

---

## UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS DO SENSOR MODIS – TERRA NA ESTIMATIVA DO SALDO DE RADIAÇÃO À SUPERFÍCIE

LIDIANE CRISTINA FÉLIX GOMES

GLAUCIENE JUSTINO FERREIRA DA SILVA

ALEXANDRA LIMA TAVARES

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG  
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais  
Departamento de Ciências Atmosféricas, Campina Grande, PB  
lidiane.geo,{ glauc.geo}@gmail.com; kissandalima@yahoo.com.br

---

**RESUMO** - A quantificação do saldo de radiação à superfície ( $R_n$ ) se reveste de grande importância uma vez que o mesmo se constitui na principal fonte de energia responsável pelo processo evapotranspirativo, que pode ser analisado por meio de geotecnologias como o Sensoriamento Remoto que com a evolução e criação de sensores mais sofisticados tem impulsionado o crescimento e a divulgação do uso de imagens de satélites e de técnicas que facilitam a obtenção de dados sobre os fenômenos físicos que ocorrem na superfície da terra. Diante do exposto, este trabalho destina-se a obter o saldo de radiação à superfície a partir de técnicas de Sensoriamento Remoto e a aplicação do algoritmo SEBAL - *Surface Energy Balance Algorithm for Land*, utilizando imagens do satélite TERRA, em específico, do sensor MODIS, para o dia 3 de julho de 2005(período diurno), no município de Santa Rita do Passa Quatro – SP. Como resultado adquiriu-se o valor médio do saldo de radiação de  $349,34 \text{ w.m}^{-2}$ , atribuído à área urbana e solo exposto, os maiores valores obtidos compreendem o intervalo de 471 a  $700 \text{ w.m}^{-2}$  e foram relacionados à grande quantidade de área verde existente no local. Este método mostrou-se eficiente, uma vez que os valores de seus elementos avaliados condizem como o comportamento espectral dos alvos. Diante do exposto, o estudo concluiu que o uso de imagens orbitais e aplicação do algoritmo SEBAL na obtenção de produtos como o saldo de radiação são ferramentas eficazes em estudos ambientais que são influenciados pela quantidade de energia solar que chega a superfície terrestre.

**ABSTRACT** - The quantification of the surface net radiation ( $R_n$ ) is of great importance since it constitutes the main source of energy responsible for the process evapotranspirativo, which can be analyzed by means of geo as the Remote Sensing with the evolution and creation of more sophisticated sensors has driven the growth and widespread use of satellite images and techniques that facilitate the acquisition of data on the physical phenomena occurring in the earth's surface. Given the above, this work is to obtain the net radiation at the surface from remote sensing techniques and the application of the algorithm SEBAL - *Surface Energy Balance Algorithm for Land*, using satellite images from TERRA, in specific, the MODIS for the day July 3, 2005 (daytime), in Santa Rita do Passa Quatro - SP. As a result got the average value of the radiation balance of  $349.34 \text{ w.m}^{-2}$ , assigned to urban areas and bare soil, the higher values comprise the interval from 471 to  $700 \text{ w.m}^{-2}$  and were related to the large amount of area green at the site. This method proved to be efficient, since the values of its elements were consistent as the target spectral response. Given the above, the study concluded that the use of satellite images and application of SEBAL algorithm to obtain products such as net radiation are effective tools in environmental studies that are influenced by the amount of solar energy that reaches Earth's surface.

---

### 1 INTRODUÇÃO

Com o avanço das tecnologias, o geoprocessamento tem se firmado como uma importante ferramenta para análise ambiental e das alterações provocadas pelo homem ao meio ambiente, essas interferências são dinâmicas e necessitam de técnicas que as monitorem temporalmente. Para isso a utilização de equipamentos com precisão é de fundamental importância para os estudos do planeta. De posse desta visão não poderia ficar ausente o sensoriamento remoto. Enaltecendo esta tecnologia, pode-se afirmar que os avanços para essa área não param. Dentre as técnicas utilizadas para obtenção de dados destacam-se os múltiplos usos das imagens de satélite.

