



Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.4, n.4, p.249–253, 2010
 ISSN 1982-7679 (On-line)
 Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br>
 Protocolo 018.147

SAZONALIDADE DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE COM USO DO SENSORIAMENTO REMOTO EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Everton Alves Rodrigues Pinheiro¹; Marcos Meireles²; José Wellington Batista Lopes³;
 Carlos Alexandre Gomes Costa⁴; Luiz Carlos Guerreiro Chaves⁵; José Carlos de Araújo⁶

¹ Graduando em Agronomia, UFC, Av. Mister Hull, bloco 804, Campus do Pici. CEP 60455-970, Fortaleza, CE. Fone (85) 33669757. e-mail: evertonvest@yahoo.com.br.

² Mestre em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, meireles_marcos@yahoo.com.br

³ Graduando em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, wellingtonjwl@gmail.com

⁴ Professor da UFG, doutorando em Engenharia Agrícola, CCA/UFC, costacag@gmail.com

⁵ Mestre em Agronomia/Irrigação e Drenagem, CCA/UFC, luizcarlosguerreiro@gmail.com

⁶ Professor Dr., Depto. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza – CE. jcaraujo@ufc.br

Resumo: Este trabalho objetivou determinar a sazonalidade do albedo para uma micro bacia hidrográfica, visto que esta variável biofísica é muito importante no balanço de radiação da superfície, parâmetro utilizado em diversos modelos hidrológicos, dentre eles, destaca-se o modelo WASA-SED, onde o albedo de superfície mostra-se com alta sensibilidade. A estimativa do parâmetro estudado foi realizada a partir do modelo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithm for Land*) e imagens do Mapeador Temático (TM) do Landsat 5 datadas de 10/10/2003 e 01/07/2007. Os resultados mostraram uma variação sazonal do albedo de superfície para os dois períodos, sendo de 24% para a estação seca e de 15,5% para o final da estação chuvosa.

Palavras-chave: Landsat-5, balanço de energia, modelagem hidrológica.

SEASONALITY OF SURFACE ALBEDO USING REMOTE SENSING IN SMALL BASINS IN THE SEMIARID REGION, BRAZIL

Abstract: This study aimed to determine seasonality albedo a microsmall basin, since this variable is very important in biophysics radiation balance of the surface parameter used in many hydrological models, among which stands out the WASA-SED model, where the surface albedo is shown with high sensitivity. It was used the *Surface Energy Balance Algorithm for Land* (SEBAL) based on TM Landsat-5 on 10th October 2003 and 1st July 2007 for obtaining the surface albedo. Results showed that the average surface had variation for both dry and wet seasons. It was 24% for the dry season and 15,5% on the end of wet season.

Key words: Landsat-5, energy balance, Hydrologic Modeling.

INTRODUÇÃO

A fração da energia recebida no intervalo do espectro solar (0.3 a 3.0 μm) que é refletida por uma superfície, denominada albedo (Monteith & Unsworth, 1990) é um parâmetro muito importante no balanço de radiação de uma superfície e bastante utilizado em modelos climáticos e agrometeorológicos, tais como estimativas do fluxo de vapor d'água e do saldo de radiação, dentre outros; entretanto, este parâmetro nem sempre está disponível, visto que sua medida não é efetuada de forma rotineira, como ocorre com muitos outros parâmetros meteorológicos (Leitão et al., 2002).

MATERIAL E MÉTODOS

A Bacia Experimental de Aiuaba (BEA) está localizada na porção meridional da microrregião "Sertão dos Inhamuns", no sudoeste do Estado do Ceará.

As imagens do Mapeador Temático (TM) do Landsat 5 utilizadas neste trabalho foram adquiridas gratuitamente junto à Divisão de Geração de Imagens (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As mesmas correspondem a órbita/ponto 217/65 e foram datadas de 10/10/2003 representando o período seco e 01/07/2007 para o período chuvoso. Após adquiridas, as imagens passaram por pré-processamentos como empilhamento das bandas, recorte da área de interesse e correções geométricas, para assim obter uma melhor qualidade dos dados (Versiani & Rodrigues, 2007).

Os pré-processamentos das imagens e a estimativa da variável estudada (albedo de superfície) foram realizados utilizando-se do software ERDAS IMAGINE 9.0 seguindo cada etapa conforme descritas a seguir:

Etapa 1 - Calibração Radiométrica (carta de $L_{\lambda i}$)

Por ser o albedo um parâmetro biofísico em que a sua variação ocorre de acordo com o tipo de alvo sobre o qual incide a radiação eletromagnética, variações desse parâmetro são excelentes indicadores de mudanças no cenário de uma bacia hidrográfica (Silva et al., 2005b).

O albedo de superfície é um parâmetro de entrada para determinados modelos hidrológicos, dentre eles se destaca o modelo WASA-SED, onde o albedo se mostra como parâmetro de considerável sensibilidade. Portanto, com esse trabalho se objetivou determinar a variação sazonal do albedo de superfície da Bacia Experimental de Aiuaba (BEA), localizada na região semiárida do Nordeste brasileiro, utilizando imagens do satélite Landsat 5TM.

