

ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) NA MICRORREGIÃO DE SOUSA-PB UTILIZANDO IMAGENS DO CBERS-2¹

José Ferreira da Costa Filho², Paulo Roberto Megna Francisco³, Maria Verônica de Andrade⁴, Lucas da Silva⁴ e René Lima Dantas⁵

¹Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Eng. Rural. Campus II, Areia-PB, CEP: 58.797-000

²Prof. Dr. Associado I, Depto. de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Areia-PB, Fone: (0xx83) 3362 2300, R. 255, costafi@cca.ufpb.br

³Prof. Auxiliar DSER/CCA/UFPB – paulomegna@ig.com.br ⁴Alunos do Programa de Mestrado em Manejo e Conservação de Solo e Água-CCA-UFPB, ⁵Estagiário do Lab. de Meteorologia/DSER/CCA/UFPB

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju - SE

RESUMO. A Microrregião de Sousa localizada no semi-árido paraibano tem se mostrado promissora para implantação de novos projetos em agricultura irrigada. Novas técnicas de irrigação têm sido aplicadas na microrregião em estudo, que oferece condições favoráveis de clima, solo e água para a expansão e desenvolvimento, principalmente da fruticultura irrigada. É fundamental que informações sobre o comportamento da cobertura vegetal da região sejam pesquisadas mais sistematicamente, a fim de subsidiar o planejamento agrícola da área. Esse trabalho teve, portanto, como objetivo avaliar o potencial das imagens do satélite CBERS-2 (China-Brazil Earth Resources Satellite), obtidas com a câmera CCD (Charge Coupled Device) na determinação do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), na referida microrregião. Os valores do NDVI calculados para os alvos estudados água, solo e planta, variaram de -0,201 (água) a 0,571 (área irrigada), com desvio-padrão de 0,096. De uma maneira geral esses valores estão dentro dos padrões de resposta espectral desses alvos, demonstrando a boa performance das imagens do satélite CBERS na estimativa do NDVI.

Palavras-Chave: NDVI, sensoriamento remoto, CBERS

ABSTRACT: The Sousa micro-region located in the semiarid region of Paraíba State, it has shown promising for implantation of new projects in irrigated agriculture. New irrigation techniques have been applied in this area that offers favorable conditions of climate, soil and water for an expansion and development, mainly of the irrigated fruits. It is important to get information on the behavior of the vegetation indices of the region systematically, in order to subsidize the agricultural planning of the area. In this study we evaluated the usefulness of the images from satellite CBERS-2 (China-Brazil Earth Resources Satellite) in the determination of the normalized difference vegetation index (NDVI), in this micro-region. The values of NDVI calculated to the targets, soil, water, and plants, ranged between -0,201 (water) to 0.571 (irrigated area), with a standard deviation of 0,096. In a general way these values are in accord of the standards of spectral reply of these targets, demonstrating the good performance of the images from satellite CBERS in the estimate of the NDVI.

Key words: NDVI, remote sensing, CBERS

INTRODUÇÃO. Várias técnicas já foram estudadas com o objetivo de se determinar quantitativamente e qualitativamente o estado da vegetação a partir de imagens de satélites. Índices de vegetação foram então desenvolvidos a fim de reduzir o número de parâmetros