Para tal foram criados algoritmos que facilitassem a extração de informações das imagens orbitais. Um desses é o SEBAL - Surface Energy Balance Algorithm for Land é amplamente utilizado em sensoriamento remoto, para determinar fluxos de calor sensível e latente à superfície (Bastiaanssen, 1995).

Para alimentar o algoritmo são necessários imagens de satélite e alguns elementos meteorológicos observados à superfície. A grande vantagem do SEBAL é determinar o saldo de radiação à superfície sem custos elevados.

Na região Nordeste observa-se um número crescente de estudos através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto (Folhes, 2005; Lopes et al., 2005; Moreira & Galvêncio, 2007; Bezerra et al., 2011). Giongo (2008), que utilizou o algoritmo SEBAL para estimar o balanço de radiação com dados de uma estação de superfície, em área irrigada no município de Santa Rita do Passa Quatro (SP), verificou que o algoritmo apresentou valores consistentes e satisfatórios para a aplicação, obtendo correlações acima de 98% entre os dados medidos e estimados. Uma importante variável analisada para a escolha do satélite foi a quantidade de informações que o mesmo dispõe, desde dados de superfície a produtos de atmosfera. Neste trabalho, foram utilizadas as imagens do sensor MODIS obtida através do satélite TERRA, devido a sua alta resolução temporal, a sua condição de aquisição gratuita e as bandas disponíveis, o que possibilitou ter como resultado a estimativa da temperatura da superfície diária para a região de Santa Rita do Passa Quatro- SP para o dia 03 de julho de 2005. O objetivo geral deste estudo foi estimar o saldo de radiação, seguindo os procedimentos metodológicos específicos com o auxílio do algoritmo SEBAL.

## 2 MATERIAIS E METODOS

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo esta inserida no município de Santa Rita do Passa Quatro no estado de São Paulo, com uma altitude de 748 metros e as seguintes coordenadas: 21°42'37" S e 47°28'41" O. Sua população é de aproximadamente 26.444 habitantes, segundo o IBGE –Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A Figura 1 mostra a área destacada com uma seta indicando sua posição geográfica.

