

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA QUANTIFICAÇÃO DO ALBEDO NO PERÍMETRO IRRIGADO DE PONTO NOVO, BAHIA

DIJANEIDE GONÇALVES RAMOS¹; AUREO SILVA DE OLIVEIRA²; CLAUDIA BLOISI VAZ SAMPAIO³; FRANCISCO ADRIANO DE C. PEREIRA⁴

¹Engenheira Agrícola, Mestranda em Ciências Agrárias, Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas – BA, dijaneidegr@gmail.com; ²Eng^o Agrônomo, Prof. Adjunto, NEAS/UFRB; ³Eng^a Agrônoma, Prof.^a Assistente, NEAS/UFRB; ⁴Eng^o Agrônomo, Prof. Adjunto, NEAS/UFRB

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: Parte da energia radiante que incide sobre a superfície terrestre retorna por efeito da reflexão. A radiação refletida é a chave para o imageamento de alvos na superfície do planeta por sensores remotos em órbita. A utilização de técnicas de sensoriamento remoto para o manejo de recursos hídricos tem sido amplamente divulgada em todo o mundo. O objetivo deste trabalho é demonstrar a aplicabilidade do algoritmo SEBAL na estimativa do albedo de uma área na parte alta da bacia do rio Itapicuru, a nordeste da Bahia. A referida área inclui o Projeto de Irrigação de Ponto Novo, com área total de 3000 há dos quais 400 há estão em operação, com diversas culturas. Utilizou-se uma imagem do Landsat 5 TM de 13/11/2004. O albedo variou de 3,6 % a 40,0%, com média de 21,6%. Um histograma de frequência de valores de albedo é também apresentado.

PALAVRAS-CHAVE: albedo, refletância, agricultura irrigada, sensoriamento remoto.

APPLICATION OF REMOTE SENSING TECHNIQUES FOR EVALUATION OF THE SURFACE ALBEDO AT THE PONTO NOVO IRRIGATION DISTRICT, BAHIA

ABSTRACT: When the solar radiation reaches the planet surface three processes can take place, that is, radiation is reflected, absorbed or transmitted. The reflected fraction is important for imaging of targets at the surface by remote sensors on orbit. Remote sensing techniques has been largely applied in water management research, including the estimation of latent heat transfer to the atmosphere from vegetated and non-vegetated surfaces, as in irrigated areas. The objective of this work is to demonstrate the application of the SEBAL algorithm (Surface Energy Balance Algorithm for Land) for the estimation of the albedo in the upper region of the Itapicuru river basin, northeast of Bahia. The area includes the Ponto Novo Irrigation District, with a total area of 3000 ha from which 400 ha are actually under irrigation. A Landsat 5 TM image of the region taken on 04/11/13 was used. Minimum and maximum value of albedo was 3,6% and 40,0%, respectively, with an average of 21,6%. A frequency histogram is also presented.

KEYWORDS: albedo, reflectance, irrigated agriculture, remote sensing

INTRODUÇÃO: Várias são as características da superfície terrestre que controlam o clima e as interações com a atmosfera e que podem ser convenientemente avaliados por meio de técnicas de sensoriamento remoto e processamento digital de imagens de satélites, a exemplo do albedo, emissividade, temperatura da superfície e balanço de radiação. O sensoriamento remoto, nos últimos tempos, tem sido uma ferramenta muito utilizada no monitoramento e gerenciamento dos recursos naturais e de fenômenos meteorológicos. Para o sensoriamento remoto, a reflexão é um fenômeno importante, uma vez que normalmente é a radiação refletida pelos alvos na superfície terrestre a base das informações. Com isso há relação entre o termo comportamento espectral e refletância espectral (FREIRE & BASTOS, 1998). Um dos parâmetros mais importantes no balanço de energia à superfície é o albedo da superfície ou refletividade da superfície. A radiação solar que incide na superfície assume várias direções após interação com a mesma. O albedo descreve o comportamento dos alvos com relação à radiação solar. No caso de áreas vegetadas, quanto maior a absorção de

