

## **Banco de dados temporal de imagens NDVI do sensor MODIS para o Espírito Santo**

Carlos Alexandre Damasceno Ribeiro<sup>1</sup>, Yhasmin Gabriel Paiva<sup>1</sup>, Denis Spoladore Ferreira<sup>1</sup>,  
Alexandre Cândido Xavier<sup>1</sup>

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

**Abstract** - Now there is a great need of knowledge about of ground use and covering for evaluations of the environmental quality, both on local or municipal level in Espírito Santo State. Several products of remote sensing are used for vegetation studies because your efficiency and low cost. Among the existent vegetation indexes, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is the more popularly used by technician-scientific community by possessing wide time series, supplying more reliable data. A time database of NDVI images was structured for Espírito Santo state with aim of to monitor the development of the ground occupation in different uses and to capture seasonal changes in fenological stages of vegetation.

**Palavras-chave:** Remote sensing, NDVI (Index of Vegetation of the Normalized Difference), database. Sensoriamento remoto, NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada), banco de dados.

### **1. Introdução.**

No Espírito Santo o uso do solo caracteriza-se atualmente por fragmentos de mata atlântica, extração de rochas ornamentais e extensas monoculturas como pastagem, café e eucalipto, a caracterização de mudanças multitemporais é fundamentalmente importante para favorecer estudos de usos sustentáveis do solo e conservação da mata atlântica otimizando a ocupação harmônica do solo (Ribeiro et al, 2006). Mapas de uso do solo para avaliações de impactos ambientais, de plantações agrícolas para previsão de safra, florestais para manejo de recursos silviculturais são exemplos de mapas que podem ser utilizados pelo poder público e privado e em sua maioria são gerados com o apoio de dados de sensoriamento remoto (Jensen, 2000). Neste contexto, o mapeamento da cobertura vegetal e seu monitoramento mostram-se de extrema importância, e existe um esforço por parte da comunidade científica em melhorar a acurácia destes estudos visando observar as mudanças devido a fatores naturais e antrópicos (Zhan et al., 2002), buscar uma maior eficiência nas elaborações de planos de manejo de recursos naturais, assim como na análise da paisagem (Soares Filho, 2001), delimitar as áreas prioritárias para a conservação (Souza et al., 1998).

Índices de vegetação têm sido vastamente utilizados e sua fundamentação teórica 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).

Imagens NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) do sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), a bordo do satélite TERRA, tem sido utilizadas para caracterização de mudanças fisiológicas e morfológicas temporais em áreas agrícolas e florestais, captando importantes alterações quantitativas e qualitativas do vigor da vegetação. O objetivo deste trabalho é estruturar um banco de dados de imagens NDVI multitemporal do MODIS para futura avaliação da cobertura e uso do solo. A partir da

estruturação deste poderá ser feitas análises regionais e estaduais, a fim de compreender a dinâmica do uso do solo no Espírito Santo quanto às variações antrópicas e naturais.

## 2. Sensor Modis e o NDVI.

O Sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) é um instrumento a bordo dos satélites TERRA e ACQUA. O MODIS do TERRA e o MODIS do ACQUA lançados em dezembro de 1999 e maio de 2002 respectivamente, visualizam a superfície completa da Terra de 1 a 2 dias. O MODIS do TERRA é um radiômetro-imageador com resolução espacial de 250 (bandas 1 e 2), 500 (bandas 3 a 7) e 1000 metros (bandas 8 a 36), totalizando 36 bandas espectrais que se estendem do visível ao infravermelho termal (0,4 a 14,4 $\mu$ m), com resolução radiométrica de 12 bits (<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/>, NASA 2006).

Para produção dos índices de vegetação são utilizadas imagens georreferenciadas gerando os produtos MOD13, sejam eles o Índice de Vegetação Realçado (EVI) e (NDVI), entre outros. O algoritmo para a geração dos índices de vegetação MODIS opera *pixel a pixel* e leva em conta múltiplas observações em um período de 16 dias, o processo de *compositing* seleciona o *pixel* mais próximo possível do nadir, minimizando assim eventuais distorções espaciais e radiométrica, ou com o menor grau de contaminação por aerossóis (van Leeuwen et al., 1999).

Devido à sobreposição de órbitas e múltiplas observações em um único dia, um máximo de 64 observações podem ser obtidas (Ferreira et al., 2003), de tal forma que são selecionadas as melhores imagens entre um total de 64 possíveis. Esta resolução temporal, espacial e radiométrica mostram-se adequadas e eficientes para o imageamento da cobertura vegetal terrestre em nível regional e global, superando o sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) de resolução espacial de 1,1 a 8 quilômetros, a bordo do satélite NOAA, o qual não foi concebido para aplicações em terra devido a falta de calibração precisa, de registro geométrico e problemas devido à presença de nuvens nas cenas.

