



DETERMINAÇÃO DA NECESSIDADE DE SUPLEMENTAÇÃO DE ÁGUA PARA A CULTURA DE SOJA

Juliano Schirmbeck¹, Priscylla Ferraz Câmara Monteiro²,
Denise Cybis Fontana³, Débora Regina Roberti⁴

⁽¹⁾ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Av. Bento Gonçalves, 9500 - Campus do Vale, Caixa Postal: 15044, CEP: 91501-970 - Porto Alegre - RS - Brasil Telefone: (51)3308-6221 E-mail: schirmbeck.j@gmail.com. ⁽²⁾ Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária. ⁽³⁾ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia. ⁽⁴⁾ Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas Departamento de Física.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

RESUMO: O objetivo deste trabalho é analisar a capacidade de utilização de técnicas de sensoriamento remoto para determinar a distribuição espacial da necessidade de suplementação de água no cultivo de soja no município de Cruz Alta - RS, a partir da diferença entre a evapotranspiração real, obtida por balanço de energia, e da evapotranspiração de cultivo (ET_o x K_c). Os resultados obtidos demonstraram que a metodologia é consistente e agrega o benefício da possibilidade de espacialização de resultados através do uso de técnicas de sensoriamento remoto.

PALAVRAS CHAVE: Balanço de Energia, Evapotranspiração, Imagens MODIS.

ABSTRACT: The objective of this paper is analyze the usability of remote sensing techniques to determine the spatial distribution for supplemental water in the soybeans cultivation area in Cruz Alta - RS, from the difference between the actual evapotranspiration obtained by energy balance and crop evapotranspiration (ET_o x K_c). The results showed that the methodology is consistent and adds the benefit of the possibility of spatial results through the use of remote sensing techniques.

KEYWORDS: energy balance, evapotranspiration, MODIS images.

INTRODUÇÃO

O clima do Estado do Rio Grande do Sul se caracteriza pela alta variabilidade da precipitação pluvial, a qual influencia fortemente o rendimento de grãos da soja. Como alternativa para reduzir o impacto do déficit hídrico frequente no verão existe a irrigação, sendo, neste caso, necessárias informações para planejamento racional da atividade.

O dimensionamento do volume da lâmina de água necessário para a suplementação pode ser obtido através de técnicas de Sensoriamento Remoto (SR), o qual possui a vantagem de possibilitar a espacialização da informação. A partir de imagens de satélites podem-se determinar algumas variáveis necessárias na modelagem do fluxo de água entre a superfície e





a atmosfera como albedo, temperatura de superfície, índices de vegetação, índice de área foliar, BE (Balanço de Energia), dentre outros.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a capacidade de utilização de técnicas de sensoriamento remoto para determinar, a partir de imagens do sensor MODIS, a distribuição espacial da necessidade de suplementação (NS) de água no cultivo de soja, a partir da diferença entre a evapotranspiração real, obtida por BE e da evapotranspiração do cultivo (produto da evapotranspiração potencial – ETo – e do coeficiente de cultura - Kc).

METODOLOGIA

O local de estudo do presente trabalho compreendeu áreas do município de Cruz Alta cultivadas com soja no ciclo de 2008/2009, localizado no planalto central do estado do Rio Grande do Sul. A metodologia foi aplicada com imagem MODIS (MOD09) das 14h20minh (horário local) do dia 21 de janeiro de 2009.

Em geral, o BE é calculado a partir de modelos de fluxo unidimensionais baseados na maneira que se distribui o saldo de radiação (Rn) a nível do solo, em fluxo de calor latente (LE) ou evapotranspiração, fluxo de calor sensível (H) e fluxo de calor no solo (G). Em grande parte das aplicações, o LE é estimado como termo residual da Equação 1 (Boegh et al., 2002).

$$R_n - G = H + LE \quad (1)$$

O saldo de radiação Rn pode ser obtido a partir da Equação 2 (Boegh et al., 2002).

$$R_n = R_{gs} - \epsilon_s \sigma T_s^4 - \epsilon_a \sigma T_a^4 + R_{gl} \quad (2)$$

Onde: o albedo (α), a emissividade da superfície (ϵ_s) e a temperatura da superfície (T_s) podem ser obtidos a partir de imagens de satélite; a temperatura do ar (T_a) e a Radiação Solar Global (RG) são dados atmosféricos de escala local; ϵ_a é a emissividade do ar e σ a constante de Stefan Boltzmann.

