

ANÁLISE INTERTEMPORAL DE PARÂMETROS ESPECTRAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SERRA BRANCA NO ESTADO DA PARAÍBA

MADSON T. SILVA¹, RONILDO A. PEREIRA²;
CLÊNIA R. ALCÂNTARA³ & JOSÉ D. NETO⁴

¹Meteorologista, Doutorando em Meteorologia, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande - PB, Brasil. Fone: (0 xx 83) 3310 1031 Ramal: 35, madson_tavares@hotmail.com,

²Geógrafo, Doutorando em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande - PB, Brasil,

³Meteorologista, Doutora em Meteorologia, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande,

⁴Prof. Doutor, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande - PB, Brasil, Campina Grande - PB, Brasil,

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011
SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

Resumo: A degradação ambiental em níveis cada vez mais intensos tem se verificado em áreas cuja ocupação humana ocorre de forma desordenada. Este processo se amplia quando ocorre sob condições de anomalia climática cíclica, como é comum ao Semiárido Brasileiro. Em face dessa realidade é premente a determinação de parâmetros climatológicos, como forma de subsidiar o ordenamento territorial em consonância com o potencial existente, através do uso racional dos recursos disponíveis. Na atualidade, os avanços científicos e tecnológicos têm oferecido uma gama de ferramentas que possibilitam de forma ágil e econômica a investigação de dados ambientais, a exemplo do sensoriamento remoto com imagens de satélite. Aliado a isto, técnicas e métodos são desenvolvidos facilitando o uso deste ferramental, como é o caso do SEBAL, entre outros, os quais validam a obtenção de parâmetros físicos em diferentes escalas espaciais e temporais, por meio do pixel de uma cena. Ante o exposto, este trabalho teve como proposta determinar as características ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Serra Branca, localizado no Semiárido Paraibano.

Palavras-chave: degradação, sensoriamento remoto, SEBAL, índices de vegetação

SPECTRAL ANALYSIS OF PARAMETERS IN INTERTEMPORAL OF RIVER SERRA BRANCA BASIN IN PARAÍBA STATE

Abstract: Environmental degradation in increasingly intense levels has been found in areas where human occupation occurs in a disorderly way. This process is amplified when it occurs under conditions of cyclical climate anomaly, as is common in Brazilian Semi-arid. Given this reality it is pressing the determination of climatic parameters, in order to subsidize the territorial planning in strict accordance with the existing potential, through the rational use of available resources. Currently, the scientific and technological advances have offered a range of tools that allow quick and economic way of investigation of environmental data, such as the remote sensing with satellite images. Allied to this, techniques and methods are developed facilitating the use of this tool, as the SEBAL case and others, which validates the obtaining of physical parameters at different scales, spatial and temporal, through the pixels of a scene. Based on the foregoing, this work aimed to determine the environmental characteristics of the Basin of Serra Branca River, located in the Semi-arid of Paraíba State.

Keywords: degradation, remote sensing, SEBAL, vegetation index

Introdução: Na atualidade, tem surgido um intenso debate a respeito das questões ambientais. Em meio a este cenário, mais complexo são as questões que envolvem os recursos, como água, solo e vegetação tendo em vista seu caráter prioritário e estratégico. Além disso, se admite que no trato com as questões ambientais exista a necessidade de desenvolvimento de estudos que sejam abrangentes e, nesse contexto, é valiosa a adoção da bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento, por possibilitar analisar as conseqüências das ações sociais sobre o meio de forma integrada. Assim, monitorar as atividades produtivas, prevenindo os impactos, extrapolando os limites estabelecidos pela tolerância ou capacidade do meio físico é imprescindível (Silva et al., 2005). Além das diversas formas de mensurar dados ambientais tais como: métodos que variam em complexidade de estatística, métodos semi-empíricos, abordagens diretas e modelos numéricos que simulam o fluxo de calor e água através do solo, os produtos do Sensoriamento Remoto orbital vêm se tornando uma importante ferramenta para as mais variadas aplicações, permitindo avaliar as mudanças ocorridas na paisagem de uma área num dado período, registrando as modificações ocorridas. O autor ainda afirma que o SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithm for Land*) é amplamente utilizado nos estudos dos valores do fluxo de calor latente e sensível à superfície, que são parâmetros determinantes neste contexto (SILVA et al., 2005). No âmbito da sub-bacia hidrográfica do Rio Serra Branca, configura-se um espaço bastante diversificado, possibilitando diferentes formas de utilização do território. Ali, alguns fatores das atividades produtivas têm contribuído de forma decisiva para explicar boa parte dos impactos ambientais ali registrados. Logo, este trabalho teve como proposta determinar as características ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Serra Branca, localizado no Semiárido Paraibano.

