



I Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação
&
I Conferência sobre Recursos
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro
26 a 28 de Setembro de 2007
Sobral - CE

VARIAÇÃO DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE PELO EMPREGO DO ALGORITMO SEBAL E IMAGEM LANDSAT 5-TM NA BACIA DO ACARAÚ – CE¹

MEIRELES, M. ²; SILVA, B. B. DA³; ANDRADE, E. M.⁴;
MEIRELES, A. C. M.⁵, CHAVES, L.C. G.⁶

¹Parte da dissertação do primeiro autor.

²Eng^o Agrônomo, M. Sc. Irrigação e Drenagem,, Depto. Eng^a Agrícola, CCA/UFC, Av. Mister Hull, s/n, Bloco 804, CEP: 60455-960, Fortaleza. (85) 33669762. e-mail: meirelesmm@yahoo.com.br

³Eng^o Agrônomo, Dr., Professor da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB.

⁴Eng^a Agrônoma, Ph.D., pesquisadora do CNPq, Prof^a. Depto de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza, CE

⁵Eng^a Agrônoma, Dra., Depto de Engenharia Hidráulica e Ambiental, CT/UFC, Fortaleza, CE.

⁶Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação, M. Sc. Irrigação e Drenagem, bolsista FUNCAP, FUNCEME, Fortaleza, CE

RESUMO: O estudo objetivou estimar variação da taxa de energia, através do albedo de superfície, na bacia do Acaraú, Ceará. Para isso, utilizou-se imagem do satélite Landsat 5 datada de 01/09/2004, disponibilizada através do INPE. Esta imagem foi submetida, processada e empilhada pelo software Erdas IMAGINE 8.5 Demo. Em seguida aplicou-se o algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) para gerar cartas de albedo (α). Pelos resultados obtidos constatou-se que os menores percentuais de albedo, que representa a energia refletida foram observados nas superfícies dos açudes, bem como os menores valores de saldo de radiação foram registrados nos pixels referentes à mineradora de granito, expressando a importância do albedo sobre o balanço de energia na superfície.

Palavras chave: Sensoriamento Remoto, SIG, Balanço de Energia

ESTIMATION OF SURFACE ALBEDO VARIATION USING SEBAL ALGORITHM AND LANDSAT 5 THEMATIC MAPPER IN THE ACARAÚ BASIN, CEARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: This work aimed to estimate the energy rate due to surface albedo of the Acaraú basin, Ceará, Brazil. It was used the LANDSAT 5 Thematic Mapper 30 m, resolution satellite image taken on 01 september 2004, obtained from Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Satellite image was processed and piled up using Erdas IMAGINE 8.5 Demo. Albedo was estimated using SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) algorithm, which is based on energy balance between incoming and outgoing solar radiation. Results showed that the lowest albedo were registered in the reservoir surfaces. The lowest net radiation was registered in pixels that refers to granite mine. This factor shows the importance of the albedo for energy balance determination on the surface.