A radiância espectral de cada banda (Eq. 1) é o início efetivo do cálculo para a determinação do albedo e consiste em conversão do Número Digital (ND) de cada pixel da imagem em radiância espectral monocromática.

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

em que: $L_{\lambda i}$ - radiância espectral de cada banda, $\text{W.m}^{-2}\text{st}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$; a_i - radiância mínima de cada banda, $\text{W.m}^{-2}\text{st}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$; b_i - radiância máxima de cada banda, $\text{W.m}^{-2}\text{st}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$; i - são as bandas; e ND - é o número digital de cada pixel na imagem. □

Etapa 2 - Reflectância (carta de $\rho_{\lambda i}$)

A reflectância monocromática ($\rho_{\lambda i}$) (Eq. 2) mede a capacidade de um objeto de refletir a energia radiante:

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

em que: $L_{\lambda i}$ - radiância espectral de cada banda, $\text{W.m}^{-2}\text{st}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$; $k_{\lambda i}$ - é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera $\text{W.m}^{-2}\text{st}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$; Z - 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 determinado dia do ano (DJ). Este último parâmetro (d_r) é

SAZONALIDADE DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE COM USO DO SENSORIAMENTO REMOTO EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

determinado, segundo Tasumi (2003), pela seguinte Equação 3.

$$d_r = 1 + 0,033 \cos\left(DJ \frac{2\pi}{365}\right) \quad (3)$$

Etapa 3 - Albedo no topo da atmosfera (carta de α_{toa})

O albedo planetário (α_{toa}) representa o albedo não corrigido de cada pixel na imagem e é obtida pela combinação linear das reflectâncias monocromáticas (Eq. 4).

$$\alpha_{toa} = 0,293\rho_1 + 0,274\rho_2 + 0,233\rho_3 + 0,157\rho_4 + 0,033\rho_5 + 0,011\rho_7 \quad (4)$$

em que: ρ_i - são as reflectâncias monocromáticas de cada banda.

Etapa 4 - Albedo da superfície (carta de a)

Considerando-se que a atmosfera terrestre produz interferência na radiação solar e na radiação refletida, o albedo calculado no topo da atmosfera carece de correções devidas aos processos de absorção e

espalhamento. Essas correções podem ser obtidas pela Equação 5.

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

A transmissividade atmosférica (τ_{sw}) (Eq. 6), em condições de céu claro, pode ser obtida pela seguinte equação (Allen et al., 2002):

$$\tau_{sw} = 0,75 + 2 \times 10^{-5} z \quad (6)$$

em que: z - altitude de cada pixel.

Para as condições da área de estudo, adotou-se uma altitude (z) igual a 70 m, obtida a partir do Modelo Digital de Elevação ASTER com resolução espacial de 15 m, que foi empregada no cálculo da transmissividade atmosférica (τ_{sw}).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as imagens obtidas após a etapa final foi possível identificar as mudanças que ocorreram no albedo em decorrência das estações seca e chuvosa na

BEA. No período seco o albedo médio foi de 24%, enquanto que no final do período chuvoso o valor médio foi de 15,5%. As imagens com os valores instantâneos do albedo de superfície podem ser vista na Figura 1.

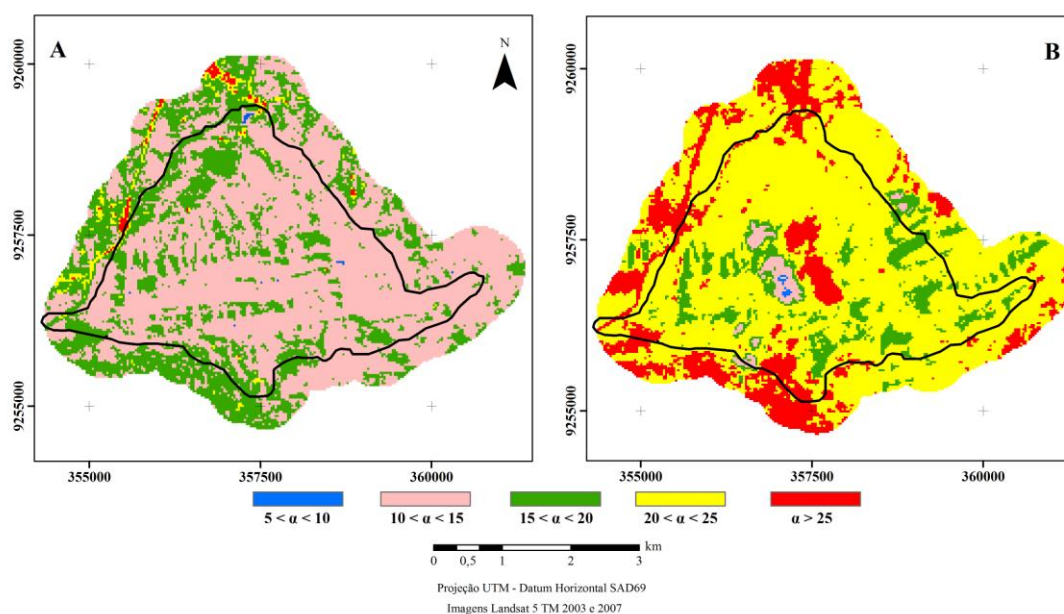


FIGURA 1: Mapa do albedo à superfície do solo para a BEA, final da estação chuvosa (A) e estação seca (B).

