

ESTIMATIVA DO BALANÇO RADIATIVO EM ÁREA DE CAATINGA ATRAVÉS DE IMAGENS ORBITAIS MODIS

Francineide A. C. Santos¹, Carlos A. C. dos Santos²

¹Universidade Federal de Campina Grande, francyacs@dca.ufcg.edu.br.

²Universidade Federal de Campina Grande, carlos@dca.ufcg.edu.br.

RESUMO: O presente trabalho tem por objetivo avaliar se alterações promovidas pela degradação da vegetação nativa (caatinga), afeta o balanço de radiação e pode ser detectada por imagens geradas pelo sensor MODIS a bordo do satélite Terra. Para tanto, foram estimadas as componentes do saldo de radiação instantâneo, através de processamento utilizando o software ERDAS 8.5. Os resultados demonstram a importância da preservação do referido ecossistema, haja vista que componentes como albedo e saldo de radiação mostraram-se nitidamente diferentes ao se comparar a área preservada com a área degradada. A técnica empregada proporciona destacar padrões que diferenciam as respectivas coberturas do solo e concluir que a degradação da vegetação nativa aumenta o albedo da superfície, além de diminuir o saldo de radiação o que pode impactar o clima das áreas referentes a tais alterações.

Palavras-chave: albedo, vegetação, degradação.

ABSTRACT: The present study aims to evaluate if changes promoted by degradation of native vegetation (caatinga), affects the radiation balance and can be detected by images generated by MODIS aboard the Terra satellite. Therefore, has been estimated the components of the net radiation through processing using ERDAS software 8.5. The results demonstrate the importance of the preservation of this ecosystem, given that components such as albedo and net radiation were shown to be markedly different when comparing the preserved area with degraded area. The technique employed provides highlight patterns that differentiate their soil covers and conclude that the degradation of native vegetation increases the albedo of the surface, and reduce the net radiation which can impact the climate of the areas relating to such changes.

Keywords: albedo, vegetation degradation.

INTRODUÇÃO

A Caatinga ocupa uma área de 734.478 km², e é o único bioma exclusivamente brasileiro. Representa um grande patrimônio biológico para a região semiárida e, também, um potencial expressivo para o desenvolvimento de atividades produtivas, apesar da baixa precipitação pluviométrica (Costa et al., 2009). Dessa forma, estudos que venham a analisar a interação ente esse bioma e a atmosfera só têm a contribuir com o entendimento do papel da caatinga no microclima local e as consequências, para o meio ambiente, advindas de alterações no uso do solo.

A utilização do sensoriamento remoto com a finalidade de identificar alterações no uso da terra e as alterações ambientais provenientes de tais mudanças oferece muitas vantagens, como a grande cobertura espacial, facilidade na aquisição das imagens e baixo custo. Segundo Silva et al. (2010), o R_n não é usualmente medido em estações meteorológicas, uma vez que depende da natureza da superfície e, portanto, sofre grande influência do albedo e da temperatura da superfície, devendo-se recorrer ao sensoriamento remoto quando houver interesse na sua determinação em áreas heterogêneas. Para Bisht et al., (2010) A sua quantificação é fundamental para estudar as interações terra-atmosfera.

Nessa perspectiva, o presente estudo tem por objetivo avaliar as diferenças nas componentes do balanço de radiação à superfície sobre áreas de vegetação nativa (caatinga) e áreas degradadas utilizando o sensor MODIS, a bordo do satélite Terra.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo e coleta de dados

A área de estudo é pertencente ao Instituto Nacional do Semiárido (INSA), localizado no município de Campina Grande, estado da Paraíba, onde estão instaladas duas torres micrometeorológicas, cujos dados serão utilizados, numa próxima etapa, para validar os encontrados nesse estudo. A área de vegetação nativa está situado a $7^{\circ} 16' 48''$ S e $35^{\circ} 58' 12''$ W. A área degradada localiza-se a $7^{\circ} 14' 59,66''$ S e $35^{\circ} 56' 49,73''$ W.

As imagens MODIS foram adquiridas no formato HDF (Hierarchical Data Format) e utilizou-se o software MRT (MODIS Reprojection Tool) para convertê-las no formato GeoTIFF, para posterior processamento com o programa Erdas 8.5. A área de estudo está inserida no tile h14_ v9. Foram selecionados para a pesquisa os dias sequenciais do ano (DSA) 25, 33, 57, 81, 97, 105 do ano de 2013.