Key-words: Remote Sensing, GIS, Energy Balance

INTRODUÇÃO

Por ser a fonte de energia responsável pela manutenção de quase todos os processos naturais, o monitoramento da radiação solar na superfície terrestre é de importância ímpar, sendo, portanto, de grande utilidade para a agricultura. Em anos recentes, vários autores têm investigado a possibilidade do uso de dados obtidos por satélites para estimar o balanço de radiação na superfície em uma escala regional (Silva et al., 2005; Nair et al., 2005; Oguntunde et al., 2006). Componentes do balanço de radiação como o albedo vem sendo empregado em estudos ambientais por pesquisadores como Nair et al., 2005; Moreira, 2003, uma vez que o mesmo permite a identificação e caracterização das alterações da superfície, quer pelos processos naturais ou antrópicos. Muitos algoritmos para estimativa dos componentes do balanço de energia na superfície com base em imagens de satélites foram desenvolvidos nos últimos anos. Entre eles pode-se citar o SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land), o qual foi desenvolvido por Bastiaanssen (Bastiaanssen et al., 2000). O referido modelo é um algoritmo semi-empírico através do qual o balanço de energia na superfície pode ser estimado com base em medições espectrais de satélites e dados meteorológicos locais (Weligepolage, 2005). A fração de energia solar de ondas curtas ($0,3 < \lambda < 3,0 \mu\text{m}$) que é refletida expressa o albedo, sendo um dos fatores primários que determinam os processos ecológicos, bio-físicos e fisiológicos dos vegetais bem como o clima em escala pontual ou global (Tooming, 2002; Nair et al., 2005). Portanto, o mesmo pode ser usado como um indicador de tendências ou de mudanças climáticas dos ecossistemas. A importância do albedo em estudos de mudanças climáticas em regiões semi-áridas foram confirmadas por Qin et al., (2002) e Malek, E.; Bingham (1997). Tomando-se por base o emprego crescente do sensoriamento remoto nos recursos naturais, desenvolveu-se este estudo com o objetivo de identificar mudanças nas taxas de energia em ondas curtas refletidas pela superfície, albedo de superfície, no terço médio da bacia do Acaraú. Para tanto, empregou-se o algoritmo SEBAL e imagem do satélite Landsat 5 (TM) para o ano de 2004.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde ao terço médio da bacia do Acaraú, a qual está inserida na região Norte do Ceará abrangendo uma área total de 14.427 km², sendo ampla em seu alto curso e estreitando-se na sua parte baixa. De acordo com a classificação de Köppen são observados dois tipos de clima predominante. Aw' (áreas próximas ao litoral e terço médio da bacia), tropical chuvoso com chuvas máximas no outono e BSw'h', semi-árido quente, típico do



Nordeste brasileiro encravado no polígono das secas. A precipitação média anual da região é de 800 mm enquanto que a média anual da evaporação medida no tanque classe A é 2000 mm. Na bacia do Acaraú, segundo o IPLANCE (1997) ocorrem, predominantemente, quatro tipos de solo: Argilossolo, Luvissolo, Neossolos, Flúvicos e Neossolo Litólico (Embrapa, 2006). Neste estudo foi utilizada imagem do Mapeador Temático (TM) do Landsat 5, adquirida junto à Divisão de Geração de Imagens (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com data de 01/09/2004 (dia Juliano = 244). A imagem corresponde à órbita/ponto 218/63, e a passagem do satélite ocorreu às 09 h e 45 min, horário local. Para manuseio e processos entre as bandas, o recorte, a classificação, as operações matemáticas, o realce e outras tarefas, empregou-se o software Erdas IMAGINE 8.5 versão Demo. Uma vez disponibilizados os dados referentes à imagem, aplicou-se o algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) para estimativa do albedo de superfície na imagem estudada, utilizando a ferramenta Model Maker do Software Erdas IMAGINE 8.5 Demo. A elaboração das cartas de albedo foi composta pelas seguintes etapas: Calibração Radiométrica (carta de $L\lambda_i$), Reflectância (carta de $\rho\lambda_i$), Albedo planetário (α_{toa}) e Albedo da superfície (α).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imagem da área estudada com os valores instantâneos do albedo de superfície pode ser vista na Figura 1. A cor azul, identifica os corpos que refletem entre 3 e 10% da energia incidente sobre eles. Estes corpos representam os reservatórios hídricos, representando 3% da área estudada. Este percentual foi subestimado, visto que nuvens cobriram o maior reservatório da bacia do Acaraú, o açude Paulo Sarasate (Araras Norte), localizado no quadrante esquerdo inferior da imagem. Em estudos realizados em áreas irrigadas (projeto Nilo Coelho) e parte da barragem de Sobradinho no Estado da Bahia, Silva et al. (2005) encontraram valores de albedo entre 9 e 12% para os corpos d'água. Valores menores registrados na bacia do Acaraú parecem ser decorrentes da época em que a imagem foi captada (setembro), correspondendo ao período seco da região, não havendo, portanto, aporte de águas novas (presença de material inorgânico em suspensão) para os açudes. Moreira (2003) afirma que os minerais inorgânicos, aumentam a reflectância da água, enquanto que a presença de matéria orgânica diminui.

