ANÁLISE DA ESTIMATIVA DO SALDO DE RADIAÇÃO NA MICRORREGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO PARA OS ESTADOS DE ALAGOAS E SERGIPE, UTILIZANDO O SENSOR TM LANDSAT 5 E O ALGORITMO SEBAL.

Carlos Denyson da Silva Azevedo,[1] Frederico Tejo Di Pace,[2] Thomás Rocha Ferreira,[3] Dimas de Barros Santiago[4], Jefferson Aparecido Arestides De Melo[5]

[1]Mestrando em Meteorologia. Instituto de Ciências Atmosféricas, ICAT/UFAL, email: denysonazevedo@gmail.com
[2] Doutor Prof. Instituto de Ciências Atmosféricas, ICAT/UFAL, email: fredericodipace@gmail.com
[3, 4, 5] Graduando em Meteorologia. Instituto de Ciência Atmosféricas, ICAT/UFAL, email:
[3] thomasmcz@hotmail.com
[4] dimas.barros91@gmail.com
[5] jefferson89_melo@gmail.com

RESUMO: Objetiva-se neste trabalho a análise da estimativa do saldo de radiação para a microrregião do Baixo São Francisco nos Estados de Alagoas e Sergipe. Foram feitos dois recortes das imagens do sensor TM - Landsat 5 na órbita 215 e ponto 67, nos dias 31/05/1995 e 24/06/2004. Foi aplicado o algoritmo SEBAL para o cômputo do Saldo de Radiação. Observou-se um aumento entre os anos, sendo que no ano 1995, os valores ficaram em média entre 375 a 400 W m^{-2} e em 2004 entre 450 a 475 W m^{-2}. Os maiores valores do saldo de radiação foram verificados sobre o rio São Francisco e em açudes, entre 475 a 500 W m^{-2}, e entre 500 a 525 W m^{-2}, respectivamente, no ano de 2004. Observou-se um relativo aumento no saldo de radiação entre os anos de, 1995 e 2004, na ordem de 75 W m^{-2}, ocasionado pela ocorrência de chuvas antes da passagem do satélite em 24/06/2004. Foi possível a análise da estimativa do saldo de radiação para a microrregião região do Baixo São Francisco.

Palavras chaves: Sensoriamento Remoto, Estimativa, Saldo de Radiação, Superfície, SEBAL.

ABSTRACT: Objective of this work is the analysis of the estimated net radiation for micro Lower São Francisco in the States of Alagoas and Sergipe. Was made two cuts of TM – Landsat 5 in orbit 215 and paragraph 67, on 31/05/1995 and 24/06/2004. SEBAL algorithm was applied for the calculation of the radiation balance. We observed an increase between years, and in 1995, the values were averaged between 375-400 W m^{-2} and in 2004 between 450-475 W m^{-2}. The highest values of net radiation were observed on the São Francisco River and dams between 475-500 W m^{-2}, and between 500 and 525 W m^{-2}, respectively, in 2004. There was a relative increase in net radiation between the years 1995 and 2004, on the order of 75 W m^{-2}, caused by rain before the passage of the satellite on 24/06/2004. It was possible to analyze the estimate of net radiation for micro region of the Lower São Francisco.

Keywords: Remote Sensing, Estimation, Radiation Balance, Surface, SEBAL.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro enfrenta problemas devido a irregularidade do seu regime pluvial, prejudicando sua agricultura, hidrologia, entre outras áreas. Tem sido alvo de estudos envolvendo o computo do saldo de radiação (Rn) à superfície, efetivamente e economicamente, por meio do sensoriamento remoto (Di Pace, 2004; Silva et al., 2005; Silva, 2010; Barbosa, 2012). Os autores aplicaram sobre a região o algoritmo Surface Energy Balance Algotithm for Land (SEBAL), o qual leva em consideração, a variabilidade espacial de muitas variáveis micrometeorológicas, através de funções semi-empíricas, podendo ser aplicado em diversos agrossistemas (Bastiaanssen et al., 1998). Os resultados têm sido satisfatórios.