O fluxo de calor no solo pode ser estimado como uma fração do saldo de radiação (RN em MJ/dia) proporcional à cobertura vegetal, dado a partir do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI – sigla em inglês) conforme equação proposta por Moran et al., (1989):

$$G = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} R_n \quad (3)$$

O fluxo de calor sensível H pode ser obtido a partir de modelos que se baseiam na diferença entre a temperatura de superfície e da temperatura do ar, obtido pela Equação 4 (Boegh et al., 2002).

$$H = \frac{\rho_p c_p (T_s - T_a)}{r_a} \quad (4)$$

Onde: ρ_p e o calor específico volumétrico do ar em $J m^{-3} \text{ } ^\circ C^{-1}$ e R_a a resistência aerodinâmica em m/s.

A determinação da temperatura de superfície e o albedo seguiram a metodologia proposta por Schirmbeck et al., (2009).





Para determinar a demanda evaporativa da atmosfera estimou-se a evapotranspiração de referência (modelo Penman-Monteith) a partir dos dados meteorológicos locais com a aplicação de Equação 5, (Allen et al., 1998).

$$E_{Tc} = \frac{R_n + G - \rho C_p U_2 (T_a - T_w) (1 + \gamma)}{\Delta + \gamma} \quad (5)$$

Sendo: R_n saldo de radiação ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$), G fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$), T_a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), U_2 velocidade do vento (m s^{-1}), $(e_a - e_d)$ déficit de pressão de vapor (kPa), Δ declividade da curva de pressão de vapor ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$), γ constante psicrométrica ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$).

A E_{Tc} foi obtida com o uso do coeficiente de cultura, neste caso a soja, sendo obtida pelo produto da evapotranspiração potencial - E_{To} – pelo coeficiente de cultura – K_c , obtido a partir do índice de área foliar (IAF) de acordo com a Equação 6, proposta por Martorano (2007).

$$K_c = \frac{IAF}{IAF_{max}} \quad (6)$$

Sendo o IAF estimado a partir do índice de vegetação NDVI conforme Equação 7, proposta por Almeida (2008).

$$IAF = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \quad (7)$$

Os dados meteorológicos de superfície: temperatura do ar e velocidade do vento são provenientes da estação meteorológica do INMET no município de Cruz Alta (Lat: -28,6036, Lon: -53,6736, Alt: 432m) e de uma torre micrometeorológica do Laboratório de Micrometeorologia da Universidade Federal de Santa Maria (Lumet-UFSM) integrada à rede SULFLUX (www.ufsm.br/sulflux), instalada nas dependências da empresa CCGL-TEC/F UNDACEP em um sítio experimental de cultivo agrícola, a qual mede elementos que permitem a obtenção dos fluxos de calor sensível e latente a partir do método “eddy covariance”.

RESULTADOS

Na Figura 1 é apresentada a variação das componentes do BE ao longo do dia 21 de janeiro de 2009, medidos na torre micrometeorológica. Este foi resultado obtido em experimento e serve como referência para avaliação da qualidade dos dados gerados pelas técnicas de sensoriamento remoto aplicadas neste trabalho.



