

# Saldo de Radiação em Região Semiárida do Nordeste do Brasil

*Josiclêda Domiciano Galvêncio<sup>1</sup>; Tiago Henrique de Oliveira<sup>2</sup>; Bernardo Barbosa da Silva<sup>3</sup>; Magna Soelma Beserra de Moura<sup>4</sup>*

## Resumo

Importantes propriedades de superfície que determinam as trocas de energia incluem albedo, rugosidade da superfície, calor latente, tipo de solo e presença de água, que afetam particularmente o saldo de radiação. O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento espacial e temporal do saldo de radiação no Município de São José do Sabugi, PB. Foi utilizado o algoritmo *Surface Energy Balance Algorithm for Land* (SEBAL) para a obtenção do saldo de radiação. Os resultados mostraram uma menor disponibilidade do saldo de radiação em 9 de junho de 2010, quando comparado com o de 19 de junho de 2008. Um dos motivos dessa redução é a diminuição da cobertura vegetal, seja por motivo antrópico e/ou natural. Concluiu-se que conhecer as propriedades da superfície pode determinar o que afeta particularmente o saldo de radiação e o sensoriamento remoto pode ser promissor na evolução desse conhecimento.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto, São José do Sabugi, PB, SEBAL, comportamento espacial e temporal.

## Introdução

Ecosistemas terrestres afetam o clima, por meio da interação entre energia, água, aerossóis, CO<sub>2</sub> e outros gases atmosféricos. Mudanças na composição da comunidade e estrutura do ecossistema alteram estas interações, que resultam em mudanças no balanço de energia à superfície, no ciclo hidrológico e nos ciclos biogeoquímicos, (CONFERÊNCIA REGIONAL..., 2008). Como resultado, as mudanças na cobertura da terra, por meio da dinâmica da vegetação natural ou uso antrópico podem alterar o clima.

A maior parte do conhecimento sobre a influência da vegetação, em nível global e regional sobre o clima, foi gerada a partir de modelos climáticos. Nesses modelos, a absorção de radiação pela superfície, as trocas de calor sensível e latente entre a Terra e a atmosfera, o armazenamento de calor no solo e a rugosidade da superfície possuem influência sobre o clima. Importantes propriedades de superfície que determinam essas trocas incluem o albedo, que determina a absorção da radiação solar na superfície; a rugosidade da superfície, que afeta a turbulência e os fluxos turbulentos de calor sensível, calor latente e momentum; o solo e a água, que afetam particularmente o saldo de radiação (SILVA, 2005).

Estudar o saldo de radiação em região semiárida, com especial atenção para a Caatinga, é de grande importância, uma vez que a Caatinga é um bioma extremamente rico em espécies e em endemismos,

---

<sup>1</sup> Professora - Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Ciências Geográficas, Recife, PE.

<sup>2</sup> Mestrando em Geografia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

<sup>3</sup> Professor Visitante da Universidade Federal de Pernambuco; Departamento de Ciências Geográficas, Recife, PE.

<sup>4</sup> Pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

apesar de ser ainda muito mal conhecida. Além disso, o Bioma Caatinga está entre os biomas mais degradados pelo homem (SILVA et al., 2003).

O SEBAL, desenvolvido por Bastiaanssen (1995), foi elaborado com o propósito de fornecer valores de saldo de radiação, fluxo de calor no solo e evapotranspiração de modo satisfatório e especializado para amplas áreas por meio da utilização de um número reduzido de medidas realizadas à superfície. Até então, o modo de obtenção destes valores era realizado com uso de outros métodos, como o método da Razão de Bowen e o método das Correlações Turbulentas, que apresentavam certas limitações por causa da heterogeneidade da cobertura do solo (BASTIAANSSEN et al., 1998a; ALLEN et al., 2002).

Tendo em vista sua potencialidade, Silva et al. (2005a) afirmaram que o SEBAL tem se destacado como um dos algoritmos utilizados para a obtenção e estudos dos fluxos de calor latente e fluxo de calor sensível à superfície. No que se refere à estimativa do saldo de radiação por meio do uso de imagens do sensor TM do satélite Landsat, o algoritmo SEBAL tem sido aplicado em diversas partes do mundo (BASTIAANSSEN, 2000; SILVA, et al., 2005a), e a grande vantagem da utilização deste satélite é a sua ampla coleção de imagens disponíveis para o território brasileiro.