Em torno de 43% da área analisada apresentou albedo entre 10 e 15%, que representa áreas irrigadas e as regiões que apresentam uma vegetação nativa mais densa. Os pixels destacados de cor amarela apresentaram albedo entre 20 e 25% e foram registrados na área que se encontra sobre a ação de nuvens ou solo sem cobertura vegetal. Os percentuais apresentados

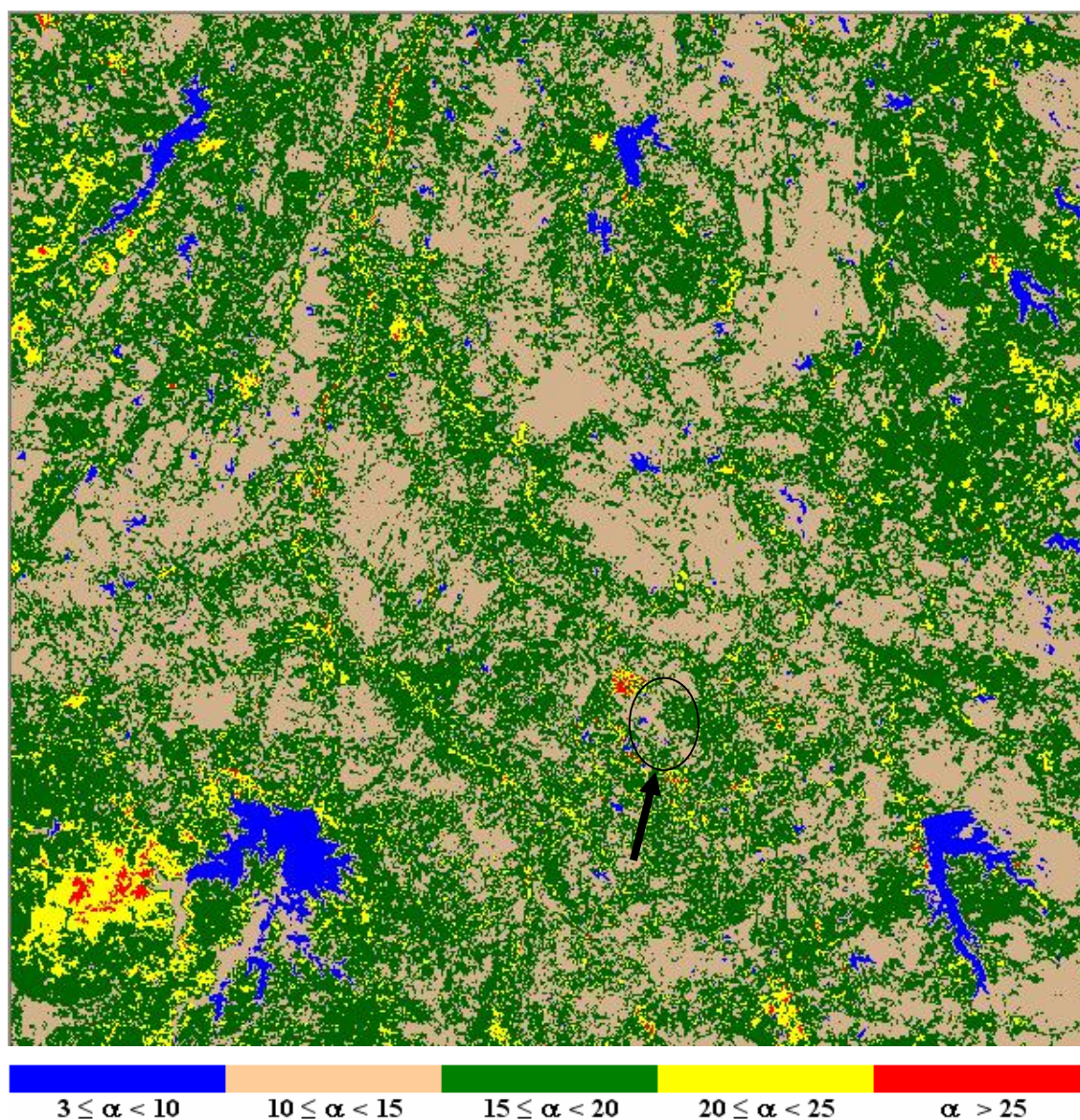


Figura 1. Mapa do albedo à superfície do solo no terço médio da bacia do Acaraú, Ceará. Data: 01/09/2004