O NDVI é expresso pela razão entre a diferença da medida da reflectância nos canais do infravermelho próximo (0,70 – 1,30  $\mu$ m) e vermelho (0,55 – 0,70  $\mu$ m) e a soma desses canais (Rouse et al., 1974), ou seja,

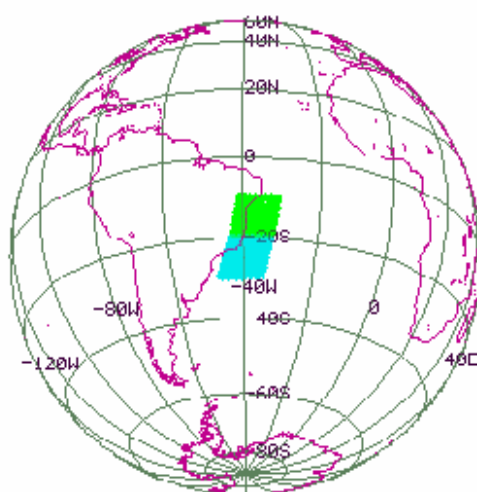
$$NDVI = (\rho_2 - \rho_1)/(\rho_2 + \rho_1)$$

Onde,  $\rho_1$  e  $\rho_2$ , representam respectivamente, os valores da reflectância na região do vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético de objetos na superfície terrestre.

A alta popularidade deste índice entre os usuários de imagens de satélite, qualidade e sua facilidade de aquisição via *internet* (<http://edcdaac.usgs.gov/dataproducts.asp>) com fornecimento gratuito seja a partir de *download* pelo *site* ou recebimento postal em endereço a escolher, após cadastro no sistema. O fácil processamento e conversão de 12 para 8 bits e do formato hdf para tif, através dos programas MRT (Modis Reprojection Tool) e Convgeotiff respectivamente, fornecidos também gratuitamente a partir do *site* <http://edcdaac.usgs.gov/landdaac/tools/modis/index.asp>. Contribuem para que o sensor MODIS seja o mais promissor fornecedor de imagens índice de vegetação para estudos climáticos e ambientais viabilizando a produção de bancos de dados e coleções de imagens deste sensor, substituindo outros de qualidade inferior.

### 3. Materiais e Métodos

As imagens possuem resolução espacial de 250 metros, temporal de 16 dias e radiométrica de 12 bits, ideal para análises temporais (Huete et al., 1997) e foram adquiridas gratuitamente, originalmente em projeção sinusoidal contínua, em formato hdf. São necessários dois “tiles” para abranger todo o Estado do Espírito Santo (identificados por h14v10 e h14v11) conforme localização mostrada na figura que segue (**Figura 1**). Estas imagens atendem a critérios qualitativos mínimos como ausência de nuvens, ausência de ruídos e demais interferências atmosféricas.



**Figura 1.** Localização dos tiles h14v10 e h14v11 abrangendo o Estado do Espírito Santo. <http://edcdaac.usgs.gov/landdaac/tools/modis/index.asp>.

São necessários *softwares* específicos para deixar as imagens NDVI no formato adequado. Para serem inseridas e armazenadas no programa SPRING 4.2 disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring/>, primeiramente foi realizada a mosaicagem dos dois “tiles” que compõe a cena que recobre o estado, concomitantemente com a definição do sistema de projeção cartográfico.

Originalmente as imagens são fornecidas em projeção sinusoidal. Neste trabalho a projeção utilizada foi a UTM, com datum WGS84. Todo este processo foi realizado no programa MRT e gravadas na extensão tif. As imagens fornecidas pelo MRT se encontravam com resolução radiométrica de 12 bits (4095 níveis digitais) e foram convertidas para 8 bits (256 níveis digitais) através do programa “ConvGeotiff”. As imagens tif em 8 bits foram importadas para o SPRING onde foi instalado o banco de dados com as imagens recortadas nos limites do Estado do Espírito Santo.