Segundo Paiva (2005), as trocas de energia na interface vegetação-atmosfera, que ocorrem por meio dos componentes do balanço de radiação e dos fluxos de calor sensível e calor latente à superfície, são essenciais para uma modelagem climática e hidrológica, sendo a magnitude desses fluxos, e suas variações em períodos menores que um dia, muito importantes na calibração de modelos climáticos e hidrológicos.

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento espacial e temporal do saldo de radiação na região do Município de São José do Sabugi, PB.

## **Material e Métodos**

A área de estudo foi o Município do São José do Sabugi, localizado no Estado da Paraíba – Brasil (Figura 1), que se insere na mesorregião da Borborema e no Bioma da Caatinga (BRASIL, 2004). Situa-se na área de abrangência do Semiárido, apresentando um clima quente e seco, com um total anual de precipitação de cerca de 600 mm e temperaturas que oscilam de 21°C a 36°C (GALVÍNCIO et al., 2009).

Em termos de uso e cobertura do solo, apresenta predomínio de agropecuária, Savana Estépica Arborizada e Savana Estépica Parque (BRASIL, 2004; OLIVEIRA; GALVÍNCIO, 2011), caracterizadas por uma cobertura arbórea composta por árvores de pequeno porte, espinhosa e várias cactáceas, cobrindo um estrato graminoso.

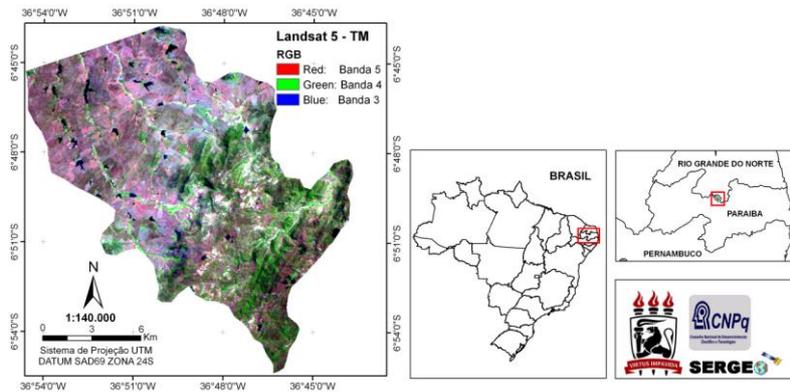


Figura 1. Localização espacial da área de estudo.

As imagens utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho foram do sensor TM (*Thematic Mapper*) a bordo do satélite Landsat-5 obtidas junto à Divisão de Geração de Imagens, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram utilizadas as imagens da órbita e ponto 215/65 com datas de passagem do satélite nos dias 19 de junho de 2008 e 9 de junho de 2010. Inicialmente, foi realizado o registro das imagens utilizadas a partir de imagem Landsat obtida junto ao Centro de Sensoriamento Remoto (SISCOM – IBAMA) e, posteriormente, a verificação do registro por meio de pontos de GPS coletados durante atividade de campo realizada no Município.

Para o processamento das imagens de satélite com o algoritmo SEBAL, foi utilizado o software *ERDAS Imagine 9.3*; e a divisão em classes e montagem final dos mapas foi realizada por meio do Sistema de Informações Geográficas *ArcGIS 9.3*. O algoritmo utilizado para obtenção do saldo de radiação foi o *Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL)*, desenvolvido e demonstrado por Bastiaanssen (1995) e Bastiaanssen et al. (1998a, 1998b), e utilizado amplamente por Silva (2005a, 2005b) e Oliveira e Galvêncio (2008) na Região Nordeste do Brasil.

## Resultados e Discussão

A Figura 2 mostra o saldo de radiação para 19 de junho de 2008 e 9 de junho de 2010. Nota-se que ocorreu espacialmente uma diminuição no saldo de radiação entre 2008 e 2010. Ou seja, apresentaram-se mais áreas com saldo de radiação inferior a  $500 \text{ Wm}^{-2}$ . Isso sugere menor quantidade de energia armazenada à superfície por causa da menor quantidade de cobertura vegetal (Figura 3).

