

Avaliação da Cobertura Vegetal e do Albedo da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó com

Imagens do Satélite Landsat 5

Tiago Henrique de Oliveira¹
Prof. Dr^a. Josiclêda Domiciano Galvincto¹
Josemary Santos e Silva¹
Cláudio Antônio Vieira da Silva¹
Marcondes Marroquim Santiago¹
Jéssica Bezerra Menezes¹
Hewerton Alves da Silva¹
Prof. Dr^a. Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel²

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE¹
Avenida Acadêmico Helio Ramos, S/N, Cidade Universitária, CEP: 50670-901 – Recife - PE
thdoliveira5@gmail.com
josicleda@pq.cnpq.br
josy.santos04@gmail.com
cavs1502@gmail.com
negromarroquim@hotmail.com
jéssica.menezesgeo@gmail.com
hewasufpe@gmail.com

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE²
Rua Manoel de Medeiros, S/N. Dois Irmãos, Recife-PE. 52171-900.
pimentel@db.ufrpe.br

Abstract: The wide use of techniques of remote sensing has been favoring in a fast and satisfactory way the monitoring of natural resources. The vegetation indexes were created with the intention of pointing out the behavior of the vegetation in relation to the soil and other targets in the earth surface. This study aimed to the Moxotó Basin in the semi-arid of the Pernambuco State, applying the Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI), the Leaf Area Index (LAI) and the Albedo, opposing him with the Map of Use and Covering of the Earth to evaluate the vegetation units and the areas under anthropogenic effects. Two images of satellite Landsat 5 in the orbit and point 215/66 of 1993 and 2008, are processed, analyzed and organized in atmosphere GIS of supplying a better one analyzes of the obtained products. SAVI and Albedo obtained good answers for the analyzed objectives. Both indexes demonstrated a decrease in the areas classified as exposed soil in the period of the analyzed images. The largest vegetation presence in Moxotó watershed did with that the albedo index suffered a decrease of your values.

Palavras-chave: SAVI, Remote Sensing, LAI, Moxotó

1. Introdução

Os produtos do Sensoriamento Remoto orbital vêm se tornando uma importante ferramenta para as mais variadas aplicações, particularmente aquelas relacionadas com a avaliação, manejo, gerenciamento e gestão de recursos naturais, como água, solo e vegetação (Batista et al., 1998). No estudo de bacias hidrográficas o mesmo tem auxiliado com a produção e divulgação dos mais diversos índices, servido de suporte a tomada de decisão nas mais diversas escalas. Tem sido mostrado que o desempenho e o uso apropriado de um índice em particular é geralmente determinado pela sensibilidade do índice para a característica de interesse (Zarco-Tejada, 2003).

Os índices de vegetação foram criados, entre outras coisas, para tentar diminuir o trabalho de análise dos dados orbitais, através da maximização de informações espectrais da vegetação no menor número de bandas de operações dos sensores. Eles foram criados com o intuito de

ressaltar o comportamento espectral da vegetação em relação ao solo e a outros alvos da superfície da terra (realçar o contraste espectral entre a vegetação e o solo) (Moreira, 2003).

Uma seqüência de imagens albedo pode ser usada para mostrar mudanças na superfície. (Robinove et AL, 1981). Ainda segundo o mesmo autor, em áreas analisadas pelo mesmo, mostraram que aumento no albedo é primeiramente devido ao solo exposto, e diminuição no albedo é inicialmente devido ao aumento da umidade do solo e aumento na densidade da vegetação. O objetivo deste trabalho é aplicar o Índice de Vegetação Ajustado ao Efeito do Solo (SAVI), o Índice de Área Foliar (IAF) e o Albedo, contrapondo-o com o Mapa de Uso e Cobertura da Terra, elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2004), visando avaliar as unidades vegetais e as áreas antropizadas na bacia hidrográfica do Rio Moxotó.

