

USO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA ESTIMATIVA DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE EM ÁREA IRRIGADA DA BACIA DO RIO ITAPICURU

DIJANEIDE GONÇALVES RAMOS¹; AUREO SILVA DE OLIVEIRA²; BERNARDO BARBOSA DA SILVA³, VITAL PEDRO DA SILVA PAZ⁴.

¹Eng^a 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, Cruz das Almas, BA; ³Meteorologista, Prof^o Dr. Depto. de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande, PB; ⁴Eng^a Agrícola, Prof. Titular, NEAS/UFRB, Cruz das Almas, BA.

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

RESUMO: A utilização do sensoriamento remoto no conhecimento de interações do sistema solo-planta-atmosfera, através de imagens de satélite, tem sido muito importantes no balanço de energia à superfície. Este trabalho teve como objetivo estimar as variações espaciais da temperatura da superfície instantaneamente. Foi usado o 'software' ERDAS, para processamento digital da imagem a partir de várias equações pertencentes ao algoritmo SEBAL, obtendo a temperatura em função da área foliar, a partir do NDVI. As temperaturas máximas e mínimas estimadas foram de 22,53 e 47,27°C respectivamente, com média de 39,11°C. e desvio padrão 2,65°C.

PALAVRAS-CHAVE: temperatura da superfície, emissividade, sensoriamento remoto.

USE OF REMOTE SENSING TECHNIQUES FOR ESTIMATING SURFACE TEMPERATURE IN IRRIGATED AREA OF THE ITAPICURU RIVER BASIN

ABSTRACT: The use of remote sensing for the knowledge of the relationship in the continuum soil-plant-atmosphere, through digital images taken from sensors in orbit, is becoming an important tool in energy balance studies at the surface. This work had as objective of estimating spatial variability of the surface temperature in an area in the upper part of the Itapicuru river basin. The software ERDAS was used for digital image processing and the equations implemented SEBAL algorithm (*Surface Energy Balance Algorithm for Land*) was used for estimating surface temperature, by first converting digital number in radiance at the sensor. The estimates maximum and minimum temperature were 22.53°C and 47.27°C, respectively, with an average of 39.11°C and 2.65 as standard deviation.

KEYWORDS: Surface temperature, emissivity, remote sensing

INTRODUÇÃO: O balanço de radiação de onda longa numa dada superfície é função da sua temperatura. Mudanças de temperatura na superfície, com efeitos na evapotranspiração e precipitação, ocasionam modificações do clima regional e alterações nos balanços de energia e massa à superfície. A radiação solar é a principal fonte de energia para o aquecimento do solo e do ar e para os processos de transferência de água na interface superfície-atmosfera. O balanço de energia à superfície da terra tem papel fundamental, pois condiciona a repartição da energia solar em fluxos não-radiativos, ligados diretamente à dinâmica da vegetação e constituindo as condições de contorno do processo de circulação atmosférica (IBAMA, 1994). O albedo, a temperatura e alguns dados meteorológicos são dados importantes no balanço de radiação (Rn), fluxo de calor no solo (G) e fluxo de calor sensível (H). Na obtenção desses parâmetros, a utilização de imagem de satélite e o respectivo processamento da imagem permite a se atribuir valores a cada um dos pixels da imagem. O objetivo deste trabalho consistiu no ajuste de modelos de processamento digital de imagens, através do algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithm for Land*) (BASTIAANSEN, 2000) na estimativa da temperatura instantânea à superfície no alto da bacia hidrográfica do rio Itapicuru, Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS: As áreas irrigadas para o estudo foram selecionadas na parte alta da bacia do rio Itapicuru, Bahia, onde o clima predominante é semi-árido. Com a imagem do satélite

Landsat 5-TM, do dia 13/11/2004, da cena 217/067, foi realizado um recorte através de ferramentas do ‘software’ ERDAS, abrangendo a área urbana da cidade de Ponto Novo, a barragem e o Projeto de Irrigação de Ponto Novo, solos expostos e vegetação de caatinga, com as seguintes coordenadas de cantos: superior esquerdo (longitude 40°13’42’’W e latitude 10°46’17’’S) e inferior direito (longitude 39°57’39’’W e latitude 10°57’34’’S).