presentes nas medidas multiespectrais. Esses índices gerados a partir de dados de sensoriamento remoto constituem uma importante estratégia para o monitoramento das alterações naturais, ou produzidas pelo homem, nos ecossistemas. Tais índices têm sido usados na estimativa de vários parâmetros da vegetação como, por exemplo, o índice de área foliar (Holben et al., 1980; Baret e Guyot, 1991) e a quantidade de biomassa verde (Tucker, 1979; Elvidge e Lyon, 1985). Embora muitos índices vegetativos existam, o mais usado e conhecido é o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), que permite o monitoramento da densidade e do estado (vigor), da vegetação verde, sobre a superfície terrestre. O NDVI, portanto, é um índice vegetativo, calculado como uma razão entre a refletividade medida nas regiões do vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético, sendo essa duas bandas espectrais selecionadas em razão de serem mais afetadas pela absorção da clorofila pela folhagem da vegetação verde e conseqüentemente pela densidade dessa vegetação na superfície. A faixa de valores obtida pelo NDVI está entre -1 e +1. Uma vegetação sadia, em pleno crescimento ativo, isto é, com elevado vigor, tem baixa refletância na faixa do vermelho, e alta refletância no infravermelho próximo, e deste modo alto valor de NDVI. O objetivo deste trabalho foi, portanto, determinar o potencial das imagens do satélite CBERS-2 na estimativa do NDVI em áreas do semi-árido paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS. A área de estudo está localizada no Microrregião de Sousa-PB, latitude ($7^{\circ} 35'$), longitude ($35^{\circ} 59'$) e altitude de 120m. Foi utilizada uma imagem de satélite CBERS-2, sensor CCD, obtida junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – DGI/INPE/São José dos Campos-SP, composta por cinco canais espectrais (Tabela 1). A imagem tem as seguintes coordenadas: canto superior esquerdo ($38^{\circ} 22' 52,14W$; $6^{\circ} 35' 31,85S$), canto superior direito ($37^{\circ} 22' 29,33W$; $6^{\circ} 44' 36,09S$), canto inferior esquerdo ($38^{\circ} 36' 16,71W$; $7^{\circ} 35' 28,72S$) e canto inferior direito ($37^{\circ} 35' 37,33W$; $7^{\circ} 44' 33,60S$). Foi utilizado nesse estudo um recorte da imagem original conforme as coordenadas: A passagem do CBERS em órbita descendente sobre a referida área ocorreu às 9:50,34 h (tempo solar) do dia 06 de setembro de 2004 (Dia Juliano, DJ = 249), na órbita 194 e ponto 108. Os radiômetros a bordo de satélites medem a radiância espectral dos alvos e as armazenam sob a forma de nível de cinza, ou intensidade do pixel, ou ainda, número digitais (ND) cujos valores variam de 0 a 255 (8 bits), caso do CBERS, ou de 0 a 1024 (10 bits), caso do NOAA-14 e outros da mesma série. Para a visualização e realização de operações matemáticas intra e inter bandas, faz-se necessário à utilização de softwares específicos. No presente estudo, foi utilizado o ERDAS Imagine, versão 8.7.

Tabela 1. Descrição dos canais do CCD (Charge Coupled Device) do CBERS-2, com correspondentes intervalos de comprimentos de onda, coeficientes de calibração (CCn) e irradiâncias espectrais no topo da atmosfera (Esunn).

Descrição dos Canais	Comprimento de onda (μm)	Coefficientes de Calibração-CCn ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$)	Esunn-Topo da Atmosfera ($\text{W m}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$)
Banda 1 (azul)	0,45 – 0,52	1,009	1934,03
Banda 2 (verde)	0,52 – 0,59	1,930	1787,10
Banda 3 (vermelho)	0,63 – 0,69	1,154	1548,97
Banda 4 (infra-vermelho próximo)	0,77 – 0,89	2,127	1069,21
Banda 5 (pancromática)	0,51 – 0,73	1,483	1664,33

Calibração radiométrica: o primeiro passo para a obtenção da refletância da superfície (ρ_0) é a conversão do número digital, ND, de cada pixel da imagem em radiância espectral monocromática ($L_{\lambda,i}$), processo este também conhecido como calibração radiométrica. Neste trabalho utilizou-se a seguinte relação:

$$L_{\lambda,bi} = \frac{NDn}{CCn} \quad (\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}) \quad (1)$$