2. Material e Método

2.1 A área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó, figura 1, encontra-se inserida totalmente dentro dos limites do semi-árido nordestino, situando-se quase que totalmente na porção central do estado de Pernambuco e na parte oeste do estado de Alagoas, perfazendo uma área de aproximadamente 9.752,71 km² (8.778,05 km² no estado de Pernambuco e 974,66 km² no estado de Alagoas). Fazendo parte da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, no estado de Pernambuco constitui-se na Unidade de Planejamento Hídrico UP8, estando inserida nas microrregiões do Sertão do Moxotó (predominantemente), do Vale do Ipanema e de Itaparica (Pernambuco, 1999). No meio curso do rio Moxotó, foi construída a Barragem Poço da Cruz. Esta obra foi realizada com objetivo de minimizar os efeitos danosos decorrentes dos longos períodos de estiagem.

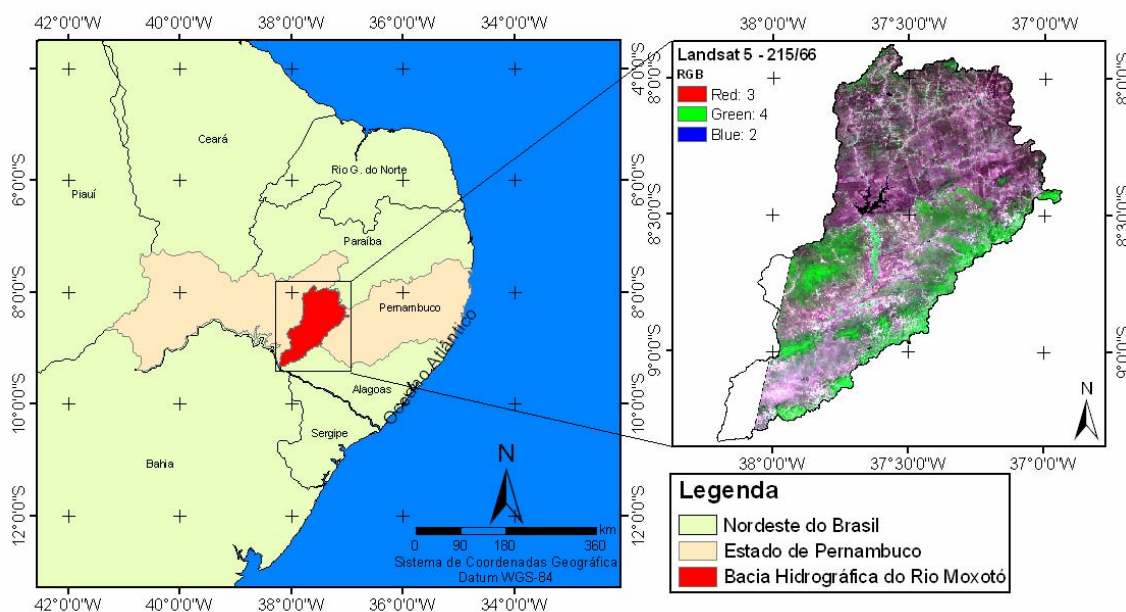


Figura 1. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó.

Para o pré-processamento das imagens de satélite e aplicação dos índices escolhidos foi utilizado o software Erdas Imagine 9.1 (versão demonstrativa). A montagem final dos layouts foi feito no software ArcGIS 9.1, do Grupo Observatório das Cidades, no Departamento de Ciências Geográficas da UFPE.

Na realização deste artigo foi utilizada imagens do Mapeador Temático do satélite Landsat 5, composta por sete bandas espectrais, adquiridas gratuitamente através de acesso ao site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do mapa de Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó. A passagem pela Bacia

Hidrográfica ocorreram nos dias 30 de setembro de 1993 e 23 de setembro de 2008, na órbita e ponto 215/66. O processamento das imagens para a obtenção do SAVI (Índice de Vegetação Ajustado aos efeitos do Solo), IAF (Índice de Área Foliar) e Albedo à Superfície passou pelas etapas descritas a seguir.