Saldo de radiação à superfície

O saldo de radiação foi estimado com base na Equação (1):

$$R_n = R_s(1 - \alpha) + R_{Ll} - R_{Lr} - (1 - \epsilon_o)R_{Ll} \quad (1)$$

em que R_s ($W m^{-2}$) é a radiação de onda curta incidente, α (adimensional) é o albedo da superfície; R_{Ll} ($W m^{-2}$) é a radiação de onda longa incidente, proveniente da atmosfera; R_{Lr} ($W m^{-2}$) é a radiação de onda longa emitida por cada pixel; e $(1 - \epsilon_o) R_{Ll}$ ($W m^{-2}$) representa a radiação de onda longa refletida pela superfície e ϵ_o é a emissividade da superfície. O termo R_s ($W m^{-2}$) representa o fluxo de radiação de onda curta refletido pela superfície.

O albedo foi determinado utilizando-se um método proposto por Liang (2000), o qual fundamenta-se na equação:

$$\alpha_L = 0,160 \cdot \rho_1 + 0,291 \cdot \rho_2 + 0,243 \cdot \rho_3 + 0,116 \cdot \rho_4 + 0,112 \cdot \rho_5 + 0,081 \rho_7 - 0,0015 \quad (2)$$

onde $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_7$, representam as refletâncias monocromáticas relativas a cada uma bandas espectrais do MODIS, representadas por meio do produto MOD09A1.

A radiação de onda curta incidente foi obtida, segundo Allen et al. (2007), por:

$$K_S = \frac{S_0 \cdot \cos \theta_z \cdot \tau_{sw}}{d^2} \quad (3)$$

onde S_0 é a constante solar (1367 W m^{-2}); θ_z é ângulo zenital solar, em graus, obtido do produto MOD09A1; d^2 = quadrado da distância relativa Terra-Sol, obtido segundo Duffie e Beckman (1991) segundo:

$$d^2 = \frac{1}{1 + 0,033 \cos(DSA2\pi/365)} \quad (4)$$

onde DSA é o dia sequencial do ano. Já a transmissividade atmosférica (τ_{sw}) foi estimada de acordo com Allen et al. (1998):

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

onde z representa a altitude de cada pixel da imagem, que foi obtido do modelo de elevação digital – DEM gerado pelo SRTM, junto ao site <http://srtm.csi.cgiar.org>.

A radiação de onda longa incidente foi obtida através da equação de Stefan-Boltzmann:

$$R_{Ll} = \varepsilon_a \sigma T_a^4 \quad (6)$$

em que T_a é a temperatura do ar próximo à superfície, σ é a constante de Stefan-Boltzmann ($\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$) e ε_a é a emissividade atmosférica, calculada segundo modelo proposto por Bastiaanssen et al. (1998), qual seja:

$$\varepsilon_a = a(-\ln \tau_{sw})^b \quad (7)$$

onde a e b são coeficientes de calibração cujos valores, de acordo com Bastiaanssen et al. (1998), são respectivamente iguais a 1,08 e 0,265.

A radiação de onda longa emitida por cada pixel foi calculada também segundo a equação de Stefan-Boltzmann:

$$R_{Lr} = \varepsilon_0 \sigma T_s^4 \quad (8)$$

onde ε_0 é a emissividade de cada pixel e T_s (K) é a temperatura da superfície, obtidos do produto MOD11A2. A emissividade da superfície foi considerada igual à média aritmética das emissividades das bandas 31 e 32, conforme proposto por Bisht et al. (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1 e 2 apresentam as cartas do albedo e saldo de radiação instantâneos. Percebe-se, que as áreas degradadas (DEG) apresentam maior albedo e menor saldo de radiação que as áreas preservadas (PRE). Na Tabela 1 estão mostrados os valores pontuais para o albedo e saldo de radiação estimados através do sensor MODIS, para as duas áreas de caatinga (preservada e degradada).

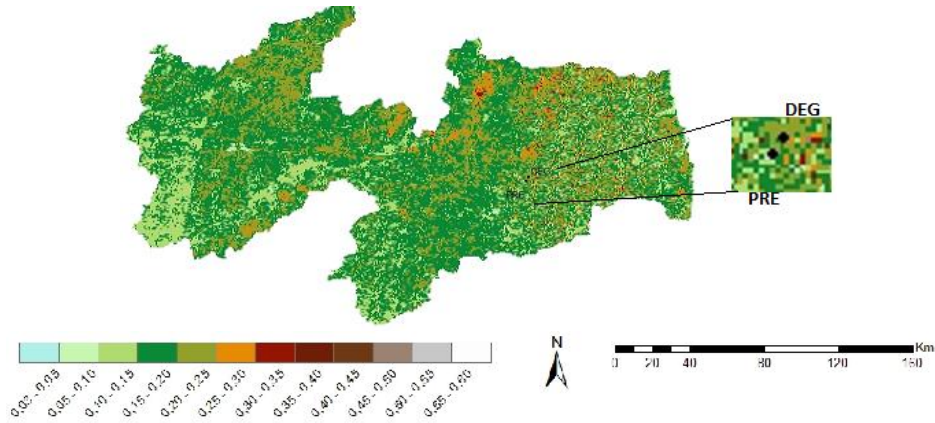


Figura 1: Albedo instantâneo obtido de produtos MODIS para o DSA 25.