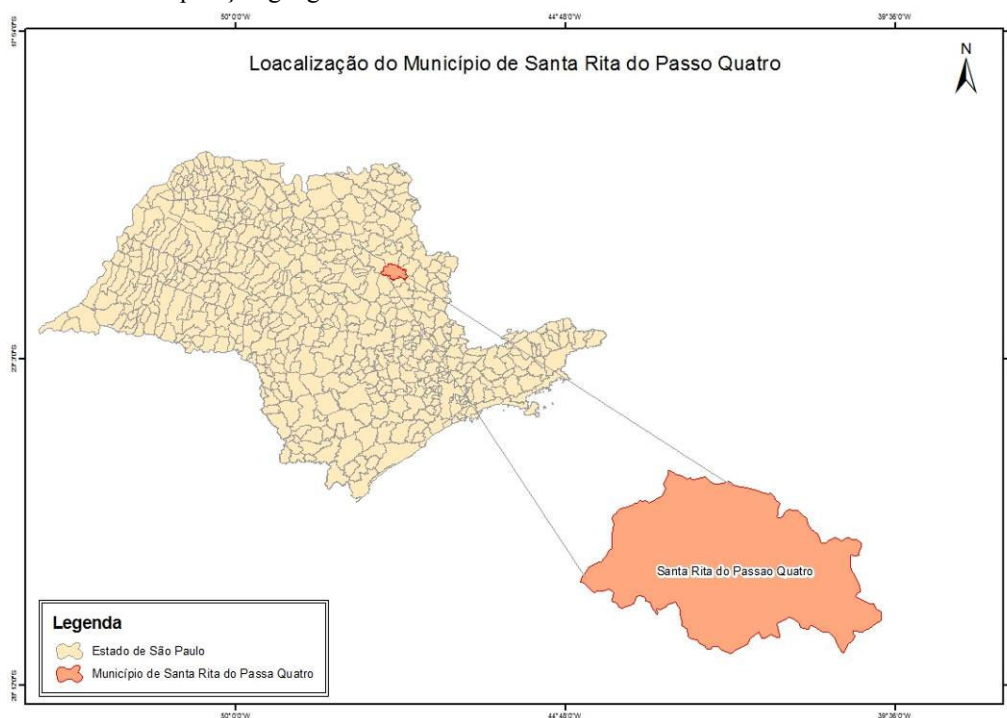


Figura 1 – Localização da cidade de Santa Rita do Passo Quatro, no estado da São Paulo - Brasil.

### 2.2. Obtenção dos dados

Os produtos utilizados na pesquisa foram as imagens obtidas pelo sensor MODIS, instalado no satélite TERRA, formalmente conhecido como EOS-AM. O TERRA opera numa orbita polar e sol síncrona, com uma inclinação de

aproximadamente 98,2 graus e uma altitude média de 705 km. O sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), que é um dos cinco instrumentos do satélite TERRA que imagea toda a superfície da Terra a cada 1-2 dias, com uma varredura de 2.330 km, adquirindo dados em 36 bandas espectrais distintas. Do sensor MODIS/Terra, foram adquiridos dois produtos de grande importância para a obtenção do saldo de radiação que pode ser visualizado em um esquema como mostra a Figura 2:

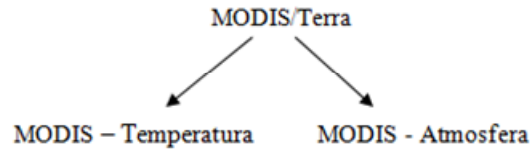


Figura 2 – Esquema de obtenção do saldo de radiação com produtos do sensor MODIS/Terra.

Para os dados de temperatura, foram selecionados o *MODIS/Terra Land Temperature/Emissivity Daily L3 Global 1km and 500m SIN Grid V005* na área do *tile h13v11*, inserindo a escolha do mês e o período de passagem do instrumento MODIS, neste caso foi o mês de julho de 2005, apenas para o período diurno. Basicamente, foram realizados de acordo com o fluxograma da Figura 3, os seguintes procedimentos para se obter o balanço de radiação.

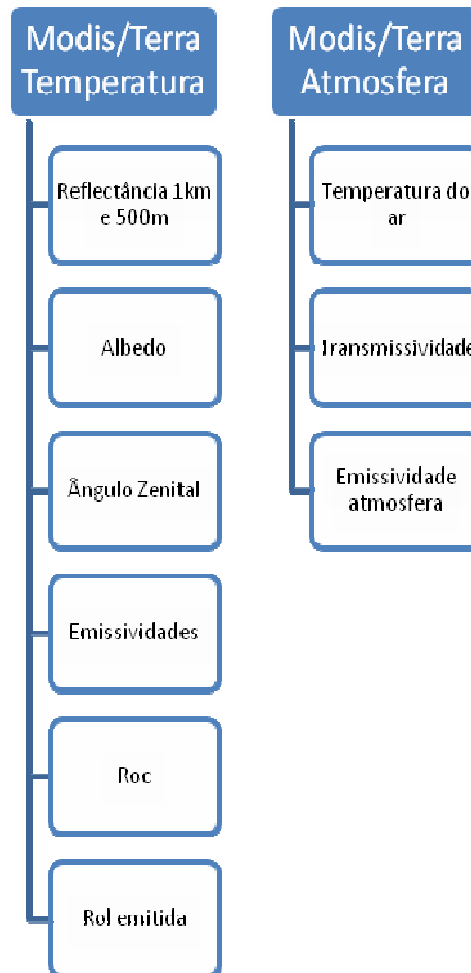


Figura 3 – Etapas que compõe a obtenção do balanço de radiação.

