

Espacialização e geração de mapas temáticos das condições de cobertura dos solos para a região Norte de MG, a partir de análises espectrais de imagens do satélite Landsat-5 TM¹

R.L. GOMIDE², I.M. de P.BORATTO³

¹Trabalho financiado pelo projeto de Pesquisa MP2 Seca Cereais Embrapa/Monsanto/FUNARBE.

² Eng. Agrônomo/ Ph.D. Eng. de Irrigação, Pesq. Sênior Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, Fone (31) 3027-1328, gomide@cnpms.embrapa.br.

³ Geógrafa, Geoprocessamento, Bolsista FUNARBE/Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, isaborattp@yahoo.com.br.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia
18 a 21 de Julho de 2011- Guarapari- ES

Resumo: Este trabalho teve como objetivo realizar uma análise do comportamento espectral das classes de cobertura vegetal do Norte de Minas Gerais, na região semi-árida do médio São Francisco, onde estão inseridos os municípios de Nova Porteirinha (Sítio de Fenotipagem de seleção de genótipos de cereais para a Tolerância à Seca - Embrapa Milho e Sorgo) e Janaúba e os Perímetros Irrigados de Gorutuba e Jaíba, por meio de técnicas de sensoriamento remoto (imagens de um satélite) e de geoprocessamento (SIG), visando espacializar as condições de cobertura dos solos, utilizando como metodologia o cálculo do NDVI (“Normalized Difference Vegetation Index”) e Kc (coeficiente de cultura) para gerar mapas temáticos das condições da cobertura do solo e do uso da água. O NDVI calculado com base na imagem Landsat-5 TM foi eficiente na detecção de áreas com diferentes coberturas vegetais e a equação linear utilizada na espacialização do Kc apresentou resultados satisfatórios.

Palavras-Chaves: Sensoriamento remoto, região semi-árida, NDVI, coeficiente de cultura, SIG.

Abstract: The objective of this work was to carry out an analysis of the spectral behavior of vegetable cover classes in the medium San Francisco, semi-arid region, of Norte of Minas Gerais, where are located the Nova Porteirinha (Phenotyping site of cereals genotypes selection for drought tolerance - Embrapa Maize and Sorghum) and Janaúba counties, and Gorutuba and Jaíba irrigated districts, by means of remote sensing (images of a satellite) and geographical information systems (GIS) techniques, with the purpose of spatializing the soils' vegetation cover condition, based on the computation of normalized difference vegetation index (NDVI) and crop coefficient (Kc) methodologies for generating thematic maps of soils' vegetation cover condition and water use. The computed NDVI on Landsat-5 TM images basis was efficient in the areas detection with different vegetation covering and the linear equation used in the Kc spatialization presented satisfactory results.

Keywords: Remote sensing, semi-arid region, NDVI, crop coefficient, GIS.

1. Introdução

A avaliação da eficiência do uso da água em irrigação passou por modificações importantes nos últimos 25 anos. Caminhou de uma avaliação de eficiência clássica (escala local) para uma análise de indicadores, que permitem uma melhor avaliação do desempenho dos sistemas de produção irrigados, e uma estrutura mais qualificada da quantificação da água em escala regional (MOLDEN, 1997; BURT et al., 1997).

O sensoriamento remoto, com graus variados de precisão, tem gerado informações do uso da terra, estimativa de áreas irrigadas, tipos de cobertura vegetal, estimativa de biomassa, produção agrícola, exigência hídrica das culturas, salinidade e outras variáveis biofísicas e ambientais. A utilização dos índices de vegetação gerados a partir de dados de sensoriamento remoto constitui uma importante ferramenta para o monitoramento de alterações naturais ou antrópicas nos ecossistemas.

Este trabalho teve como objetivo a espacialização e geração de mapas temáticos das condições de cobertura dos solos para a região Norte de MG, a partir de análises espectrais de imagens do satélite Landsat-5 TM, por meio de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento (SIG), utilizando-se na metodologia o cálculo do NDVI e KC para a caracterização da vegetação da região estudada.

2. Materiais e Métodos

A área pesquisada está localizada no Norte de Minas Gerais, na região semi-árida do médio São Francisco, onde estão inseridos os municípios de Nova Porteirinha (Sítio de Fenotipagem de seleção de genótipos de cereais para a Tolerância à Seca - Embrapa Milho e Sorgo) e Janaúba e os Perímetros Irrigados de Gortuba e Jaíba, tendo como característica vegetativa da região, a caatinga (vegetação nativa), pastagem, culturas perenes (fruticultura) e culturas anuais (feijão, milho, sorgo, etc.).