onde NDn é o número digital da imagem extraído na banda n (n = 1, 2, 3, 4 e pan) e CCn é o coeficiente de calibração absoluta para a banda n (n = 1, 2, 3, 4 e pan). O resultado é expresso então em ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$). Para se obter a excitância correspondente a cada uma das cinco bandas do CBERS-2 procedeu-se a integração hemisférica da radiância de cada pixel e banda espectral. Para tanto, assumiu-se que cada pixel da imagem correspondente a cada banda espectral é constituída de superfície Lambertiana, o que significa afirmar que a radiância correspondente à energia refletida por ele, o pixel, é isotrópica. Essa integração é obtida segundo a operação: $\rho_{\text{apa}} = (3,1423 \cdot (NDn/CCn) \cdot D^2) / (E_{\text{sun}} \cdot \cos(\text{zen}))$, onde ρ_{apa} é a refletância aparente e D é a distância relativa Terra-Sol em unidades astronômicas. Os valores de D variam entre 0,983 (janeiro) e 1,0167 (julho). Os resultados podem ser apresentados em $\text{Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$. Para o cálculo de D usou-se a Equação 2 proposta por Duffie & Beckman, 1980:

$$D = 1 + 0,0033 \cos(DJ \times 2\pi / 365) \quad (2)$$

onde DJ é o dia seqüencial do ano (Dia Juliano) e $(DJ \times 2\pi / 365)$ é dado em radianos. Para a data de aquisição da imagem (06/09/2004, DJ = 249), D = 0,9986.

Refletância aparente (ρ_{apa}): para a transformação dos valores de L_{λ} em valores de refletância aparente (ρ_{apa}) utilizou-se a seguinte equação:

$$\rho_{\text{apa}} = \left(3,1423 \times (NDn / CCn) \times D^2 \right) / (E_{\text{sun}} \times \cos(\text{zen})) \quad (3)$$

onde, $\cos(\text{zen})$ é o cosseno do ângulo zenital solar no momento de aquisição da imagem. Os outros termos da equação acima já foram definidos.

Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). O NDVI tem sido muito empregado para avaliar o vigor da vegetação, monitorar a cobertura vegetal e auxiliar na detecção de desmatamentos, avaliação de áreas queimadas, dar suporte a previsão da produtividade agrícola, entre outras aplicações. Muitas superfícies naturais se apresentam igualmente brilhantes, no vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético, com a notável exceção da vegetação verde. A luz vermelha é fortemente absorvida pelos pigmentos fotossintéticos (tais como a clorofila A), encontrada nas folhas verdes, enquanto a luz no infravermelho próximo ou passa através dos tecidos vivos da folha ou é refletida por ela, apesar de sua cor. Para o cálculo do NDVI usou-se a seguinte expressão:

$$NDVI = \frac{\rho_4 - \rho_3}{\rho_4 + \rho_3} \quad (4)$$

onde ρ_4 e ρ_3 são as refletâncias nas bandas 4 e 3, isto é, a refletância na banda do vermelho e do infra-vermelho próximo, respectivamente. A vegetação tem refletância normalmente baixa

na banda visível (VIS) e alta no infravermelho próximo (NIR). A água, por exemplo, tem refletância maior na banda ρ_3 que na ρ_4 , portanto valores negativos de NDVI.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 é apresentado um recorte da imagem da área de estudo em composição colorida 4, 3, 2 do satélite CBERS-2. Observa-se no canto inferior da figura o reservatório do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, áreas irrigadas, áreas de caatinga rala, solo exposto e zona urbana. A Figura 2 representa a variabilidade do NDVI na região de estudo. Pode-se observar na referida figura que o índice de vegetação da diferença normalizada variou entre os valores -0,201 para os corpos d'água a 0,571 para as áreas irrigadas. Observa-se que o NDVI apresentou valores intermediários variando entre 0,116 (solo exposto e caatinga rala) a 0,326, correspondente a caatinga mais densa. No perímetro irrigado destacam-se algumas áreas de um verde mais claro a um verde mais escuro que apresentaram valores de NDVI maiores que 0,326 e menores que 0,571. Essas áreas correspondem aos cultivos irrigados que estão em pleno desenvolvimento vegetativo, isto é, apresentando um alto vigor. Costa Filho (2005), trabalhando no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho em Petrolina-PE, na análise do comportamento do NDVI usando imagens do Landsat-5 TM, obteve valores semelhantes aos desse estudo. Segundo o referido autor o NDVI variou entre -0,329 para a água a um valor de 0,495 para os cultivos irrigados.