### 4. Resultados

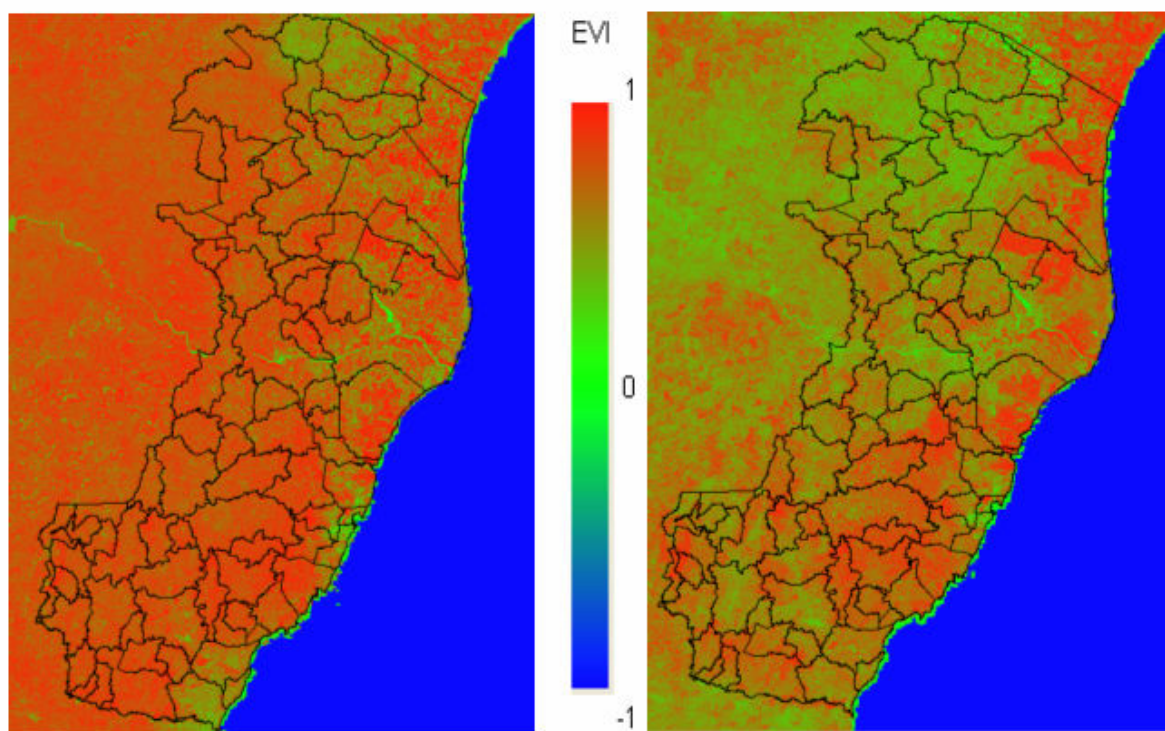
O Banco de dados multitemporal criado no SPRING é composto por 132 cenas cada uma das quais compostas por dois tiles em mosaico, compreendidas no período de fevereiro de 2000 a dezembro de 2005 compondo uma série multitemporal de 5 anos e 10 meses. Vale lembrar que

estas imagens têm um intervalo de coleta de 16 dias. Alguns tiles do período não compõem o banco de dados por não terem sido fornecidos, conforme apresentado na **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Tiles faltantes.

Data	Tile
18/2/00	h 14 v 11
1/11/01	h 14 v 11
18/2/02	h 14 v 11
1/1/03	h14 v10 e v 11
17/1/04	h14 v10 e v 11

É gerenciado pelo “Access” e está formatado para trabalhar no sistema UTM de coordenadas planas, no modelo da terra WGS84, zona 24 do hemisfério sul. A imagem em mosaico compoendo a cena do Espírito Santo pode ser visualizada na imagem (**Figura 2**) que segue abaixo. No SPRING foi aplicado contraste e sobreposta a malha vetorial da divisão política do Espírito Santo para melhor visualização.



a)Após período chuvoso 18/02/2003

b) Após período de estiagem 11/07/2003

**Figura 2.** Imagem mosaicada e recortada dos h14v10 e h14v11 abrangendo o Estado do Espírito Santo.

Na imagem, quanto mais vegetação há, mais próximo do vermelho (valores de NDVI próximos a 1), podendo ser áreas florestais ou áreas agrícolas com dossel fechado. Cores verdes representadas com menores valores de NDVI (valores compreendidos entre 1 e 0) são áreas com

menor quantidade de vegetação verde (pasto) até solo exposto. Rios, lagos e lagoas, que apresentam material em suspensão apresentam-se em tons variando de verde ao azul (valores de 0 a -1). O oceano atlântico, sem biomassa verde é a região em azul (valores próximos a -1). As outras 131 cenas abrangem a mesma área de estudo ao longo do período compreendido pelo banco de dados, captando desta forma as variações temporais ocorridas.