Entre os produtos obtidos durante a sequência de passos, podemos avaliar previamente o albedo, que conforme Mendonça et al. (2010) pode ser obtido através da imagem de reflectância corrigida, é possível obter o albedo instantâneo da superfície através da equação 1:

$$\alpha = 0,215\rho_2 + 0,215\rho_3 + 0,242\rho_4 + 0,129\rho_5 + 0,101\rho_6 + 0,062\rho_7 + 0,036\rho_8 \quad (1)$$

Onde  $\rho_2$ ,  $\rho_3$ ,  $\rho_4$ ,  $\rho_5$ ,  $\rho_6$ ,  $\rho_7$  e  $\rho_8$  são as bandas de reflectância do produto MODIS/Terra, multiplicados com seus respectivos coeficientes de ponderação. Esta e as etapas seguintes do algoritmo SEBAL foram implementadas na ferramenta “Model Maker” do software “Erdas Imagine 9.2”. Para este albedo, a média foi de 14%, conforme Figura 4.

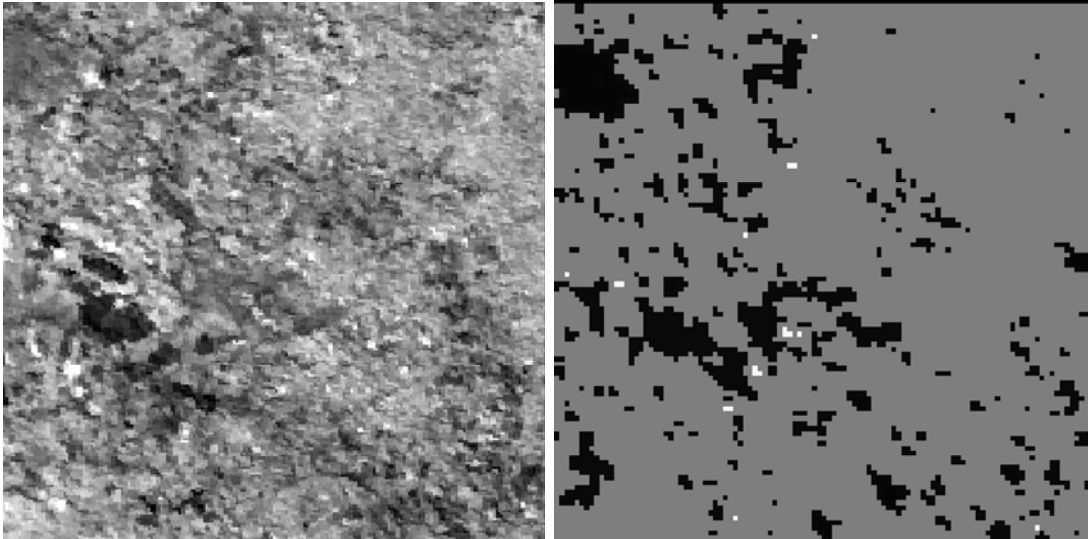


Figura 4- Imagem de albedo e a média das emissividades 31 e 32.

Já a média das emissividades pode ser obtida de acordo com Lopes et al., (2007) a partir dos dados de temperatura da superfície, com as emissividades da banda 31 e 32 através das equações 2, 3 e 4 respectivamente:

$$\epsilon_{31} = 0,02 \times DC \times 0,49 \quad (2)$$

$$\epsilon_{32} = 0,02 \times DC \times 0,49 \quad (3)$$

$$\epsilon_{\text{méd}} = (\epsilon_{31} + \epsilon_{32}) / 2 \quad (4)$$

Onde DC corresponde à camada 9 para a banda 31 e à camada 10 para a banda 32, no qual foi realizada a média entre elas, que apresentou valor médio de 0,966.