A primeira etapa consistiu na conversão do número digital (ND), em radiância espectral monocromática $L_{\lambda i}$ das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 (MARKHAM & BAKER, 1987):

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

sendo a e b as irradiâncias espectrais mínima e máxima detectadas na cena ($W \, m^{-2} \, sr^{-1} \, \mu m^{-1}$), conforme Tabela 1, ND = número inteiro de 0 a 255.

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 irradiâncias espectrais ($K_{\lambda i}$) no topo da atmosfera (TOA). Fonte: CHANDER & MARKHAM (2003)

Descrição dos canais	Comprimento de onda (μm)	Coef. de calibração		$K_{\lambda i}$ ($W \, m^{-2} \, \mu m^{-1}$)
		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

A refletância espectral planetária foi obtida através da seguinte equação 2 (BASTIAANSEN, 1995):

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

onde $r_{\lambda i}$ = refletância planetária da banda i , $K_{\lambda i}$ = fluxo direcional solar espectral no topo da atmosfera (Tabela 1), Z = ângulo zenital do Sol para o dia 13/11/04 ($Z = 27,48^\circ$), d_r = inverso do quadrado da distância relativa Terra – Sol em unidades astronômicas (ALLEN et al., 2002).

O NDVI é obtido através da razão entre a diferença das refletividades das bandas 4 e 3 pela soma das mesmas (ALLEN et al., 2002):

$$NDVI = \frac{r_4 - r_3}{r_4 + r_3} \quad (3)$$

Para obtenção do índice de vegetação ajustado para efeitos do solo (SAVI), que busca amenizar os efeitos do “background” do solo, utilizou-se a equação 4 (HUETE, 1988):

$$SAVI = \frac{(1 + L)(r_4 - r_3)}{(L + r_4 + r_3)} \quad (4)$$

em que r_4 e r_3 correspondem, respectivamente, às bandas 4 e 3 do Landsat 5 – TM; L é constante, $L = 0,5$ (BOEGH et al., 2002). O NDVI indica a quantidade e a condição da vegetação verde, variando entre -1 e +1, e para superfícies com alguma vegetação, varia de 0 a 1, para a água e nuvens o NDVI geralmente é menor que zero.

O índice de área foliar (IAF), definido pela razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizada por essa vegetação, foi obtido pela equação 5 (ALLEN et al., 2002):

$$IAF = -\frac{\ln\left(\frac{0,69 - SAVI}{0,59}\right)}{0,91} \quad (5)$$

Para a obtenção da temperatura da superfície, utilizou-se a equação 7 (MARKHAM & BARKER, 1987):

$$T_s = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{\varepsilon_{NB} K_1}{L_{\lambda,6}} + 1\right)} \quad (6)$$

sendo $K_1 = 60,776 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$, $K_2 = 126,056 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ (Landsat 5 TM), ε_{NB} = emissividade de cada pixel no domínio espectral da banda termal e $L_{\lambda,6}$ = radiância espectral da banda termal.

O valor de ε_{NB} foi obtido pela equação 7, para valores de NDVI > 0 e IAF < 3 (ALLEN et al., 2002):