2.2 Calibração Radiométrica

Consiste no cômputo da radiação espectral em cada banda (L_{λ_i}), em que o número digital (ND) de cada pixel da imagem é convertido em radiância espectral monocromática. A equação utilizada é a proposta por Markham e Baker (1987) (Eq. 1):

$$L_{\lambda_i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} \text{ND} \quad (1)$$

em que a e b são as radiâncias espectrais mínimas e máximas ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$), ND é a intensidade do pixel (numero inteiro compreendido entre 0 e 255) e i corresponde as bandas (1, 2, ... e 7) do satélite Landsat 5.

2.3 Reflectância

Esta pode ser definida como sendo a razão entre o fluxo de radiação refletida e o fluxo de radiação incidente que é obtida segundo a equação (Allen et al., 2002) (Eq. 2):

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{k_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (2)$$

onde L_{λ_i} é a radiância espectral de cada banda, k_{λ_i} é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ($\text{Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$, Tabela 1), Z é o ângulo zenital solar e d_r é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r_0) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia do ano (DSA).

2.4 Albedo planetário (atoa)

O albedo não corrigido (Eq. 3) é efetuado através da combinação linear das reflectâncias monocromáticas

$$\alpha_{\text{toa}} = 0,293\rho_1 + 0,274\rho_2 + 0,233\rho_3 + 0,157\rho_4 + 0,033\rho_5 + 0,011\rho_7 \quad (3)$$

onde $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5$ e ρ_7 são os albedos planetários das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7.

2.5 Transmissividade Atmosférica

Em condições de céu claro, pode ser obtida por (Allen et al., 2002) (Eq. 4):

$$\tau_{\text{sw}} = 0,75 + 2 \cdot 10^{-5} Z \quad (4)$$

onde Z corresponde a altitude de cada pixel (m). Devido à área apresentar uma grande variação de altitude se fez necessário à utilização de um Modelo Digital de Elevação (MDT) da área.

2.6 Albedo à superfície (α)

O albedo a superfície (Eq. 4) é o albedo corrigido pelos valores do efeito atmosférico

$$\alpha = \frac{\alpha_{\text{toa}} - \alpha_p}{\tau_{\text{sw}}} \quad (5)$$

onde α_p é a radiação solar refletida pela atmosfera, variando entre 0,025 e 0,04. Bastiaanssen (2000) afirma que o valor mais recomendado para o SEBAL seja o de 0,03, e τ_{sw} é a transmissividade atmosférica, obtida para condições de céu claro em função da altitude de cada pixel, por equação proposta por Allen et al. (2002).

2.7 SAVI

Heute (1988) propôs um índice de vegetação ajustado por solo (Soil adjusted Vegetation Index – SAVI) introduzindo um fator no NDVI para incorporar o efeito da presença do solo, mantendo-se o valor do NDVI dentro de -1 a +1. Esse índice é calculado pela equação (Eq. 6):

$$\text{SAVI} = \frac{(1+L)(\rho_{\text{IV}} - \rho_{\text{V}})}{(L + \rho_{\text{IV}} + \rho_{\text{V}})} \quad (6)$$

onde ρ_{IV} e ρ_{V} corresponde respectivamente as bandas do infravermelho próximo e do vermelho e L é constante, cujo valor mais frequentemente usado é 0,5 (Accioly et al., 2002; Boegh et al., 2002; Silva et al., 2005).

2.8 IAF

O índice de área foliar é definido pela razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizada por essa vegetação. Este índice é um indicador de biomassa de cada pixel da imagem sendo calculada pela equação empírica proposta por Allen et al. (2002) (Eq. 7).

$$\text{IAF} = -\frac{\ln\left(\frac{0,69 - \text{SAVI}}{0,59}\right)}{0,91} \quad (7)$$

2.9 Mapa de Uso e Cobertura da Terra

O mapa de Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó foi o elaborado pela Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM, 2004). Vale salientar que este mapa contempla a geometria e a distribuição das unidades vegetais, não atendendo as características fitológicas das mesmas.