Utilizaram-se quatro imagens orbitais de diferentes datas (01/08/2010, 17/08/2010, 18/09/10 e 23/12/2010) do satélite Landsat 5 TM. As radiações solares incidentes sobre as áreas estudada foram obtidas através do recorte, retificação e calibração radiométrica das imagens, por meio do processo de conversão do número digital (ND) de cada pixel da imagem, em radiância espectral monocromática, $L_{\lambda i}$, segundo a proposta de MARKHAM E BAKER (1987):

$$L_{\lambda i} = \frac{b_i - a_i}{255} \times ND \quad (1)$$

Os valores de a e b são as radiâncias espectrais mínimas e a máxima, ND é a intensidade do pixel e i corresponde às bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 do satélite. Foi utilizado como ferramenta de programação o Model Maker do Erdas 9.3/2011. Com os resultados dessas radiâncias, foram estimadas as refletâncias espectrais (Tabela 1) de cada banda através da equação (BASTIAANSSEN, 1995; BARBOSA et AL., 2005).

Em que ρ_{λ} é refletância planetária da banda L_{λ} , $E_{sun\lambda}$ é a irradiância solar espectral no topo da atmosfera, $\cos\theta$ é o ângulo zenital do sol e d_r é o inverso do quadrado da distância relativa Terra_Sol em unidades astronômicas.

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda}}{E_{SUN_{\lambda}} \cdot \cos\theta \cdot d_r} \quad (2)$$

Realizaram-se as análises do NDVI, do KC e da combinação de bandas (5,4,3) com o intuito de realçar a vegetação da região. O NDVI pode ser utilizado como um indicador da biomassa relativa (BOONE et al., 2000; CHEN, 1998), para calcular e prever a produção primária e o impacto de pastejo (RICOTTA et al., 1999; OESTERHELD et al., 1998; PARUELO et al., 1997).

Tabela 1. Descrição dos canais do Mapeador temático do Landsat 5, com correspondentes intervalos de comprimento de onda (μm), coeficiente de calibração (radiância mínima $-a$ e máxima $b \text{ Wm}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ e irradiância espectrais (K) no topo da atmosfera (TOA) $\text{Wm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$.

| Descrição dos Canais | Comprimento de onda | Coefficientes de calibração (a) | Coefficientes de calibração (b) | K |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------|
| Banda 1 (azul) | 0,45 - 0,52 | -1,5 | 185 | 1969 |
| Banda 2 (verde) | 0,53 - 0,61 | -3,1 | 342 | 1840 |
| Banda 3 (vermelho) | 0,62 - 0,69 | -2,7 | 245 | 1551 |
| Banda 4 (infra-vermelho próx.) | 078 - 0,90 | -2,5 | 270 | 1044 |
| Banda 5 (infra-vermelho médio) | 1,57 - 1,78 | -0,45 | 36 | - |
| Banda 6 (infra-vermelho termal) | 10,4 - 12,5 | 1238 | 15.600 | 225,7 |
| Banda 7 (infra-vermelho médio) | 2,10 - 2,35 | -0,3 | 19 | 82,07 |

O NDVI é atualmente correlacionado com as variáveis climáticas, como o El Niño Oscilação Sul (ENOS) (LI E KAFATOS, 2000; BOONE et al., 2000) e precipitação. Os valores de Kc são muito utilizados para a determinação das necessidades hídricas das culturas, tanto em termos de manejo da água de irrigação como também no planejamento de sistemas hidroagrícolas. Sabe-se que os valores de Kc variam de acordo com as condições edafoclimáticas e fases das culturas/vegetação. A metodologia aplicada para o cálculo do Kc neste trabalho foi desenvolvida pelo projeto PLEIADeS (D'URSO et al., 2008), onde a principal relação na determinação do Kc está diretamente ligado ao cálculo do NDVI.

