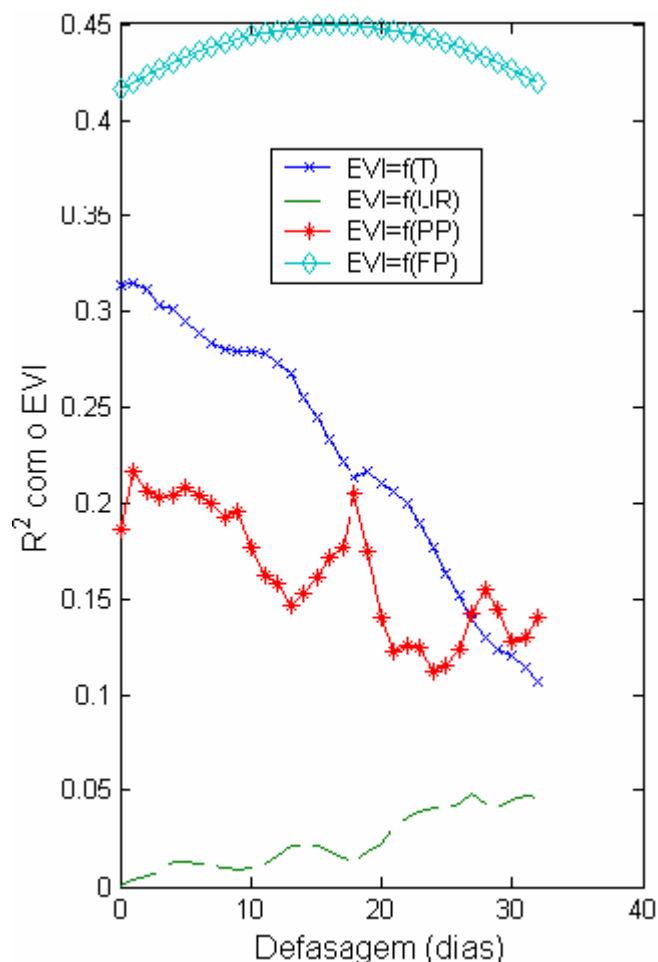


Figura 3. Relação dos R^2 das variáveis em defasagem nos modelos univariados.

4. Conclusão

Este trabalho apresentou a relação de dados multi-temporais EVI de área de floresta umbrófila aberta com dados de precipitação, temperatura média, fotoperíodo e umidade relativa. Para o EVI desta vegetação foi verificado que a melhor relação se deu como o fotoperíodo e a pior com a umidade relativa.

5. Agradecimentos

Agradecimentos sinceros a Christovão Abraão pelas horas de dedicação a Alexandre Candido Xavier e Yhasmin Gabriel Paiva por colaborarem incondicionalmente. Ao CNPq pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa de iniciação científica. Ao Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável pela infra-estrutura cedida para execução do trabalho, a National Aeronautics and Space Administration (NASA) pelas imagens e programas cedidos gratuitamente.

6. Referências

Ferreira, D.S.; Xavier, A.C.; Castro, F. da S.; Albane, R. R. de O. Mosaico de Imagens CBERS do Estado do Espírito Santo. In VII Seminario de Atualizacao em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações

Geograficas Aplicados a Engenharia Florestal, 17 a 19 de outubro, 2006, Curitiba. **Anais...**Curitiba:UNICENTRO, 2006.

Gates, D.M.; Keegan, J.H.; Schleiter, J.C.; Weidner, V.R. Spectral properties of plants. **Applied Optics**. V. 4, p. 11–20, 1965

Huete, A. R., Liu, H. Q., Batchily, K., And Van Leeuwen, W. A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment**. V. 59, p. 440-451, 1997

Huete, A. et al. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n. 1-2, p. 195-213, 2002.

Lee, R.; Yu, F.; Price, K.P. Evaluating vegetation phenological patterns in Inner Mongolia using NDVI time-series analysis. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n. 12, p. 2505-2512, 2002.

Ribeiro, C. A. R.; Paiva, Y. G.; Ferreira, D.S.; Xavier, A.C.; Banco de Dados Temporal de Imagens Evi do Modis para o Espírito Santo. [CD-ROM] In : X INIC. Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. **Anais**. São José dos Campos, SP: UNIVAP, 2006.

Zhang, X.; Friedl, M.A.; Schaaf, C.B.; Strahler, A.H.; Hodges, J.C.F.; Gao, F.; Reed, B.C.; Huete, A. Monitoring vegetation phenology using MODIS. **Remote Sensing of Environment**, v. 84, p. 471-475, 2003.