3. Resultados e Discussão

Através da análise dos mapas do Índice Vegetação Ajustado aos Efeitos do Solo (SAVI), Figura 2, e do Mapa de Uso e Cobertura da Terra, Figura 3, foi possível distinguir cinco classes principais. As áreas de solo exposto e/ou atividades antrópicas mapeadas pela CPRM apresentaram valores que variaram de 0 – 0,288. Quando observamos o mapa de Uso e Cobertura da Terra podemos observar essas áreas destacadas na bacia. As atividades antrópicas se concentraram mais nas proximidades de corpos hídricos. As áreas com presença de Mata Ciliar ou Vegetação Arbórea Fechada apresentaram índices que variaram de 0,406 – 0,688.

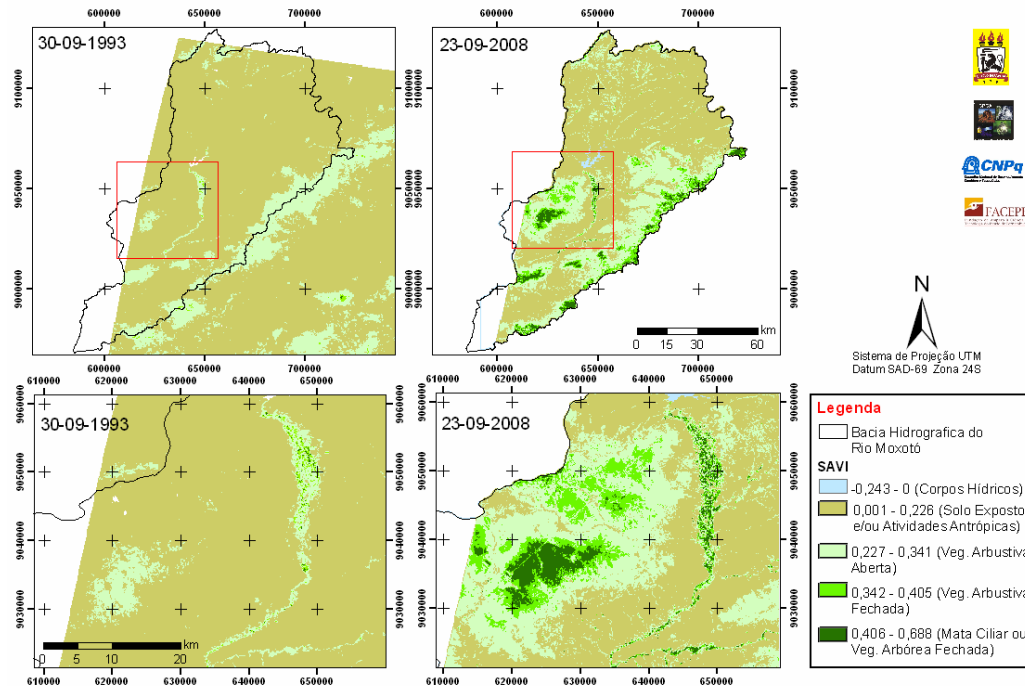


Figura 2. SAVI da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó.

Podemos perceber na Figura 2 que o ano de 1993 apresenta uma quantidade de vegetação bem abaixo do normal, o que pode ser explicado pela escassez de precipitação neste ano. Segundo Lira et al (2006), o ano de 1993 pode ser considerado climatologicamente como um ano extremamente seco, com desvio negativo que chegou até ao valor de -48% em alguns municípios do estado de Pernambuco. Essa escassez de precipitação fez com que a vegetação da bacia diminuísse de forma considerável devido ao estresse hídrico sofrido. Essa diminuição do índice de cobertura vegetal é facilmente visualizada no Índice de Área Foliar (IAF) do ano de 1993, Figura 3.