$$NDVI = \frac{Banda4 - Banda3}{Banda4 + Banda3} \quad (3)$$

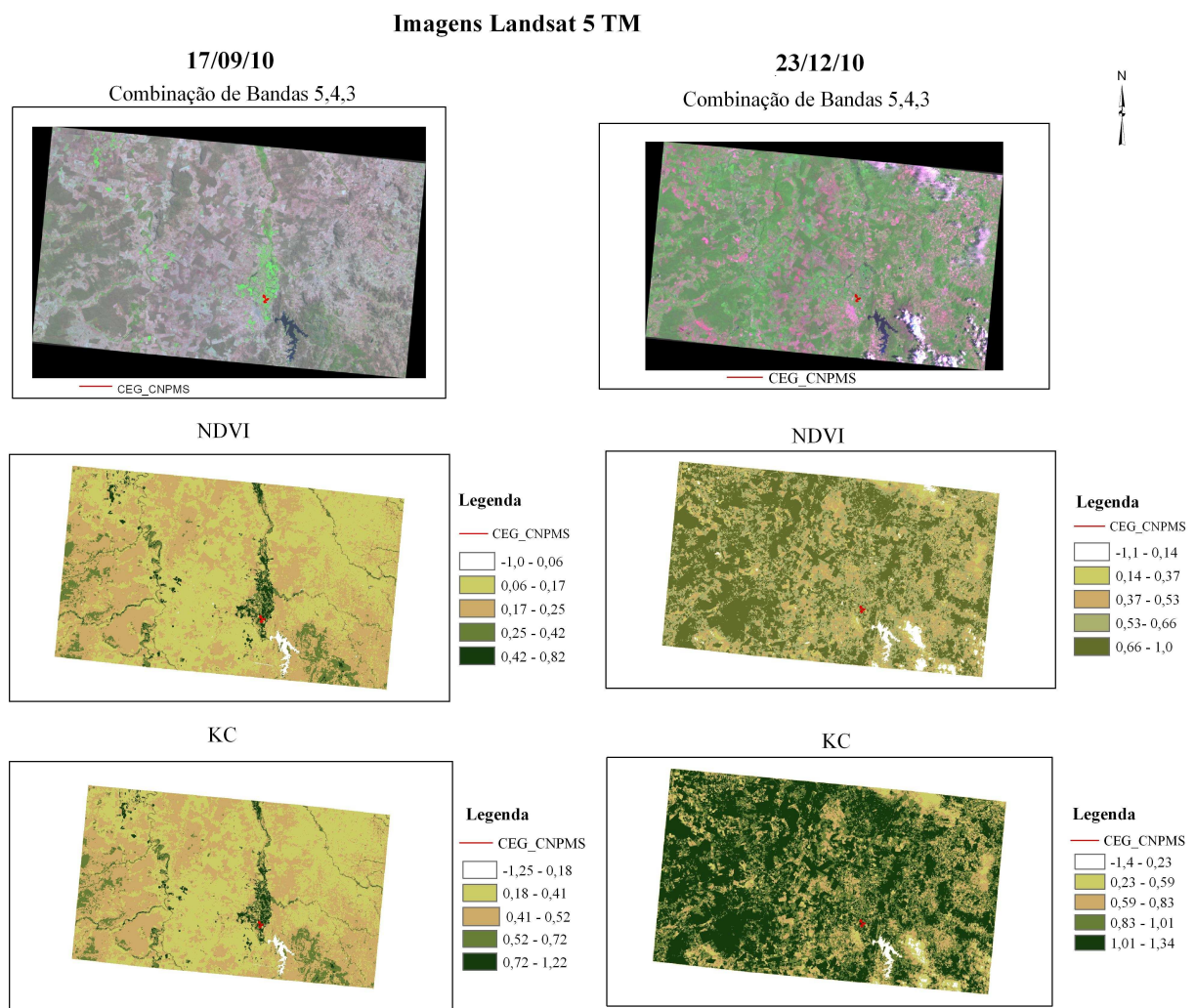
$$Kc = 1.25 NDVI + 0.2 \quad (4)$$

O software ERDAS, versão 9.3, (LEICA GEOSYSTEMS, 2011) foi utilizado no processamento das imagens. Inicialmente identificaram-se as irregularidades dos objetos nas imagens, antes da etapa de classificação, segmentação e reconhecimento das características que foram estudadas nas mesmas. Usando a ferramenta Model Maker, foi montado os modelos das equações NDVI e Kc, tendo como resultados os mapas temáticos de espacialização das condições de cobertura dos solos da região.

3. Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra as imagens Landsat-5 TM dos dias 19/09/10 e 23/12/10 com combinação de bandas (5,4,3) e mapas temáticos referentes aos cálculos do Kc e NDVI. Observa-se nessas imagens que os alvos correspondentes a água (rio, barragem) e as nuvens exibem valores de NDVI menor do que zero. De um modo geral, os valores de NDVI que mais ocorrem são os compreendidos entre 0,2 e 0,3, que representam a vegetação nativa (caatinga) em períodos de estiagem, com exceção da imagem do dia 23/12/2010. Em menor proporção ocorrem os valores de NDVI entre 0,1 e 0,2, classe correspondente geralmente aos locais mais próximos aos centros urbanos (Nova Porteirinha e Janaúba), à barragem Bico da Pedra e aos canais dos perímetros irrigados. As classes cujos valores de NDVI são maiores de 0,4 representam a vegetação mais vigorosa, que ocorrem predominantemente ao longo dos cursos de água, nas margens da barragem, canais e drenos, locais esses de maior oferta de água ao longo do ano, conforme pode ser verificado nas manchas verde escuras mais intensas dos perímetros irrigados