Material e Métodos: A bacia hidrográfica do Rio Serra Branca está localizada totalmente no Semiárido. Sua área é de aproximadamente 450 Km² e a extensão da calha se estende por cerca de 50 km. O clima na área da bacia é classificado por Köppen como Bsh, caracterizado por uma pluviometria concentrada em um só período (3 a 5 meses), com médias anuais situadas entre 250 a 500 milímetros, conforme a Figura 1(a e b) feita com base em dados meteorológicos obtidos das estações próximas. As temperaturas médias anuais são relativamente elevadas, 26 a 29 °C e a insolação média é de 2.800 horas/ano, propiciando um índice de evaporação de elevadas proporções.

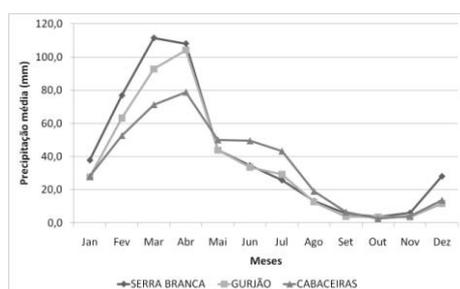


Figura 1a – Precipitação média mensal para a bacia do Rio Serra Branca e áreas adjacentes

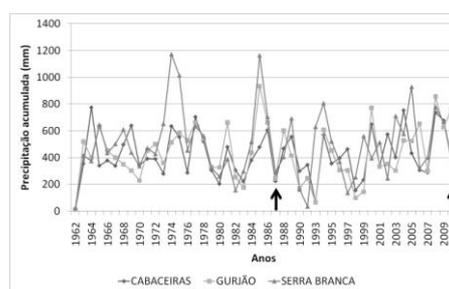


Figura 1b – Precipitação anual acumulada para a bacia do Rio Serra Branca e áreas adjacentes. Fonte: AESA (2010).

Para o pré-processamento das imagens de satélite, aplicação dos índices ambientais e apresentação final dos modelos foram utilizado o software Erdas Imagine 9.1. Para a elaboração deste trabalho foram utilizadas imagens do Thematic Map do satélite Landsat 5, composta por sete bandas espectrais, cedidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As cenas foram imageadas pela passagem nos dias 09/05/1987 e 09/06/2010, na órbita e ponto 215/65. O sistema de projeção utilizado foi WGS 84. Os coeficientes de calibração utilizados nesta pesquisa são os mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição das bandas do Thematic Map (TM) do Landsat 5, com os intervalos de comprimento de onda correspondentes, coeficientes de calibração e irradiâncias espectrais no topo da atmosfera (TOA)

Descrição dos Canais	Comprimento de onda - μm	Coeficientes de calibração $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$		$K_2(\lambda_i)$ - $\text{W m}^{-2} \mu\text{m}$
		a	b	
Banda 1 (azul)	0,45 - 0,52	-1,52	152,1	1957
Banda 2 (verde)	0,53 - 0,61	-2,84	296,8	1829
Banda 3 (vermelho)	0,62 - 0,69	-1,17	204,3	1557
Banda 4 (infrá-vermelho próximo)	0,78 - 0,90	-1,51	206,3	1047
Banda 5 (infrá-vermelho médio)	1,57 - 1,78	-0,37	27,19	219,3
Banda 6 (infrá-vermelho termal)	10,4 - 12,5	1,238	15,30	-
Banda 7 (infrá-vermelho médio)	2,10 - 2,35	-0,15	14,38	74,52

A metodologia empregada constitui-se de parte daquela utilizada por Silva et al (2005) e proposta por Bastiaanssen et al (1998) que em:

(i) O albedo da superfície (α), ou o albedo corrigido devido aos efeitos atmosféricos foi obtido através da equação (1) segundo (Bastiaanssen, 2000; Allen et al., 2002), aplicado para dias de céu claro:

$$\alpha = \frac{\alpha_{\text{toa}} - a}{b} \quad (1)$$

em que α_{toa} é o albedo planetário, a é a radiação solar refletida pela atmosfera, que varia entre 0,025 e 0,04. No SEBAL, esse valor geralmente é considerado igual a 0,03 (Bastiaanssen, 2000) e b corresponde ao quadrado da transmissividade atmosférica (τ_{sw}), que é a obtida para condições de céu claro em função da altitude de cada pixel, segundo equação (2) proposta por Allen et al. (2002).

$$\tau_{\text{sw}} = 0.75 + 2 \times 10^{-5} \times z \quad (2)$$

em que z representa a altitude de cada pixel.