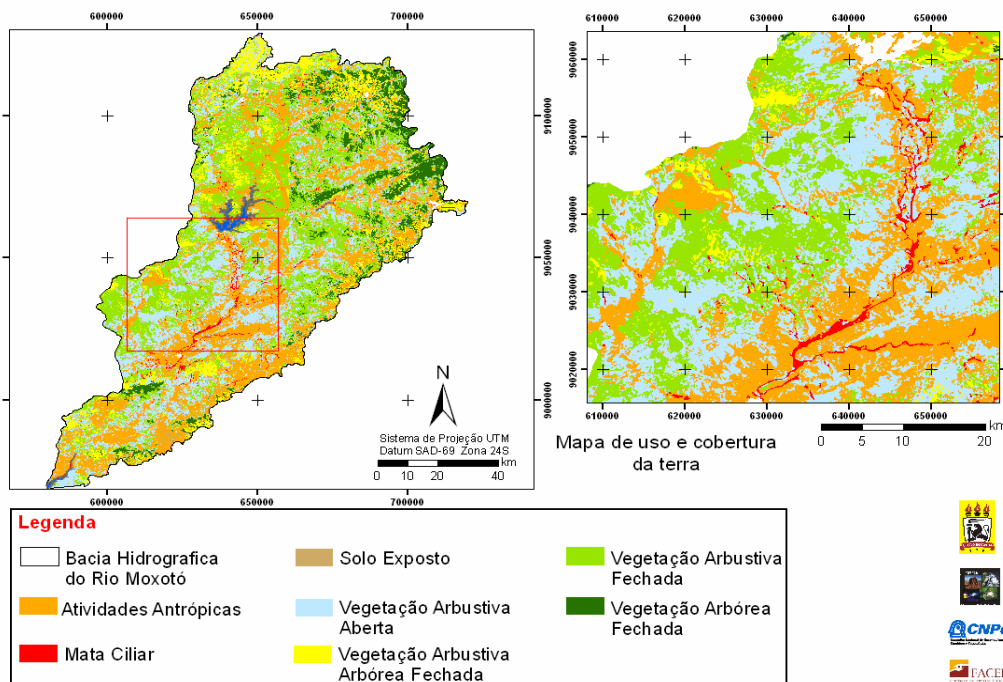


Figura 3. Mapa de uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó. Adaptado de CPRM, 2004.

O IAF é a variável mais significativa para a medida da estrutura da vegetação para grandes áreas, definindo as trocas de energia com a biomassa (Running e Coughlan, 1988).

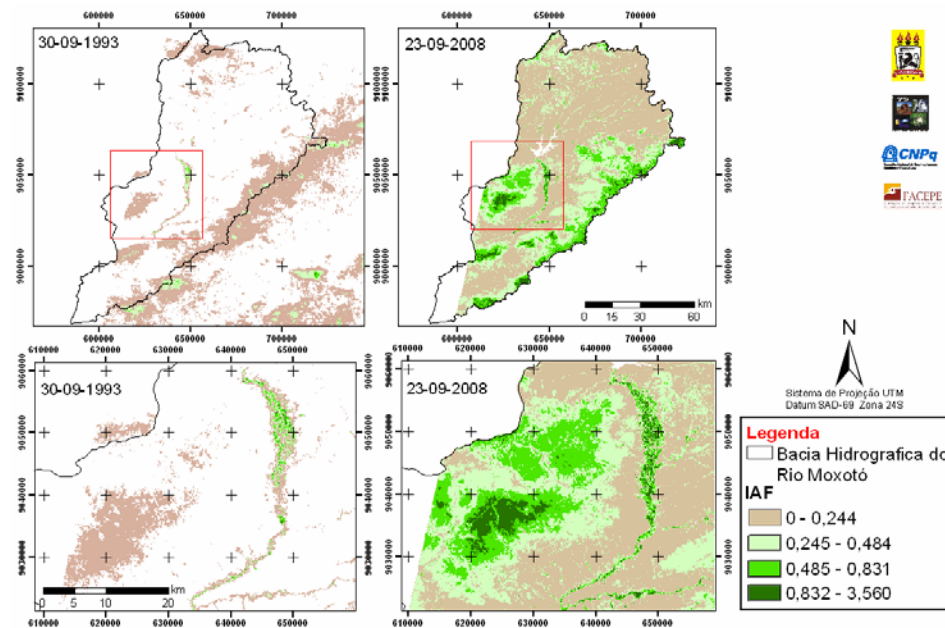


Figura 4. Mapa do Índice de Área Foliar da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó.