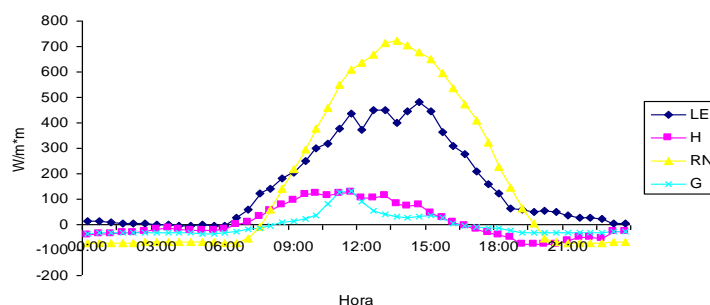


Figura 01 – Comportamento diário das componentes do Balanço de Energia

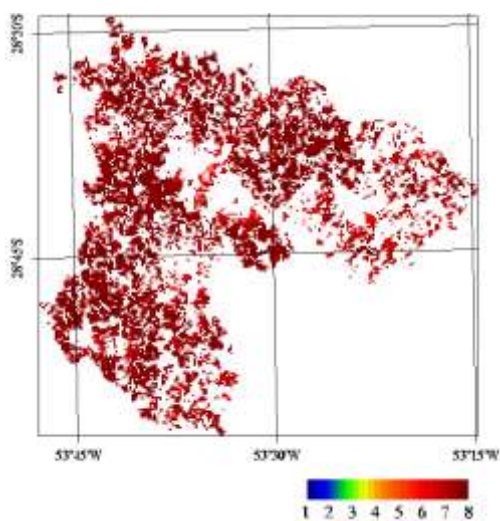
Legenda: LE – Fluxo de calor latente, H – Fluxo de calor sensível, RN – Saldo de radiação e G – Fluxo de calor no solo

Pode observar que LE neste dia foi responsável por consumir a maior parcela da energia do saldo de radiação, o qual corresponde a 84% da RN média diária. O predomínio da componente de LE indica que o solo encontrava-se com adequada disponibilidade hídrica, porém não se pode saber se esta foi suficiente para atender a demanda evaporativa da atmosfera para o cultivo em questão.

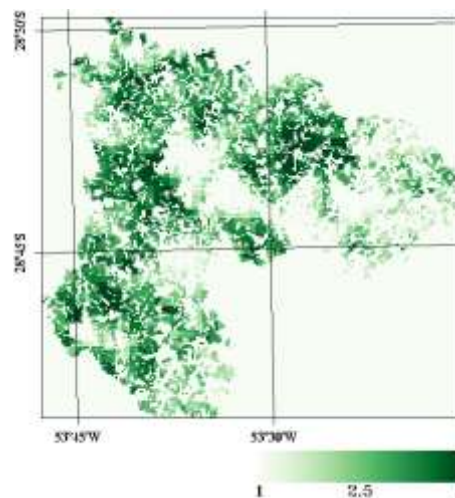
Na Figura 2 são apresentados os mapas de E_{Tc} , IAF, E_{Tr} e NS de água, das áreas cultivadas com soja no município de Cruz Alta, obtidos a partir do processamento da imagem MODIS de 21 de janeiro de 2009.

Na (Figura 2a) podemos observar que a E_{Tc} não apresentou grande variabilidade espacial, em que 87% da área apresentou uma demanda evaporativa entre 7 e 8 mm/dia. Esta resposta é coerente com o que se espera para a cultura de soja. Tendo em vista o período de semeadura no Rio Grande do Sul, o estágio de desenvolvimento mais provável em 21 de janeiro era R1 (Início da floração) – R5 (Início do enchimento de grão), no qual a planta demanda o maior volume de água diário, em média 7,5mm/dia, segundo Matzenauer et al., (2002).

a)



b)