O sado de radiação é indispensável para estudos micrometeorológicos envolvendo os componentes do balanço de energia (fluxos verticais e horizontais de calor latente e de calor sensível) entre a superfície terrestre e atmosfera e assim, como estudos com evapotranspiração; informações que são de grande importância para maior eficiência do uso da água. Neste contexto temos como objetivo a análise da estimativa do saldo de radiação para a microrregião região do Baixo São Francisco nos Estados de Alagoas e Sergipe.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram feitos dois recortes das imagens do sensor TM - Landsat 5 na órbita 215 e ponto 67, nos dias 31/05/1995 e 24/06/2004, com coordenadas conforme a Figura 1, cedidas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Foram utilizados dados da temperatura do ar e precipitação da estação de Propriá-SE, lat. 10° 12’S e long. 36° 50’W, cedidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

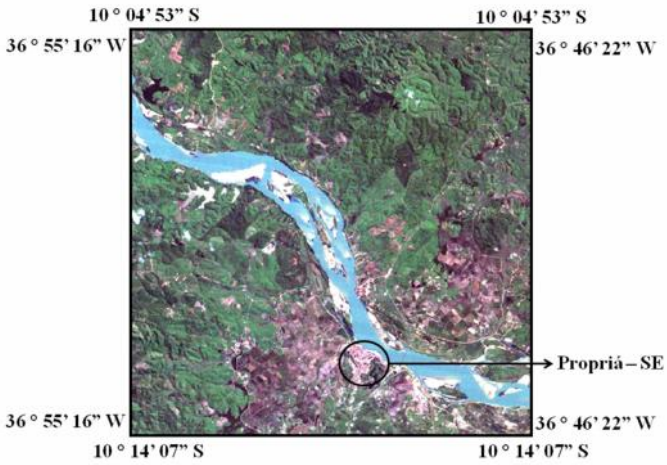


Figura 1 – Microrregião do Baixo São Francisco nos Estados AL e SE e área do município de Propriá - SE. Imagem do sensor TM - Landsat 5, 31/05/95. Fonte: Autor, 2013.

Foi aplicado algoritmo SEBAL para cômputo do Saldo de Radiação. A radiação de onda

longa emitida por cada pixel, R_L (W m^{-2}), foi dado por:

$$R_L\uparrow = \varepsilon_0.\sigma.T_s^4$$

Onde ε_0 e T_s representam a emissividade e a temperatura de cada pixel, respectivamente, e σ é a constante de Stefan – Bolztmann ($5{,}67x10^{-8}$ W m^{-2} K^{-4}). A radiação de onda longa incidente emita pela atmosfera na superfície foi obtida segunda a equação:

$$R_L\downarrow = \varepsilon_a.\ \sigma.T_a^4$$

Em que ε_a (emissividade atmosférica) = $1.08x(-\ln \tau_{sw})^{0.265}$ (Bastiaasen, 1995), T_a a temperatura do ar dada pela estação. No calculo de τ_{sw} (transmissividade atmosférica) = $0{,}75.2x10^{-5}$.Z, onde em Z (altitude) foi usando o Modelo de Elevação Digital (MED) da USGR *Earth Resources Observation and Science* (EROS) *Center*, oriundos da NASA (National Aeronautics and Space Administration). A radiação de onda curta incidente $R_S\downarrow$ obtida pela equação:

$$R_S\downarrow = G_{sc}.\cos\Theta.dr.\ \tau_{sw}$$

G_{sc} é a constante solar (1367 W m^{-2}), Θ é o ângulo de incidência da radiação solar e *dr* é o inverso do quadrado da distância Terra-Sol. Por fim o saldo de radiação é dado pela equação:

$$Rn = R_S\downarrow\ (1-\alpha_s) + R_L\downarrow - R_L\uparrow - (1-\varepsilon_0)\ R_L\downarrow$$

α_s é o albedo corrigido de cada pixel, os outros termos já foram devidamente explicitados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