Por apresentarem uma maior biomassa às áreas com vegetação de porte Arbustiva Fechada, Arbórea Fechada e Mata Ciliar e conseguiram manter as suas folhas no ano de 1993, com índices variando, respectivamente, 0 – 0,244 e 0,832 – 3,560.

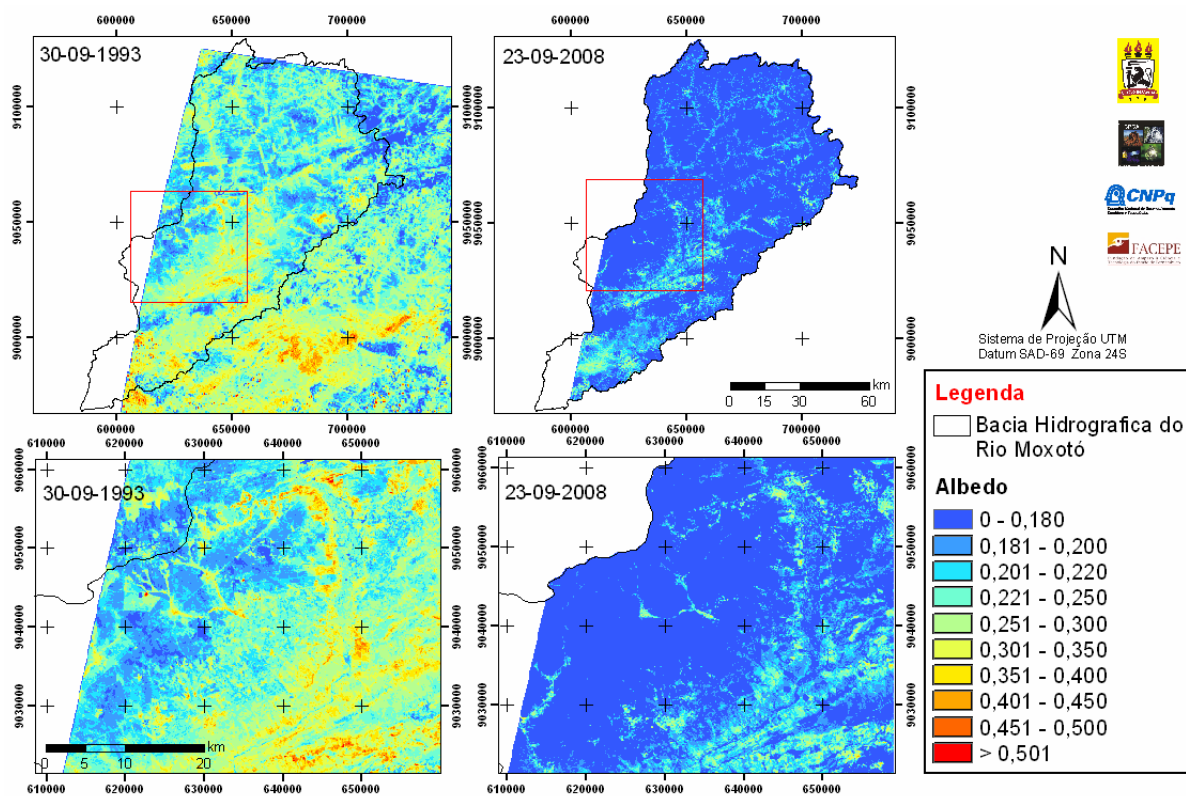


Figura 5. Mapa de Albedo da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó.