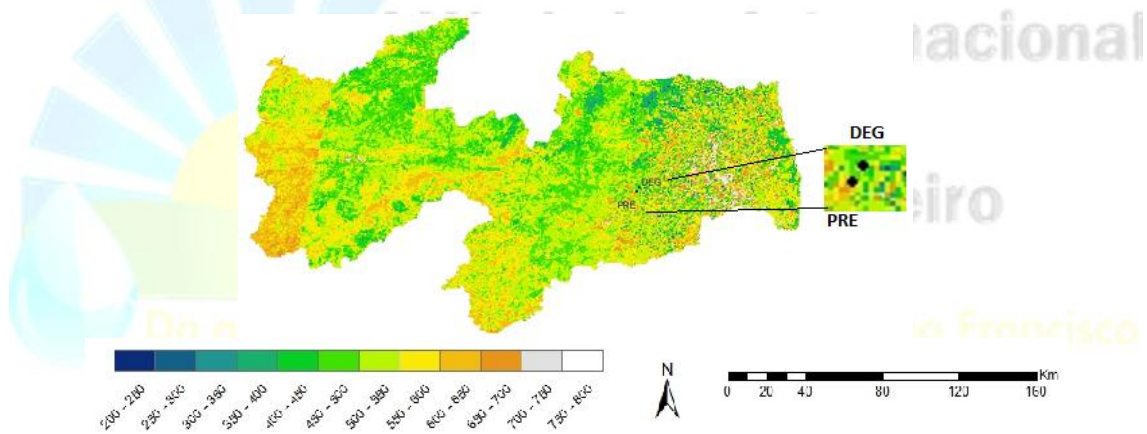


Figura2: Saldo de radiação instantâneo obtido de produtos MODIS para o DSA 25.

Tabela1: Saldo de radiação e albedo, instantâneos, obtidos de produtos MODIS

DSA	Área Preservada		Área Degradada	
	Rn(Wm ⁻²)	Albedo	Rn(Wm ⁻²)	Albedo
25	710,56	0,095	613,22	0,169
33	692,75	0,133	658,58	0,153
57	596,98	0,211	565,85	0,244
81	694,15	0,157	660,86	0,190
97	564,90	0,223	517,89	0,247
105	603,20	0,199	594,41	0,206

CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que a degradação da vegetação nativa altera o balanço energético da região haja vista que ocasiona o aumento do albedo da superfície e diminuição do saldo de radiação, fatores que podem levar a alterações no microclima local.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas concedidas e ao Instituto Nacional do Semiárido (INSA) por todo apoio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R. Satellite-based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC) - Model. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v.133, n.4, p.380-394, 2007.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements – FAO. *Irrigation and drainage*, paper 56. Rome, Italy, 318p, 1998.

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.

BISHT, G.; BRAS, R. L. Estimation of net radiation from the MODIS data under all sky conditions: Southern Great Plains case study. *Remote Sensing of Environment*, v.114, n.7, p.1522-1534, 2010.

BISHT, G.; VENTURINI, V.; ISLAM, S.; JIANG, L. Estimation of the net radiation using MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) data for clear-sky days. *Remote Sensing of Environment*, v.97, n.1, p.52–67, 2005.

COSTA, M. H.; NUNES, E. L.; SENNA, M. C. A. IMBUZEIRO, H. M. A.; 2009. Estado-da-arte da simulação da taxa de fixação de carbono de ecossistemas tropicais. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.24, n.2, 179-187.

DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. *Solar engineering of thermal process*, 2nd Ed., Wiley, N. Y. 1991.

SILVA, B. B. da; SILVA, S. T. A. da; GOMES, H. B. Alterações climáticas decorrentes de mudanças no uso da terra mediante sensoriamento remoto. *Mercator*, v. 9, n. especial (1), p. 91 a 106, 2010.

LIANG, S. Narrowband to broadband conversions of land surface albedo I Algorithms. *Remote Sensing of Environment*, v.76, p. 213- 238, 2000.