(ii) Para o cálculo do Índice de Vegetação Ajustado aos Efeitos do Solo (SAVI) utilizou-se a Equação (3) proposta por (Huete, 1988):

$$SAVI = \frac{(1 + L)(\rho_4 - \rho_3)}{(L + \rho_4 + \rho_3)} \quad (3)$$

em que L é constante, cujo valor usado foi 0,1 (Accioly et al., 2002).

(iii) A temperatura da superfície (T_s), em graus Kelvin, foi determinada em função da radiância espectral da banda 6 (termal) e ϵ_{NB} através da seguinte expressão (Allen et al., 2002):

$$T_s = \frac{K_2}{\ln \left(\frac{\epsilon_{\text{NB}} K_1}{L_{\lambda,6}} + 1 \right)} \quad (4)$$

em que K_1 e K_2 são constantes iguais a $607,76 \text{ W.m}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ e $1260,56 \text{ K}$, respectivamente.

(iv) O fluxo de calor no solo (G) Wm^{-2} pode ser obtido segundo Equação 4, proposta por Bastiaanssen (2000), que representa valores próximos ao meio-dia;

$$G = \left[\frac{T_s}{\alpha} (0,0038 - \alpha + 0,0074 - \alpha^2) (1 - 0,98 \text{ NDVI}^4) \right] R_n \quad (5)$$

Para efeito de correção dos valores do fluxo de calor no solo para corpos de água ($\text{NDVI} < 0$), pode ser utilizada a seguinte expressão: $G = 0,5R_n$, segundo Allen et al.(2002);

Resultados e Discussão: A Figura 2 apresenta o Albedo à superfície estimado na Bacia Hidrográfica do Rio Serra Branca. É possível observar os valores mais baixos correspondentes aos corpos hídricos, bem como às sombras de nuvens presente no segundo quadrante das imagens. Na cena do dia 09/05/1987 (Figura 2a) é possível verificar que na parte sudeste da bacia se encontra uma área de proporções consideráveis com valores entre 10 e 20%, denunciando uma cobertura vegetal nativa, ao passo que na mesma área, mostrada na (Figura 2b) correspondente a data de 09/06/2010, estes valores são encontrados em quantidades menores sob uma área concentrada no centro das cenas. Comparando-se a distribuição espacial do albedo de superfície entre as duas cenas, verifica-se que houve pouca variação espacial do fenômeno, uma vez que, excetuando-se a substituição da cobertura vegetal nativa, as demais atividades praticadas no âmbito da bacia variaram pouco no transcorrer do tempo que corresponde à análise.

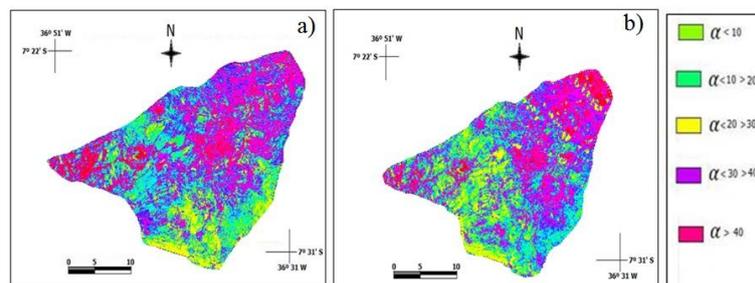


Figura 2. Albedo de superfície para a bacia do Rio Serra Branca: (a) em 09/05/1987 e (b) em 09/06/2010

A Figura 3 apresenta o SAVI estimado para a Bacia Hidrográfica do Rio Serra Branca nas datas acima referidas. Fica claro a redução da cobertura vegetal mais densa em toda a porção norte, noroeste e oeste da bacia, entretanto não parece ter influenciado de forma acentuada o albedo da área. Cabe salientar que o aumento do albedo e a perda de cobertura vegetal além de estarem vinculados as atividades produtivas, também estão ligados as variações fisiográficas e naturais do bioma caatinga. Neste caso, como as imagens derivam da mesma estação (chuvosa) este aspecto não deve ser considerado.