$$\varepsilon_{NB} = 0,97 + 0,0033 \times IAF \quad (7)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para obtenção da carta de temperatura da superfície, foi feita uma classificação não supervisionada, dividindo-se os valores de temperatura em cinco classes (Figura 1). A variação espacial da temperatura apresentou-se alta devido ao comportamento espectral dos diferentes alvos (materiais) existentes na região imageada. Observações semelhantes foram feitas por LI et al. (2004). Como se observa na Figura 1, a tonalidade de azul escuro representa as temperaturas mais baixas (22,53 e 29,59°C) e refere-se à superfície dos corpos de água como é o caso do lago da barragem de Ponto Novo. As áreas com tonalidade de azul claro, com temperaturas entre 29,59 e 35,19°C, representam áreas com alto teor de umidade e correspondem em grande maioria às áreas irrigadas ou áreas de vegetação natural mais densa. As maiores temperaturas variaram de 40,31 a 47,27°C em solos expostos e/ou com a vegetação rala. Como a região é de clima semi-árido (seco na passagem do satélite) há uma confusão entre esses alvos e áreas de caatinga em tonalidade alaranjada, com valores de temperatura entre 38,09 e 40,31°C.

As temperaturas máximas e mínimas estimadas foram de 22,53°C e 47,27°C, respectivamente, com média de 39,11°C, como se pode observar da distribuição de freqüência de valores dos pixels (Figura 2). Os resultados apresentaram-se com desvio padrão, moda e mediana de 2,647°C, 39,82°C e 39,44°C, respectivamente.

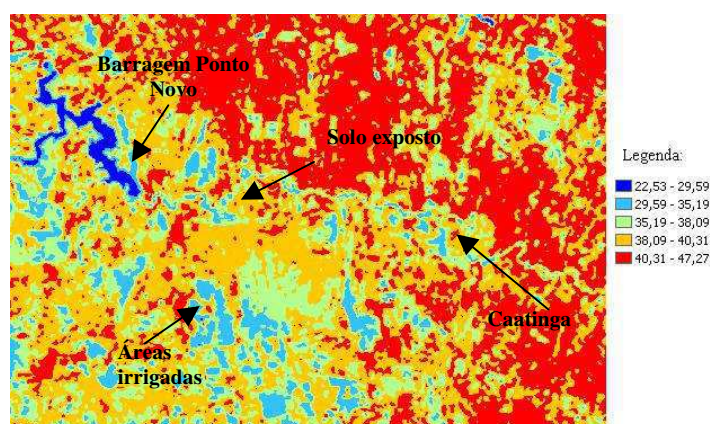


Figura 1 – Temperatura da superfície em 13/11/2004.

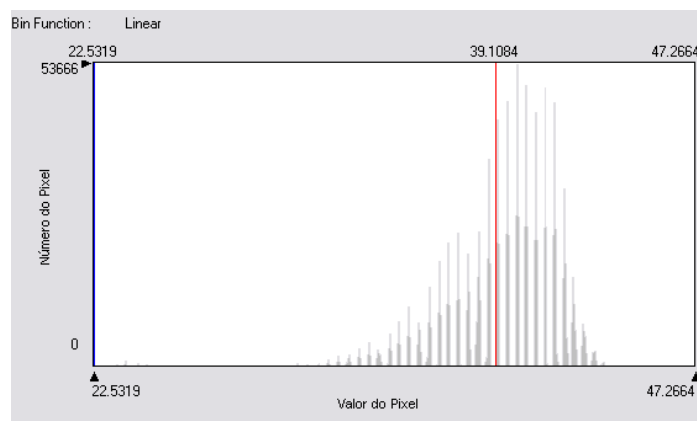


Figura 2 – Histograma da temperatura da superfície em 13/11/2004.

CONCLUSÕES: A estimativa da temperatura da superfície, representando valores instantâneos, pode ser feita com boa espacialização através das técnicas de sensoriamento remoto.

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

BASTIAANSEN, 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.

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

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, p. 329-343, 2002

LI, F. et al. Deriving land surface temperature from Landsat 5 and 7 during SMEX02/SMACEX. *Remote Sensing of Environment*, v. 92, p. 521-534, 2004

HUETE, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, v. 25, p. 295-309, 1988.

IBAMA. **Diretrizes de Pesquisa Aplicada ao Planejamento e Gestão Ambiental**. Brasília, Coleção Meio Ambiente. Série Diretrizes - Gestão Ambiental, 101p., 1994.

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.