No mapa de albedo (Figura 5) pode-se verificar que as áreas com valores variando entre 0,10 e 0,20 são áreas com uma maior presença de vegetação. A presença da vegetação faz com o índice de albedo sofra uma redução em seus valores. Já as áreas com atividades antrópicas variaram de 0,20 a 0,25. No ano de 1993, devido a menor precipitação registrada, as áreas que apresentaram solo exposto variaram de 0,30 a 0,45. Oke (1987) afirmou que áreas com solos nus e claros apresentavam valor de albedo de 0,40, o que pode ser verificado na área de estudo. Áreas que apresentaram valores de albedo superiores a 0,45 podem ser classificadas como áreas de solo exposto que antes do período seco apresentavam corpos hídricos em sua superfície. Com isto foi possível verificar que houve uma diminuição da presença de áreas classificadas como solo exposto para os anos analisados.

4. Conclusão

Na bacia hidrográfica do Rio Moxotó o SAVI e o Albedo obtiveram boas respostas para os alvos analisados. Ambos os índices demonstraram uma diminuição nas áreas classificadas como solo exposto no período das imagens analisadas. A maior presença de vegetação na bacia hidrográfica do Rio Moxotó fez com que o índice de albedo sofresse uma diminuição de seus valores.

Agradecimentos

Ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ). Ao grupo Observatório das Cidades do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE.

Referências

- Accioly, L. J.; Pacheco, A.; Costa, T. C. C.; Lopes, O. F.; Oliveira, M. A. J. Relações empíricas entre a estrutura da vegetação e dados do sensor TM/Landsat. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.492-498, 2002.
- Allen, R.; Bastiaanssen, W.; Waters, R.; Tasumi, M.; Trezza, R. **Surface energy balance algorithms for land (SEBAL)**, Idaho implementation – Advanced training and users manual, v. 1.0, 2002. 97p.
- Bastiaanssen, W. G. M. SEBAL – based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. **Journal of Hydrology**, v.229, p.87-100, 2000.
- Batista, G. T.; Almeida, S. E. Índice de vegetação versus precipitação na Amazônia. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos- SP. Setembro, 1998. **Anais**. São José dos Campos, INPE, (CD-ROM).
- Boegh, E.; Soegaard, H.; Thomsen, A. Evaluating evapotranspiration rates and surface conditions using Landsat TM to estimate atmospheric resistance and surface resistance. **Remote Sensing of Environment**, v.79, n.1, p.329-343, 2002.
- CPRM. **Base de Dados Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó – PE**. Programa Hidrogeologia do Brasil, v. 1.1, 2004.
- Huete, A. R. Adjusting vegetation indices for soil influences. **International Agrophysics**, v.4, n.4, p.367-376, 1988.
- Lira, V. M.; Oliveira, F. M.; Dantas, R. T.; Souza, W. M. Alterações da precipitação em municípios do estado de Pernambuco. **Engenharia Ambiental – Espírito Santos do Pinhal**, v. 3, n. 1, p. 052 – 061, jan/jun 2006.
- Markham, B. L.; Barker, L. L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. **International Journal of Remote Sensing**, v.8, n.3, p.517-523, 1987.

Moreira, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2003. 307 p.

Oke, T. R. **Boundary Layer Climates**. Methuen, New York and London, 2^a Edition. p. 435, 1987.

Pernambuco. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Diretoria de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Recife, 1999. 1v.

Robinove, C. J.; Chavez, P. S.; Gehring, D.; Holmgren, R. Arid Land Monitoring Using Landsat Albedo difference Images. **Remote Sensing of Environment**, v. 11, p. 133-156. 1981.

Running, S. W.; Coughlan, J. C. A general model of forest ecosystem processes for regional applications, I hydrological balance, canopy gas exchange and primary production processes. **Ecological Modelling**, 42:125-154, 1988.

Silva, B. B.; Lopes, G. M.; Azevedo, P. V. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 – TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.2, p.243-252, 2005.

Zarco-Tejada, P. J.; Rueda, C. A.; Ustin, S. L. Water content estimation in vegetation with MODIS reflectance data and model inversion methods. **Remote Sensing of Environment**, v. 85, p. 109-124, 2003.