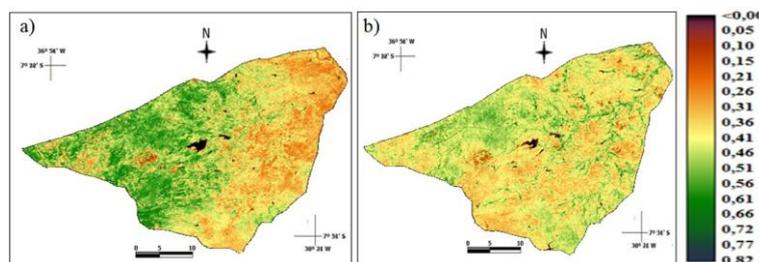


Figura 3. SAVI para a bacia do Rio Serra Branca: (a) em 09/05/1987 e (b) em 09/06/2010

A Figura 4 apresenta a temperatura de superfície para a bacia, no período aludido. Pode-se notar que as áreas onde ocorreu aumento nos valores do albedo e diminuição na cobertura vegetal apresentaram redução na temperatura à superfície. Esse decréscimo espacial e temporal da temperatura pode está relacionado à umidade do solo, uma vez que se trata da estação das chuvas, a qual para a segunda data esteve muito além da média na área (ver Figura 1b). A Figura 5 mostra o fluxo de calor no solo estimado para a bacia. Pode-se perceber que os valores na cena correspondente ao ano de 1987, estão entre 30 e 50 W/m². Para a cena correspondente ao ano de 2010, percebe-se um aumento acima de 20 W/m² nos valores, distribuído de forma equânime por toda a bacia. Em algumas áreas ocorreu um aumento do fluxo de 25 W/m². Este acréscimo pode ter relação com as condições de umidade

do solo, na cena de 2010, fato que pode ser comprovado pelos dados de precipitação mostrados acima.

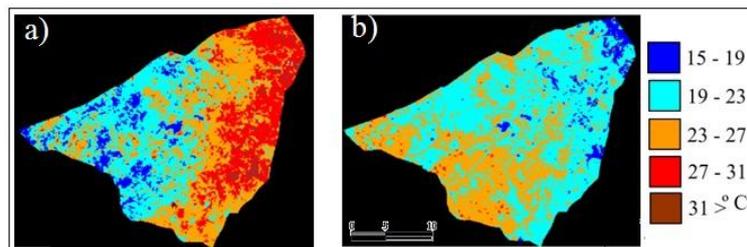


Figura 4. Temperatura de Superfície para a bacia do Rio Serra Branca: (a) em 09/05/1987 e (b) em 09/06/2010

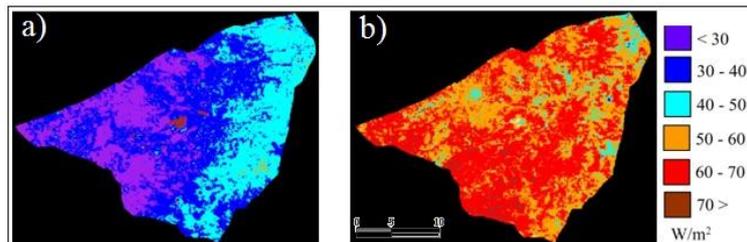


Figura 5. Fluxo de calor no solo para a bacia do Rio Serra Branca: (a) em 09/05/1987 e (b) em 09/06/2010

Conclusões: De forma geral, se pode afirmar que o albedo correspondente as datas analisadas pouco variou não obstante às modificações ocorridas na área. Apenas na parte nordeste da imagem ocorreu um acréscimo nos valores, passando de 30 e 40 para maior que 40. O SAVI, por sua vez registrou um aumento significativo, dado à redução da cobertura vegetal mais densa. Essa redução da cobertura vegetal se mostra evidente na análise espacial-temporal realizada, entretanto este aspecto não se reflete na temperatura de superfície, pois se registra uma redução acentuada. Este fato se confirma quando se observa as imagens do fluxo de calor no solo, onde se registra que valores de 1987 sofreram um aumento aproximado de 25%.

Agradecimentos: Ao CNPq, pela bolsa de Doutorado ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

- 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.06, n.03, p.492-498, 2002.
- AESA, Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba. Dados Meteorológicos das estações de Cabaceiras, Gurjão e Serra Branca. Campina Grande, 2010
- ALLEN, R. G., TREZZA, R. & TASUMI M. Surface energy balance algorithms for land. *Advance training and users manual*, version 1.0, pp.98, 2002.
- BASTIAANSEN, W. G. M.; MENENTI, M.; FEDDES, R. A. & HOLTSLAG, A. A. M. A. Remote Sensing Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) 1. Formulation. *Journal of Hydrology*, v. 212- 213, p. 198-212, 1998.
- HUETE, A. R. Adjusting vegetation indices for soil influences. *International Agrophysics*, v.04, n.04, p.367-376, 1988.
- SILVA, B. B. da, LOPES, G. M. & AZEVEDO, P. V. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens Landsat 5 – TM. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. V 13, n2, p 11-21 2005.
- SILVA, B. B. da.; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. de. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 – TM. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 20, n. 2, p. 243-252, 2005.