Maldonado (2004) afirmou que a baixa atividade fotossintética em função do aspecto seco dos estratos vegetais que compõem a Caatinga faz com que a resposta espectral do dossel deste bioma apresente um importante componente de sombreamento da porção lenhosa (troncos e galhos). Asner et al. (2000) afirmaram que a ausência de material foliar verde em grande número de espécies, diminui a influência da componente foliar na resposta espectral. Deste modo, Choudhury (1992) afirmou que as características da vegetação natural da Caatinga contrastam com as das culturas implantadas que apresentam alta atividade vegetativa (atividade fotossintética), por causa da irrigação da cultura e a dominância de poucas espécies. Oliveira e Galvêncio (2011) afirmaram que o Município de São José do Sabugí, PB apresenta cinco diferentes classes de uso e ocupação do solo: Savana Estépica Arborizada, agropecuária/agricultura, solo exposto e vegetação ciliar e água. Em geral, a cobertura do solo do Município de São José do Sabugí, PB,

é a Savana Estépica Arborizada. Ainda é afirmado que o Município sofre grande influência topográfica na distribuição e porte das espécies vegetais.

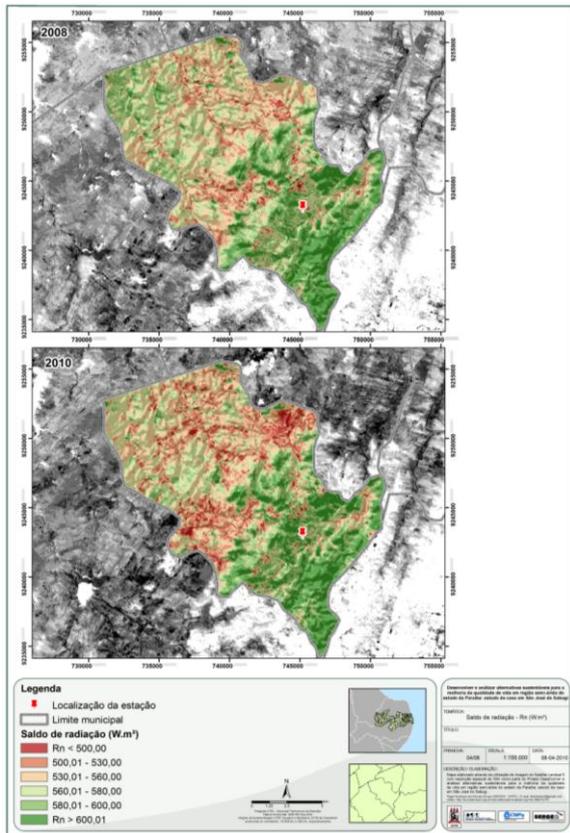


Figura 2. Saldo de radiação do município de São José do Sabugá, PB.

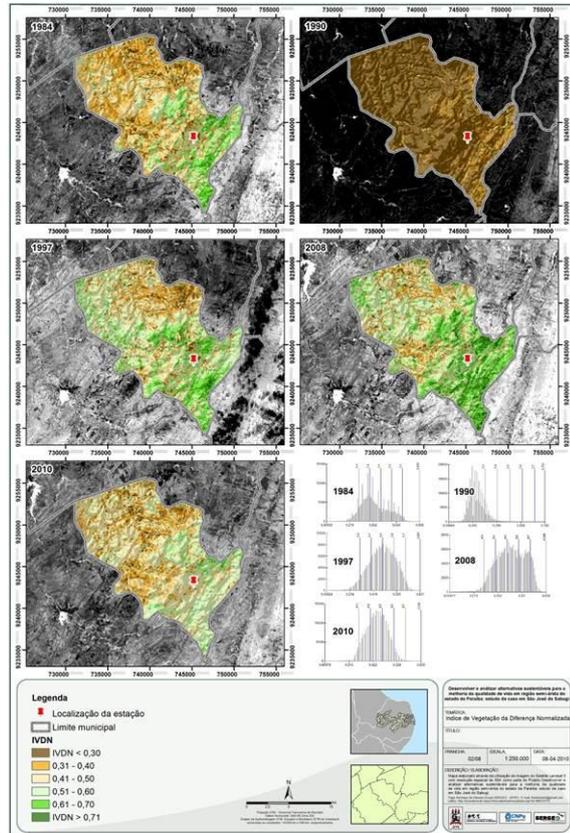


Figura 3. Índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN) para o município de São José do Sabugá, PB.