Na estação seca e ao final da estação chuvosa, os pixels identificados com a cor azul representam sombras de nuvens e corpos hídricos, respectivamente, que

emitiram entre 5-10% da radiação eletromagnética para cada estação. Meireles (2007) encontrou valores para albedo dos corpos hídricos no intervalo de

SAZONALIDADE DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE COM USO DO SENSORIAMENTO REMOTO EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

3–10%. Na estação seca o reservatório da BEA não apresentava corpo hídrico, isso devido à sua baixa capacidade de armazenamento, no entanto, em algumas situações, se observa que o albedo dos reservatórios aumentam no período seco do ano, isso devido à diminuição do volume de água do reservatório tornando o fundo do mesmo mais próximo da superfície, isso torna a água mais susceptível à turbidez. Moreira (2003) afirma que os minerais inorgânicos, oriundos das rochas e solos, aumentam a reflectância da água, enquanto que a matéria orgânica diminui essa reflectância.

Valores de albedo no intervalo de 10 a 15% que representam locais de vegetação nativa mais densa (Oguntunde et al., 2006, Meireles, 2007), correspondem aos encontrados na maior parte da Bacia ao final da estação chuvosa. Isso se deve ao fato do solo se apresentar ainda úmido e a vegetação com alto vigor vegetativo. Já na estação seca a maior parte da área apresentou valores de albedo na ordem de

20 a 25%, que segundo Rodrigues (2009), indicariam áreas desprotegidas. No entanto, a área foco do atual estudo fica localizada dentro de uma reserva ecológica, o que estaria contrariando a informação. Porém, Oguntunde et al. (2006), pesquisando o efeito da umidade da superfície do solo sobre alterações nos valores de albedo, constataram albedo de 20–29% para solos descobertos e em condições de baixa umidade. Desse modo, possivelmente, a baixa umidade do solo e a caducifolia da vegetação contribuíram substancialmente nos valores de albedo da estação seca.

Os pixels destacados de cor vermelha correspondem às nuvens e às áreas sem cobertura vegetal, como por exemplo, estradas de terra batida e areias expostas em cursos d'água intermitentes ou até mesmo rochas, corpos estes de elevada capacidade de reflectância. Rodrigues et al. (2009) encontraram valores acima de 25% para albedo de área desprotegidas e de 36 a 66% para nuvens.

CONCLUSÕES

Ocorreu uma variação temporal nos valores de albedo, mostrando que os corpos componentes da bacia podem influenciar de diferentes formas no balanço

de radiação ao longo do ano e de acordo com os períodos seco e chuvoso, fator este a ser considerado na modelagem hidrológica.

AGRADECIMENTOS

À SESu, especialmente ao Programa de Educação Tutorial (PET-Agronomia/UFC) e ao Grupo de pesquisa Hidrossedimentológica do Semiárido (HIDROSED).

LEITÃO, M. M. V. B. R.; SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, G. M. de. Estimativas do albedo em três ecossistemas da floresta amazônica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 256-261, 2002.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; TREZZA, R.; TASUMI M. Surface energy balance algorithms for land - Advance training and users manual, version 1.0, 2002, 98p.

MEIRELES, M. Estimativa da Evapotranspiração real pelo emprego do algoritmo SEBAL e imagem LANDSAT 5 - TM na bacia do Acaraú – CE. Fortaleza, 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade federal do Ceará, Fortaleza.

- SAZONALIDADE DO ALBEDO DE SUPERFÍCIE COM USO DO SENSORIAMENTO REMOTO EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**
- MONTEITH, J. L.; UNSWORTH, M.H. *Agrícola, Jaboticabal*, v. 29, n. 3, p.452-465, jul./set. 2009.
- Principles of Environmental Physics. New York, Chapman and Hall, Inc, 1990.
- MOREIRA, M. A. Fundamento do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação, 2ª edição (Revista e Ampliada), Viçosa: UFV, Imprensa Universitaria, 2003.
- 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, Amsterdam*, v. 85, n. 1-2, p. 107-114, 2006.
- RODRIGUES, J. O.; ANDRADE, E. M; TEIXEIRA, A. dos S.; SILVA.; B. B.. Sazonalidade de variáveis biofísicas em regiões semiáridas pelo emprego do sensoriamento remoto. *Engenharia*
- 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 Meteorologia, São José dos Campos*, v. 13, n. 2, p. 201-211, 2005b.
- TASUMI, M. Use of Remote Sensing of Evapotranspiration for Large Regions, International Workshop, Montpellier, France, 2003.
- VERSIANI, B. V. B. N.; RODRIGUES, P. C. H. Geoprocessamento como ferramenta no estudo de correlação entre a dinâmica da cobertura vegetal e a evapotranspiração. *Revista Brasileira de Meteorologia, São José dos Campos*, v. 13, n. 2, p. 201-211, 2007.