## 5. Discussão

O monitoramento da cobertura da terra pelo sensor MODIS a partir de seu NDVI, permite a observação e estudo de diferentes estados fenológicos, permitindo acompanhar o desenvolvimento da vegetação em função das condições ambientais e variações de dossel, sendo possível distinguir diferentes atividades agrícolas como pastagem e café separando florestas de outras fitofisionomias com sucesso, apesar da saturação do NDVI prejudicar a distinção de diferentes formações florestais com mesma estrutura e fechamento de dossel, mantendo comportamento assintótico da reflectância, enquanto os parâmetros biofísicos da vegetação aumentam continuamente (Ponzoni, 2001).

Além de dinamizar estes estudos, a utilização de imagens temporais pode ser preferível em uma classificação quando em uma só imagem existe a possibilidade de classes de alvos diferentes apresentarem mesma resposta espectral, de tal forma que só o acompanhamento ao longo do tempo favorece a identificação das nuances do terreno em função das variações ambientais, sejam elas climáticas ou antrópicas (Ribeiro et al., 2005).

## 6. Conclusão

O banco de dados temporal de imagens NDVI do MODIS para o estado do Espírito Santo tem sua importância enaltecida pela realização de estudos que favoreçam a ocupação harmônica do solo registrando a sua dinâmica ocupacional em escalas regionais e estaduais gerados a partir do monitoramento ao longo dos anos da cobertura terrestre em seu uso do solo e corpos d'água. O resultado final da criação do banco de dados foi satisfatório pois foi realizado trabalho pioneiro em nível regional, de coleta de imagens em série temporal tão longa, e disponibilizado à toda comunidade usuária de produtos de geoprocessamento através do Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC).

## 7. Agradecimentos

Agradecimentos sinceros a Alexandre Cândido Xavier e Yhasmin Gabriel Paiva por colaborarem incondicionalmente. Ao (NEDTEC) pela infra-estrutura cedida para execução do trabalho, a National Aeronautics and Space Administration (NASA) pelas imagens e programas cedidos gratuitamente e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) pelo fornecimento gratuito do programa SPRING 4.2.

## 8. Referências

- Ferreira, L.G.; Yoshioka, H.; Huete, A.; Sano, E.E. Seasonal landscape and spectral vegetation index dynamics in Brazilian Cerrado: An analysis within the Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazônia (LBA). *Remote Sensing of Environment*, v. 87, p. 534-550, 2003.
- Gates, D.M.; Keegan, J.H.; Schleter, 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.

Jensen, J.R. **Remote Sensing Of The Environment: On Earth Resource Perspective**. 1. ed. London: Printice-Hall, 2000.

Ponzoni, F.J. Comportamento espectral da vegetação. In: Meneses, P.R.; Madeira Neto, J.S. **Sensoriamento Remoto: reflectância de alvos naturais**. Brasília, DF: UNB Planaltina Embrapa Cerrados, 2001. 262 p.

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.

Rouse, J.W.Jr., Haas, R.H., Deering, D.W., Schell, J.A., Harlan, J.C. **Monitoring the Vernal Advancement and retrogradation (Green Wave Effect) of Natural vegetation**. NASA/GSFC. Type III Final Report, Greenbelt, MD, 1974, 371p.

Soares Filho, B.S. Fragmentação da paisagem florestal em função da estrutura e dinâmica fundiária no norte do Mato Grosso. **Anais**. Foz do Iguaçu: INPE, 2001. p. 987-995.

Souza, I.M.; Martini, P.R.; Duarte, V.; Moreira, M.A.; Aulicino, L.C.N.; Rodriguez Yi, J.L.; Shimabukuro, Y.E.; Rudorff, B.F.T. Parques indígenas e fronteiras agrícolas na Chapada dos Parecís (MT): uma análise temporal por imagens TMLANDSAT. [CD-ROM] In: IX SBSR, 1998. **Anais**. Santos, SP: INPE, 1998.

"SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling" Camara G., Souza R.C.M., Freitas U.M., Garrido J. **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

van Leeuwen, W.J.D.; Huete, A.R.; Laing, T.W. MODIS vegetation index compositing approach: A prototype with AVHRR data. **Remote Sensing of Environment**, 69, p.264-280, 1999.

Zhan, X.; Sohlberg, R.A.; Townshend, J.R.G.; Dimiceli, C.; Carroll, M.L.; Eastman, J.C.; Hansen, M.C.; Defries, R.S. Detection of land cover changes using MODIS 250 m data. **Remote Sensing of Environment**. V. 83, n. 1-2, p. 336-350, 2002. In: X SBSR. **Anais**. Foz do Iguaçu: INPE, 2001. p. 987-995.

<<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/>>. Acesso em: 10 novembro. 2006.

<<http://edcdaac.usgs.gov/dataproducts.asp>>. Acesso em: 10 novembro. 2006.

<<http://edcdaac.usgs.gov/landdaac/tools/modis/index.asp>>. Acesso em: 10 novembro. 2006.