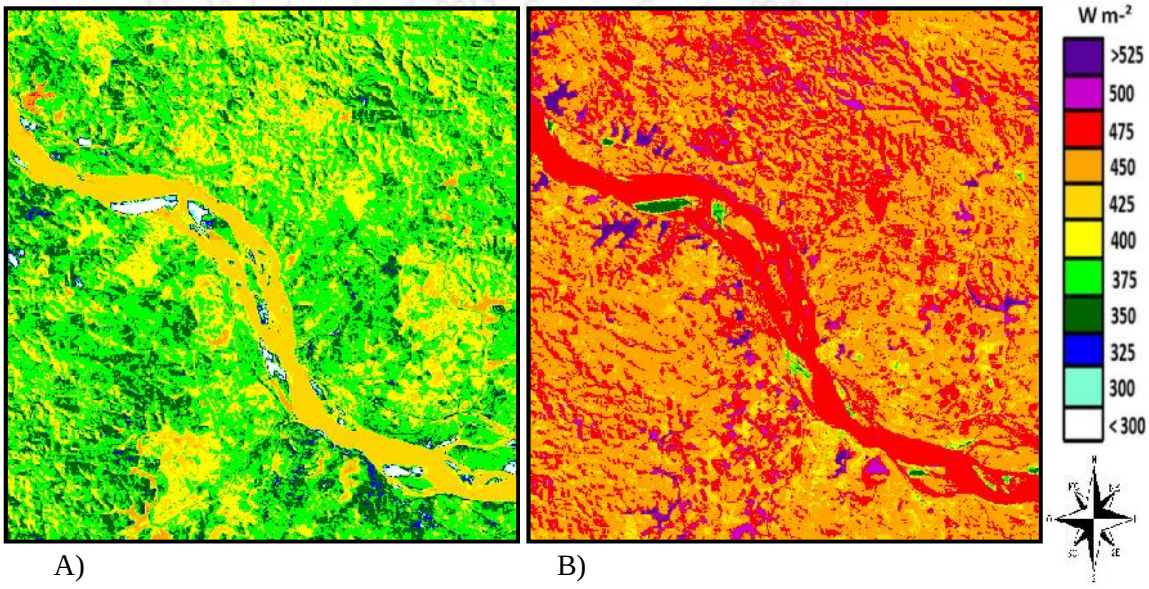
Nos mapas do Rn (Figura 2), observou-se um aumento entre os anos analisados, no dia 31/05/1995 (A) os valores ficaram em média entre 375 a 400 W m^{-2}, e em 24/06/2004 (B) de 450 a 475 W m^{-2}. A estação de Propriá em 2004, registrou chuvas durante dez dias, antes da passagem do Landsat 5, isto influenciou diretamente nos valores do Rn, consequentemente o solo úmido, ganha maior obsorção de energia, resultando no aumento do saldo de radiação. Silva et al. (2005) relatou situação similar, calculando o Rn em áreas irrigadas do Projeto Senador Nilo Coelho em Petrolina – PE, no ano 2000 e encontrou valor médio de 615 W m^{-2}, antes da passagem do satélite, houve ocorrências de chuvas, o que desencadeou um leve aumento no Rn quando comparado ao obtido em 2001, o qual registrou um valor médio de 583,9 Wm^{-2} na mesma região.

Os maiores valores do Rn foram observados sobre o Rio São Francisco (RSF) com valores entre 425 a 450 Wm^{-2} e em açudes, entre 450 a 475 W m^{-2} em 1995. Entretanto em 2004 o rio registrou valores entre 475 a 500 Wm^{-2}, e os açudes entre 500 a 525 Wm^{-2}. Esses valores ficaram menores do que os registrados pelos autores em partes mais altas do rio São Francisco. Silva (2005) encontrou para o lago do Sobradinho e RSF valor de 751,3 W m^{-2}. Já Silva (2010) encontrou Rn de 700 W m^{-2} para o RSF próximo da barra da Usina Hidrelétrica de Xingó, mais abaixo do rio. Barbosa (2012) encontrou valores acima de 675 W m^{-2}. Em contra ponto Gusmão (2011) em outra região, encontrou Rn para Rio Araguaia acima de 575 W m^{-2}. Rios tem a

capacidade de reter bastante energia (BARBOSA, 2012), visto que os corpos d'água possuem maior Rn devido sua alta absorção radioativa. O saldo de radiação em açudes foram maiores que sobre o rio, Di Pace (2004) calculou o Rn no Perímetro Irrigado Senador Nilo na Barragem de Sobradinho, localizada no município de Casa Nova-BA, até o município de Petrolina-PE para açudes encontrou 621,72 W m^{-2} em 2000 e 701,31 W m^{-2}.