por Ahrens (2005) para nuvens de baixa espessura confirmam os valores de albedo encontrado para as nuvens. Verifica-se, ainda, pixels de cor amarela ao longo dos leitos dos rios. Acredita-se que isto seja em decorrência dos leitos se encontrarem sem água. Nestes locais, mesmo sendo o rio perenizado artificialmente, as águas liberadas pelos reservatórios não são suficientes para promover um fluxo em toda a largura da calha do rio apresentando-se assim, com areia exposta.

Valores de albedo superiores a 25%, indicados pela cor vermelha, representam parte da nuvem e pontos onde a rocha se encontra exposta. A região indicada pela seta na Figura 1, registrou um dos albedos mais altos da imagem (40%). Este valor corresponde a uma mineradora de granito.



Em geral, o albedo para o dia analisado (01/09/2005) apresentou valores superiores àqueles identificados por Loescher et al. (2005) em estudo de evapotranspiração e dinâmica da energia em regiões úmidas de floresta tropical na Costa Rica. Porém, apresentou valores inferiores aos registrados por Qin et al. (2002) e Malek e Bingham (1997) em solos de regiões áridas.

CONCLUSÕES

Os menores percentuais de energia refletida (albedo), observadas através do uso do modelo adotado, foram registrados nas superfícies líquidas dos açudes, enquanto os valores mais altos na imagem (albedo > 40%) corresponderam a uma mineradora de granito. Estas variações observadas com o uso do algoritmo SEBAL, expressam aplicabilidade do algoritmo na estimativa do albedo e permitem a identificação de alterações no uso dos recursos naturais existentes e que influenciam diretamente o balanço de energia na bacia estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHRENS, C. D., **Essentials of Meteorology - A Invitation to the Atmosphere**, 4ª edição, Thompson Brooks/Cole, 2005, 480 p, Capítulo 2 (warming the earth and the atmosphere), p. 26-52, Belmont, Califórnia, USA.
- EMBRAPA, **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**, 2ª edição, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, 2006
- IPLANCE. Instituto de Planejamento do Ceará. **Atlas do Ceará**. Fortaleza, 1997. CD-ROM, 1997.
- MALEK, E.; BINGHAM, G.E. Partitioning of radiation and energy balance components in an inhomogeneous desert valley. **Journal of Arid Environments**, p.193–207, 1997
- MARKHAM, B. L., BARKER, J. L. **Thematic mapper band pass solar exoatmospherical irradiances**. International Journal of Remote Sensing, v. 8, n. 3, p. 517-
- NAIR, U.S.; RAY, D. K.; WELCH, R. M.; PIELKE, R. A.; CHRISTOPHER, S. A. Use of MODIS derived broadband albedo in the RAMS. In: Conference on Hydrology, 19., 2005, San Diego. **Abstract...** San Diego: CA, USA, 2005, p.85
- OGUNTUNDE, P. G.; AJAYI, A. E.; GIESEN, N. V. Tillage and surface moisture effects on bare-soil albedo of a tropical loamysand. **Soil and Tillage Research**, v.85, n.1-2, Jan, p.107-114, 2006.
- QIN, Z.; BERLINER, P.; KARNIELI, A. Micrometeorological modeling to understand the thermal anomaly in the sand dunes across the Israel–Egypt border. **Journal of Arid Environments**, v.51, p.281–318, 2002.
- SILVA, B. B.; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Determinação do albedo em áreas irrigadas com base em imagens LANDSAT 5-TM. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.13, n.2, p.201-211, 2005.
- TOOMING, H. Dependence of global radiation on cloudiness and surface albedo in Tatu, Estonia, Theoretical Applied. **Climatology**, v.72 p.165–172, 2002.
- WELIGEPOLAGE, K., **Estimation of spatial and temporal distribution of evapotranspiration by satellite remote sensing – A case study in Hupselse Beek**, The Netherland, Tese de Mestrado, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, 114f, 2005.