## Conclusões

O saldo de radiação estimado para 9 de junho de 2010 foi menor, quando comparado com 19 de junho de 2008. Um dos motivos dessa redução foi a diminuição da cobertura vegetal, seja por motivo antrópico e/ou natural.

Conhecer as propriedades da superfície pode determinar o que afeta particularmente o saldo de radiação e o sensoriamento remoto pode ser promissor na evolução desse conhecimento.

## Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão de auxílio financeiro, por meio do projeto de pesquisa com processo número 560033/2008-7 e ao projeto PELD, processo número 558074/2009-0, à rede de pesquisa SerCaatinga e ao

grupo de pesquisa Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (SERGEO/UFPE) pela disponibilização de infraestrutura.

## Referências

- ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R. **SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land)**: advance training and users manual: version 1.0. Washington, D.C: Idaho Implementation, 2002. 97 p.
- ASNER, G. P.; WESSMAN, C. A.; BATESON, C. A.; PRIVETTE, J. L. Impact of tissue, canopy, and landscape factors on the hyperspectral reflectance variability of arid ecosystems. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 74, n. 1, p. 69-84, 2000.
- BASTIAANSEN, W. G. M. **Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain**: a remote sensing approach under clear skies in mediterranean climates. 1995. 273 f. Thesis (Doctor Sc.) - Landbouwniversiteit, Wageningen.
- 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**, Amsterdam, v. 212/213, p. 198-212, 1998a.
- BASTIAANSEN, W. G. M.; PELGRUM, H.; WANG, J.; MORENO, Y. M. J.; ROERINK, G. J.; VAN DER WAL, T. The Surface energy balance algorithm for land (SEBAL) 2. validation. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 212/213, p. 213-229, 1998b.
- BASTIAANSEN, W. G. M. SEBAL – based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, n. 229, p. 87-100, 2000.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Levantamento dos remanescentes da cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. Brasília, DF, 2004. 14 p. (PROBIO. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira).
- CHOUDHURY, B. J. Multispectral satellite observations for arid land studies. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, Amsterdam, v. 47, p. 101-126, 1992.
- CONFERÊNCIA REGIONAL SOBRE MUDANÇAS GLOBAIS: AMÉRICA DO SUL, 3., 2007, São Paulo. **Mudança climática - rumo ao novo acordo mundial**: relatório científico. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados, 2008. 240 p.
- GALVÍNCIO, J. D.; DANTAS, L. G.; FERNANDES, J. G.; SILVA, J. B.; MOURA, M. S. B.; MACHADO, C. Análise da temperatura do ar e da superfície no sítio Boa Felicidade em São José do Sabugi – PB no Semi-árido do Brasil, **Revista de Geografia**, Recife, v. 26, n. 2, p. 124-141, 2009.
- MALDONADO, F. D. **Desenvolvimento e avaliação de uma metodologia de detecção de mudanças na cobertura vegetal do semi-árido**. 2004. 311 f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D. Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio Moxotó – PE, usando sensoriamento remoto termal. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 1 p. 30-49, 2008.
- OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D. Uso e cobertura do solo em áreas semiáridas do Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia**, Recife, v. 28, n. 1, p. 120-133, 2011.
- PAIVA, C. M. **Estimativa do balanço de energia e da temperatura da superfície via satélite NOAA-AVHRR**. 2005. 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- 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**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 243-252, 2005a.
- SILVA, B. B. da; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. de. Determinação do albedo de áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 – TM. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 201-211, 2005b.
- SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. da; LINS, L. V. (Org.). **Biodiversidade da caatinga**: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, DF: MMA, 2003.1 CD-ROM
- SILVA, M. E. S. Interação biosfera – atmosfera. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. 1 CD-ROM.