Os bancos de areia tiveram os menores valores do Rn, menos de 300 W m^{-2} (1995) e 350 W m^{-2} (2004), Gusmão (2011) em bancos de areia no leito do Rio Araguaia, encontrou valores inferiores a 375 W m^{-2} e Bastiaanssen et al. (1998) no deserto valores de Rn em torno de 400 W m^{-2}, seu menor registro de Rn comparado aos outros alvos é devido sua alta reflectividade.

Áreas vegetadas ficaram com valores entre 350 a 400 W m^{-2} (1995) e de 450 a 475 W m^{-2} em (2004). Áreas de plantio ao lado oeste e nordeste da cidade, em 1995 tiveram Rn entre 375 a 400 W m^{-2} em 2004 chegando a 500 W m^{-2} na parte oeste, um aumento entre 75 a 100 W m^{-2}. Na área a nordeste, foi menos intensa, entre 25 a 50 W m^{-2}. Di Pace (2004) encontrou para áreas irrigadas e frutíferas valores de Rn de 534,7 W m^{-2} e 489,24 W m^{-2}, respectivamente. A área urbana de Propriá registrou em ambos os anos um saldo menor do que as áreas vegetadas, em 1995 variou entre 325 a 375 W m^{-2} em 2004 de 400 a 425 W m^{-2}, isto se da ao fato da redução da vegetação nativa aumentando a incidência direta da radiação no solo, agora exposto, e de acordo com Barbosa (2012) como consequência, isto acarreta para região menos energia para ser transformada em calor latente e sensível. Di Pace (2004) e Silva et al., (2005) para solo exposto, encontraram valores de 431,45 W m^{-2} e 421,8 W m^{-2}, respectivamente, a diferença entre o Rn obtido em Propriá e resultados obtidos por Di Pace (2004) e Silva et al., (2005) estão ligados além da precipitação aos meses deferentes de cômputo do Rn.



A) B)

Figura 2 – Mapa do Saldo de Radiação (W m^{-2}) para microrregião do baixo São Francisco, A) 31/05/95 e B) 27/06/2004. Fonte: Autor, 2013.

CONCLUSÕES

Foi possível a análise da estimativa do saldo de radiação para microrregião do Baixo São Francisco para os Estados de Alagoas e Sergipe e os valores obtidos condizem ao esperado pela literatura.

O aumento no saldo de radiação entre 1995 e 2004 foi aproximadamente de 75 W m^{-2}, ocasionado devido a ocorrências de chuvas antes da passagem do satélite em 24/06/2004. Os maiores aumentos no saldo foram registrados nas áreas de plantio chegando até 100 W m^{-2}. Estando com maior umidade, obtiveram Rn muito maior do que em situação mais seca.

O saldo de radiação sobre o rio São Francisco, quando comparado com resultados obtidos por outros autores, se comportou menor nas duas imagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BASTIAANSSEN, 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**, 212-213: 213-229, 1998.

DI PACE, F.T.; 2004: Estimativa do balanço de radiação à superfície terrestre utilizando imagens TM – Landsat 5 e modelo de elevação digital. TESE DE DOUTORADO. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB.

GUSMÃO, A. C. V. L.; 2011: Obtenção do Saldo de Radiação através de imagens de satélite para a ilha do Bananal – TO. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. 63 f. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB.

SANTOS, F. B.; 2012: Estimativa do balanço de energia utilizando imagens do sensor TM-LANDSAT 5 no baixo São Francisco. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. 113 f. Universidade Federal de Alagoas, Maceió – AL.

SILVA, R. F.; 2010: Mapeamento da estimativa do saldo de radiação instantânea no médio São Francisco com base em sensores remotos e o modelo de elevação digital. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. 113 f. Universidade Federal de Alagoas, Maceió – AL.

SILVA, B. B. da; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Balanço de Radiação em Áreas Irrigadas Utilizando Imagens Landsat 5–TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.2,p.243-252, 2005.