O Saldo de Radiação do produto MODIS/TERRA, à superfície obtida foi determinado de pixel a pixel através da equação 5, conforme Allen et al., (2002):

$$R_n = (1 - \alpha) R_{(s\downarrow)} + R_{(L\downarrow)} - R_{(L\uparrow)} - (1 - \epsilon_0) R_{(L)} \quad (5)$$

Onde:  $R_{s\downarrow}$  é a radiação de onda curta incidente,  $\alpha$  é o albedo corrigido de cada pixel,  $R_{L\downarrow}$  é a radiação de onda longa emitida pela atmosfera na direção de cada pixel,  $R_{L\uparrow}$  é a radiação de onda longa emitida por cada pixel e  $\epsilon_0$  é a emissividade de cada pixel.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado médio do saldo de radiação foi  $349,34 \text{ w.m}^{-2}$ , mas a fim de visualizar o comportamento do balanço de energia incidente na superfície de toda imagem obtida no dia 03 de julho, com o produto MODIS/Terra foi

confeccionado um mapa temático, que pode ser visto na Figura 5, pois sua característica principal é de proporcionar um olhar mais detalhado, sobre o objeto estudado. Os valores que compreendem o intervalo entre 470 – 700  $w.m^{-2}$  são designados às áreas com presença de espelhos d'água ou áreas com presença de vegetação, visto que maiores saldos de radiação é resultado de elementos com baixo poder de reflectividade e consequentemente maior poder de absorção. Observa-se uma área com um tom mais escuro no intervalo de 0 – 160  $w.m^{-2}$  que representa áreas com solo exposto, áreas urbanizadas ou vegetação rasteira, mas que devido ao fato do sensor MODIS possuir uma baixa resolução espacial, dentro de cada pixel estão contidos vários elementos, predominando na visualização o que se apresenta em maior quantidade.