de Gortuba e Jaíba. Os valores de Kc estão diretamente relacionados aos valores de NDVI. Verifica-se que os valores de Kc negativos são os alvos relacionados à água e nuvens. A classe de Kc cujos valores estão entre 0,1 a 0,5 representa uma vegetação menos exuberante e a classe representada pelos valores de Kc entre 0,5 a 1,3 é constituída pelos perímetros irrigados, com vegetação/ culturas em diferentes fases de desenvolvimento, com exceção da imagem do dia 23/12/2010, onde ocorreram chuvas durante o início do mês de dezembro, cujos valores de Kc são mais altos em relação a vegetação nativa e as áreas de pastagens, tendo uma variação de 0,2 a 1,0 (Figura 1).



Fonte: Imagens disponibilizadas pelo INPE.

Figura 1. Imagens Landsat-5 TM dos dias 17/09/10 e 23/12/10 ilustrando a combinação de bandas 5, 4, 3 (5=Infravermelho médio, 4=Infravermelho próximo, 3=Vermelho) e mapas temáticos referentes aos cálculos do NDVI (“Normalized Difference Vegetation Index”) e Kc (coeficiente de cultura).

4. Recomendações e Conclusões

A partir de dados espectrais das imagens obtidas do satélite Landsat-5 TM, os valores calculados de NDVI propiciaram a caracterização e a detecção de áreas com diferentes coberturas de vegetação (natural e cultivada) dos solos para a região Norte de MG, com a espacialização e geração de mapas temáticos em diferentes classes de coberturas vegetais dos solos. Para o cálculo do Kc, a equação linear apresentou resultados satisfatórios, já que a variação maior dos valores de Kc situa-se entre 0,3 e 1,3, possibilitando uma comparação direta dos mapas temáticos de Kc e NDVI.

5. Referências Bibliográficas

- BARBOSA, B., LOPES, G. M., AZEVEDO, P. V. Balanço de Radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 –TM. **Revista Brasileira de Meteorologia** v.20, n2, 243-252, 2005.
- BASTIAANSEN, W.G.M. **Regionalization of surface flux densities and moisture in composite terrain**. Ph.D Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands, 273 p, 1995.
- BOONE, RB, KA GALVIN, ET AL. BOONE, RB, KA GALVIN. Generalizing El Nino effects upon Maasai livestock using hierarchical clusters of vegetation patterns. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing** 66(6): 737-744, 2000.
- BOUWER H. (2002). Integrated of Irrigation and drainage Engineering, (128) (4) p 193-2002.
- BURT, C. M; CLEMMENS, A .J; STRELKOFF, T.S; SOLOMON, K. H; BLIESNER, R. D; HARDY, L.A, HOWELL, T.A; EISENHAUER, D.E. Irrigation performance measures efficiency and uniformiy. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**. v 6, p 423-442, 1997.
- D'URSO, G., KATJA, R., ALFONSO, C., ANNA, M. O., HENK, de B. **Methodology of basic products E. O. Portfolio L1 – Operational Use Manual, from the Participatory multi-Level E O-assisted tools for Irrigation water management and Agricultural Decision-Support- PLEIADeS Project**, 2nd. Plenary Meeting, La Molina, Lima & Ica, Peru, marth 10-14 2008, 19 p.
- ENGLISH, M J, M ASc, Slomon, K.H, M ASCE, Hoffman, G J (2002). A paradigm shift in irrigation management. **Journal of irrigation and Drainage Engineering**. 128 (5)- p 267-277.
- LEICA GEOSYSTEMS, GIS & Mapping, LLC. ERDAS Version 9.3, Atlanta, Georgia, pp. 128. 2009.
- LIMA, J E F W; FERREIRA, R SA; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. In: FREITAS; M A V (ED). **O Estado das águas no Brasil. Brasília, Ministério das Minas e Energia**, 1999 p73-82.
- MAKHAN, B. L. e BARKER, J. L. Thematic mapper band pass solar exoatmospherical irradiances. **Internacional Journal of Remote Sensing**, v.8, n.3,p. 517-523, 1987.
- RICOTTA, C., AVENA, G. Mapping and monitoring net primary productivity with AVHRR NDVI time-series: statistical equivalence of cumulative vegetation indexes. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 1999, 54 (5): 325-331.
- SEDIYANA, G.C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, V.4, n 1, p -1-12, 1996.
- SILVA, B. B. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, 243-252, 2005.