radiação menor é o albedo, e essa energia absorvida pode ser utilizada para a evapotranspiração. Alguns estudos têm sido conduzidos para obtenção do albedo, com base na combinação linear da refletância das bandas espectrais através do algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithm for Land*), que delimita os modelos matemáticos necessários à determinação dos componentes do balanço de energia (BASTIAANSSEN, 2000; ALLEN et al., 2002). O objetivo deste trabalho é demonstrar a aplicabilidade do algoritmo SEBAL na estimativa do albedo de uma área na parte alta da bacia do rio Itapicuru, a nordeste da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS: A área estudada corresponde à região semi-árida no alto da Bacia do Rio Itapicuru, analisando-se áreas irrigadas e de caatinga, corpos de água e solo exposto, o perímetro irrigado de Ponto Novo localiza-se no alto da bacia do Rio Itapicuru, Bahia. Segundo informações dos dados meteorológicos do INMET, da estação de Senhor do Bonfim - Bahia, estação mais próxima da área em estudo, não ocorreu chuva um mês que antecedeu a data da passagem do satélite. Foram empregados vários modelos na obtenção do albedo da superfície, seguindo-se os procedimentos do SEBAL utilizando-se como ferramenta o *Model Maker* do 'software' ERDAS. Utilizaram-se imagens Landsat 5 TM, do ponto/órbita 217/067, composta de sete bandas espectrais, do dia 13 de novembro de 2004. A primeira etapa na obtenção do albedo consistiu na calibração radiométrica, pela conversão do número digital (ND) cada pixel da imagem em radiância espectral monocromática L_{λ_i} que representa a energia solar refletida por cada banda do Landsat 5 TM, através da equação 1 (MARKHAM & BAKER, 1987):

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

sendo a e b as radiâncias espectrais mínima e máxima (Tabela 1), respectivamente, detectadas na cena ($\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$), ND é o número digital do pixel (número inteiro de 0 a 255) e o índice i corresponde ao número de ordem das bandas do Landsat 5 TM, ($i = 1, 2, \dots, 7$). A partir das cartas de radiância espectral de cada banda e com informações do ângulo zenital solar e do fluxo de radiação solar global incidente, estimou-se a refletância espectral planetária (razão entre o fluxo de radiação solar refletido pela superfície e o fluxo de radiação solar global incidente, de cada banda), através da seguinte equação 2 (BASTIAANSSEN, 1995):

$$r_{\lambda_i} = \frac{\pi \times L_{\lambda_i}}{K_{\lambda_i} \times \cos Z \times d_r} \quad (2)$$

em que r_{λ_i} = refletância planetária da banda i , K_{λ_i} = fluxo direcional solar espectral no topo da atmosfera (Tabela 1), Z = ângulo zenital do Sol para a data da imagem ($Z = 27,48^\circ$), d_r é o inverso do quadrado da distância relativa Terra – Sol em unidades astronômicas (ALLEN et al., 2002) e r_ρ é uma constante, resultante da integração hemisférica da radiância espectral, segundo a equação 3:

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

sendo r_{ρ_1} , r_{ρ_2} , r_{ρ_3} , r_{ρ_4} , r_{ρ_5} e r_{ρ_7} os albedos planetários das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7.

Tabela 1 – Caracterização dos canais do Mapeador Temático do Landsat 5, em termos de comprimentos de onda, coeficientes de calibração [radiância mínima (a) e máxima (b)] e irradianças espectrais ($K_{\lambda i}$) no topo da atmosfera (TOA). Fonte: CHANDER & MARKHAM (2003)

Descrição dos canais	Comprimento de onda (μm)	Coef. de calibração		$K_{\lambda i}$ ($\text{W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$)
		a	B	
Banda 1 (azul)	0,45 – 0,52	-1,5200	193,000	1957
Banda 2 (verde)	0,53 – 0,61	-2,8400	365,000	1826
Banda 3 (vermelho)	0,62 – 0,69	-1,1700	264,000	1554
Banda 4 (infravermelho próximo)	0,78 – 0,90	-1,5100	221,000	1036
Banda 5 (infravermelho médio)	1,57 – 1,78	-0,3700	30,200	215
Banda 6 (infravermelho termal)	10,4 – 12,5	1,2378	15,303	-
Banda 7 (infravermelho médio)	2,10 – 2,35	-0,1500	16,500	80,67

O albedo da superfície r_o ou albedo corrigido para os efeitos atmosféricos, ou seja, foi realizado a correção atmosférica para o efeito das nuvens, foi obtido através da equação 4 (BASTIAANSEN, 1995), aplicável a dias de céu claro:

$$r_o = \frac{r_p - a'}{b'} \quad (4)$$

sendo a' = albedo da atmosfera e b' = valor correspondente ao quadrado da transmissividade atmosférica (τ_{sw}).

A transmissividade atmosférica (τ_{sw}) foi obtida segundo expressão simplificada proposta por ALLEN et al. (2002) em função da altitude de cada pixel. Para cálculo do τ_{sw} utilizou-se a altitude de Senhor do Bomfim, Bahia, a 45 km noroeste do Projeto de Irrigação de Ponto Novo. Para o albedo da atmosfera escolheu-se o valor 0,03, por ser um valor comumente utilizado em outros trabalhos, e que é adotado como um valor médio (ALLEN et al., 2002, SILVA et al., 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para fins de caracterização dos alvos classificou-se a variação do albedo em cinco classes de tonalidades de cinza, conforme Figura 1.