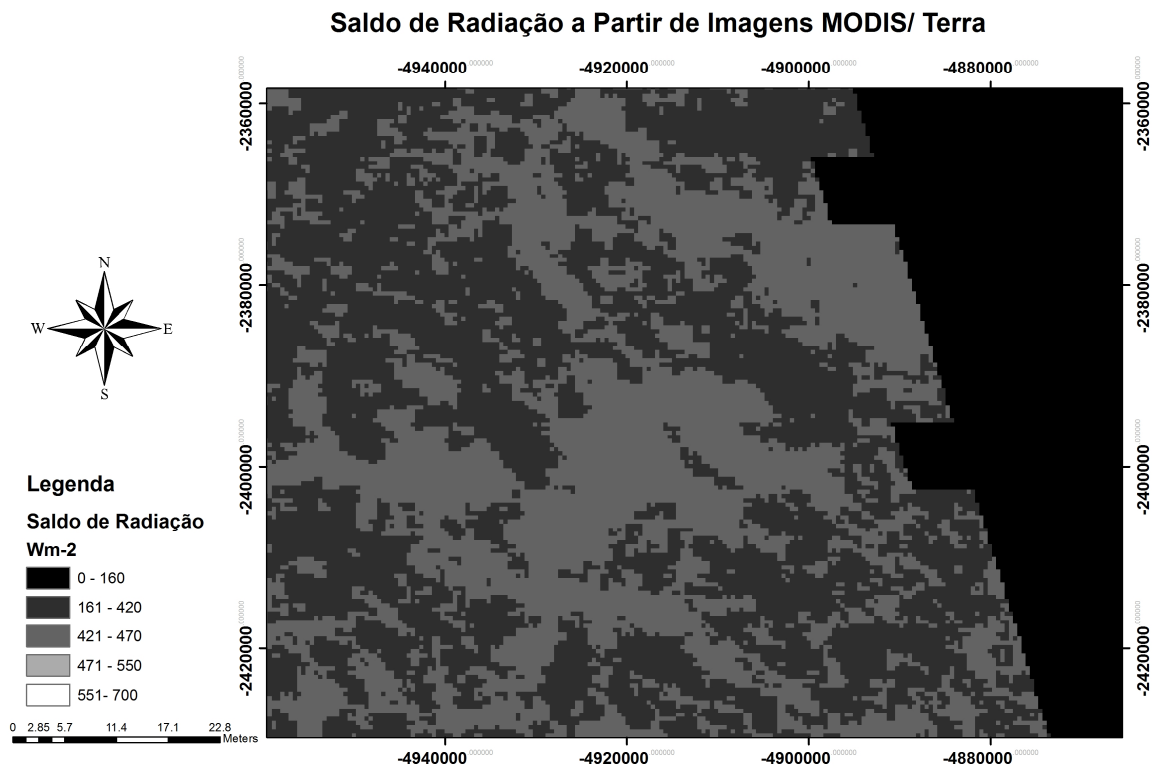


Figura 5 – Mapa temático da estimativa do saldo de radiação à superfície da terrestre.

#### 4 CONCLUSÃO

A utilização dos produtos MODIS são uma fonte de dados promissoras para análise e monitoramento da superfície terrestre devido a sua alta resolução temporal, disponibilidade de imagens e sua vasta aplicabilidade em estudos ambientais que são influenciados pela radiação. Os valores alcançados foram espacializados e condizem com o comportamento espectral dos alvos, porém em algumas áreas os alvos se misturam, pois apresentam uma baixa resolução espacial. Também foi avaliado que a obtenção de seus dados pode acarretar algumas falhas, como áreas sem cobertura do satélite ou uma grande quantidade de nuvens no momento da aquisição dos dados no imageamento. Este tipo de método na obtenção de saldo de radiação é indicado para grandes áreas, ou ainda lugares onde são desprovidos de equipamentos na obtenção de dados de superfície.

#### 5 REFERÊNCIAS

Allen, r. G., tasumi, m., trezza, r., et al., 2002, sebal (surface energy balance algorithms for land) advanced training and users manual – idaho implementation, idaho university, idaho, usa.

Druck, S., Carvalho, M., Câmara, G., & Monteiro. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Brasília: Embrapa, 2004

Jensen, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**. São José dos Campos - SP: Editora Parêntese, 2009.

Rosa, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Uberlândia: EDUFU,2007.

Bastiaanssen, W.G.M. **Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain: A remote sensing approach under clear skies in Mediterranean climate**. Netherlands: CIP Data Koninklijke Bibliotheek, Den Haag, 1995. 272p. PhD Tesis.

Bezerra, M. V. C.; Silva, B. B. da; Bezerra, B. G. Avaliação dos efeitos atmosféricos no albedo e NDVI obtidos com imagens de satélite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.15, n.7, p.709–717, 2011.

Folhes, M. T. **Uma aplicação da banda termal do TM/Landsat-5 no gerenciamento dos recursos hídricos**. In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, 2005, INPE, p. 3009-3016.

Giongo, P. R. **Estimativa do balanço de radiação com técnicas de sensoriamento remoto e dados de superfície**. Recife, PE: UFRPE, 2008. Originalmente apresentada como dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008. 255p

Lopes, H. L. Candeias, A.L.B. accioly, L.J.O. Tavares Júnior J. R. **Utilização dos parâmetros físicos albedo e temperatura na identificação de áreas degradadas na Bacia do Rio Brígida –PE**. In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, 2005, INPE, p. 3119-3127.

Lopes, P.M.O; Rizzi, R.; Valeriano, D.M. **Modelagem da emissividade da superfície terrestre em regiões montanhosas a partir de dados do sensor Modis**. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2797-2804.

Mendonça, J.C.; André, R.G.B.; Marques, V.S.; Pinheiro, F.M.A; Chaves, R.R. **Análise do Albedo à Superfície a partir de Produtos Modis**. In: Anais do XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010.

Moreira, E. B. M.; Galvêncio, J. D. **Espacialização das temperaturas à superfície na cidade do Recife, utilizando imagens TM – Landsat 7**. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE. v. 24, n. 3, 2007.

Silva, B. B. da; Lopes, G. M.& Azevedo, P. V.(2005) Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 –TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v.20, n.2, pp. 243-252