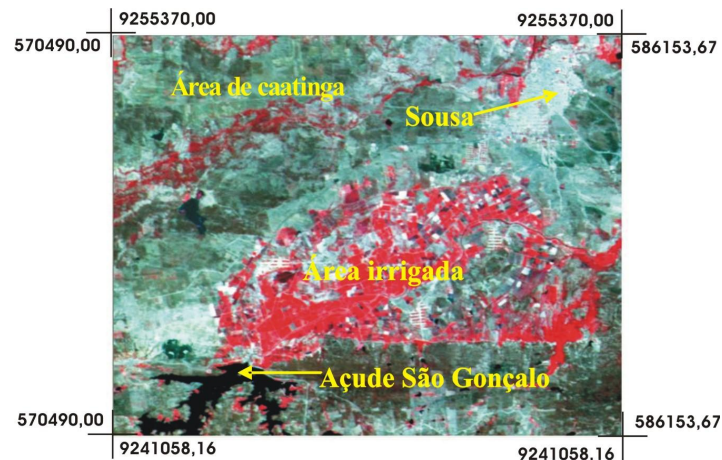


Figura 1. Recorte da área de estudo em composição das bandas 4, 3, 2 do CBERS

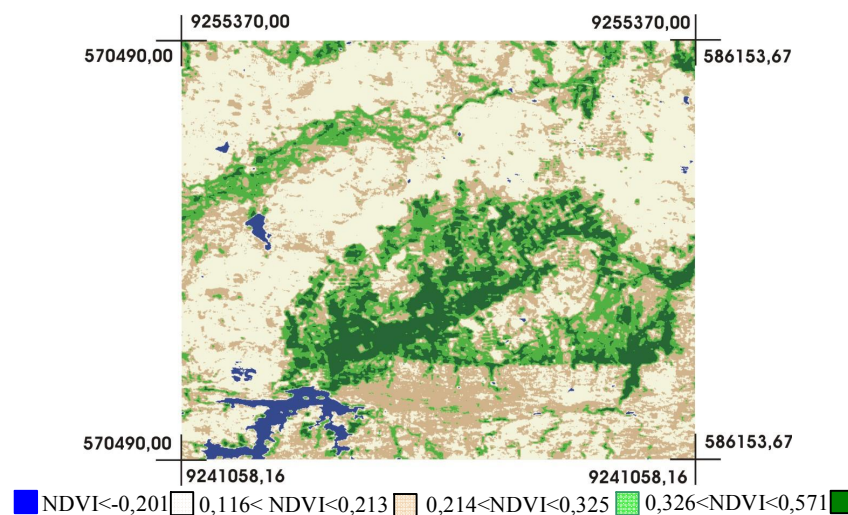


Figura 2. Valores do NDVI na área de estudo.

4. CONCLUSÕES

Embora se constituam em dados preliminares pode-se concluir que, as respostas espectrais dos alvos analisados estiveram de acordo com os padrões de respostas do índice de vegetação estudado demonstrando que as imagens do satélite CBERS-2 apresentam grande potencialidade para estimativa NDVI.

5. BIBLIOGRAFIA

BARET, F.; GUYOT, G. Potential and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. *Remote Sensing of Environment*, **35**:161-173, 1991.

COSTA FILHO, J. F da. **Avaliação dos componentes do balanço de energia e evapotranspiração em região semi-árida usando imagens orbitais Landsat-5 e Terra/Modis**. Campina Grande. 2005, 142f. Tese (Programa Institucional de Pós-Graduação em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.

DUFFIE, J.; BECKMAN, W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. **John Wiley and Sons**, New York, pp.1-109, 1980.

ELVIDGE, C.D.; LYON, R.J.P. Influence of rock-soil spectral variation on the assessment of green biomass. *Remote Sensing of Environment*, **17**:265-279, 1985.

HOLBEN, B.N.; TUCKER, C.J.; FAN, C.J. Spectral assessment of soybean leaf area and leaf biomass. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, **46**:651-656, 1980.

TUCKER, C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, **8**:127-150, 1979.