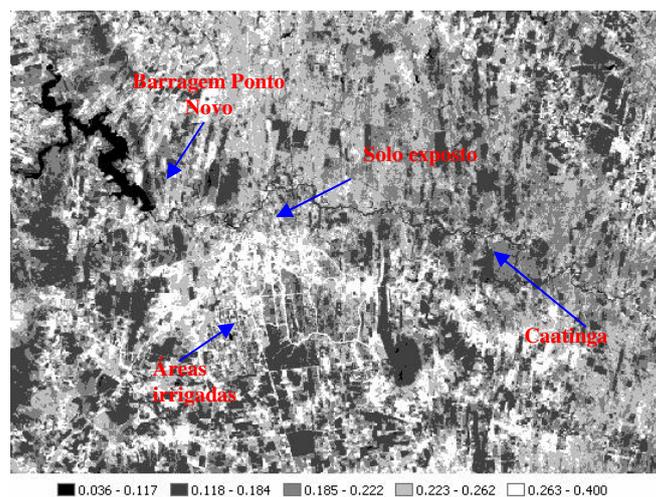


Figura 1 – Albedo à superfície em 13/11/2004.

Os alvos com tonalidades escuras, apresentaram valores de albedo entre 3,6 e 11,7%, e representam os corpos de água, como na Figura 1 se observa o lago da barragem de Ponto Novo e alguns pequenos reservatórios. Os alvos com valores entre 11,7 e 18,4% representam as áreas irrigadas com formatos mais definidos. Na seqüência tem-se áreas em preparo para implantação ou em fase inicial de desenvolvimento, com indicação de presença de umidade no solo, o que justificaria tais valores intermediários de albedo (de 18,4 a 22,2%). As duas últimas classes de albedo referem-se a

áreas de solo exposto e vegetação muito rala, apresentando-se em tonalidades mais claras, portanto maiores albedos, devido à maior refletividade da radiação, graças à maior contribuição do solo exposto com provavelmente teores reduzidos de umidade.

Os albedos mínimo e máximo obtidos foram de 3,6 e 40,0%, respectivamente, com média de 21,6%, como se pode observar a distribuição de frequência de valores dos pixels (Figura 2). Os resultados apresentaram-se com desvio padrão, moda e mediana de 4,2%, 21,9% e 21,8%, respectivamente.

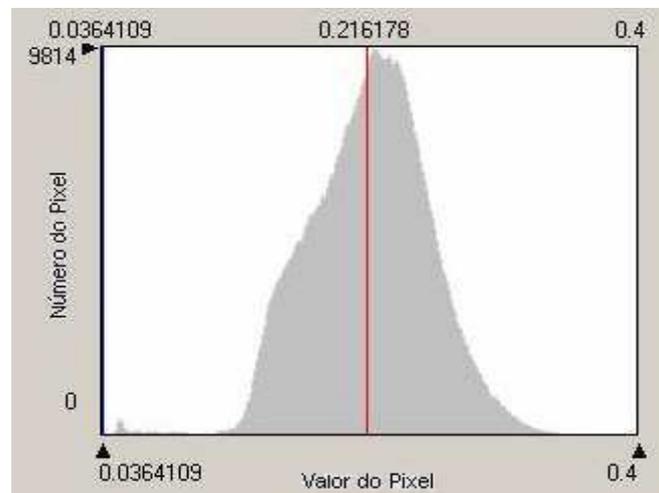


Figura 2 – Histograma do albedo à superfície em 13/11/2004.

CONCLUSÕES: O albedo quantificado neste trabalho correspondeu com o esperado para superfície de região semi-árida, na estação de verão.

REFERÊNCIAS:

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

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.

BASTIAANSSEN, W. G. M. Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands, 273p, 1995

CHANDER, G.; MARKHAM, B. L. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures, and post calibration dynamic ranges. *IEEE Trans. Geosciences and Remote Sensing*, vol. 41, pp. 2674–2677, Nov. 2003.

FREIRE, M. L. F.; BASTOS, E. J. B. Simulation of spectral planetary reflectance of targets. *Revista Brasileira de Geofísica*, São Paulo, v.16, n.2-3, jul/nov 1998.

MARKHAM, B. L.; BARKER, J. L. Thematic mapper band pass solar exoatmospherical irradiances. *International Journal of Remote Sensing*, v. 8, n. 3, p. 517-523, 1987.

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.