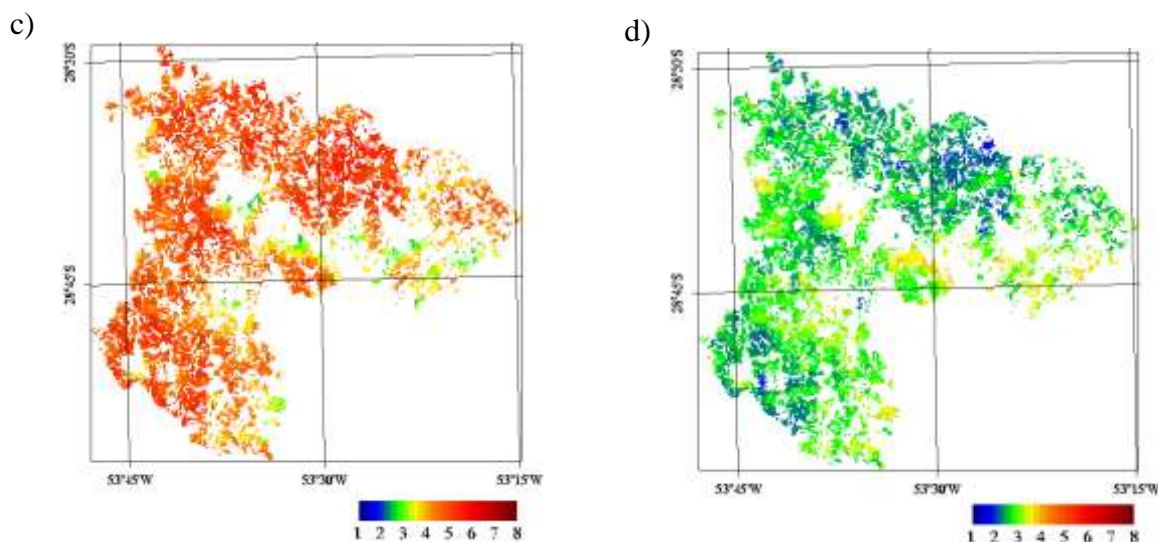


Figura 2 – Mapas de ETc, IAF, ETr, e NS de áreas cultivadas com soja no município de Cruz Alta – RS
Legenda: a) Evapotranspiração da cultura (ETc) expresso em mm/dia, b) Índice de área foliar da soja (adimensional) c) Evapotranspiração real (ETr) expresso em mm/dia e d) necessidade de suplementação hídrica (NS) expressa em mm/dia.

Na (Figura 2c), mapa de ETr obtido a partir do BE, observa-se que 69% da área apresentava ETr entre 4,5 e 5,5 mm/dia, com alguns pontos, em amarelo e verde, associados a menores valores de ETr. Estas regiões, possivelmente além de apresentarem menor disponibilidade hídrica, tiveram incrementada a componente de fluxo de calor sensível visto que em condição de vegetação menos densa, como se observa na Figura de IAF (Figura 2b), a energia proveniente da radiação solar pode ser mais facilmente convertida em aquecimento da superfície.

Na Figura 2d) observa-se o mapa de NS onde 53% da área necessitava de suplementação de 2,5 a 3 mm/dia. Grande parte das áreas em azul, que correspondem à menor necessidade de suplementação de água, ocorre em locais de maior IAF (Figura 2b). Para estas áreas esperava-se uma maior necessidade de suplementação devido ao maior coeficiente de cultivo, porém nestas áreas também se observa os maiores valores de ETr, indicando que provavelmente as mesmas já sejam irrigadas.

Matzenauer et al., (2002) apresentaram resultados demonstrando que a cultura da soja, no municípios de Cruz Alta, sofre com um déficit hídrico de 31% dos anos quando contabilizado o balanço hídrico de todo o período do cultivo e que este déficit pode chegar até a 39% no período R1 – R5.

Os valores médios dos mapas de ETc e NS foram respectivamente 7,4 mm/dia e 2,73 mm/dia. A NS correspondeu a 36% da água consumida pela cultura e, portanto, estão de acordo com dados apresentados por Matzenauer et al., (2002).



CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a metodologia apresenta resultados consistentes e agrega o benefício da possibilidade de espacialização de resultados através do uso de técnicas de sensoriamento remoto.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO. **Irrigation and drainage paper 56**. Water Resources, Development and Management Service, Rome, Italy. 1998.

ALMEIDA, T. S; Respostas espectrais da soja sob diferentes condições hídricas e de preparo do solo. 100 f. **Dissertação (Mestrado)**, Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: UFRGS, 2008.

BOEGH, E., SOEGAARD, H., THOMSEN, A. Evaluating evapotranspiration rates and surface conditions using Landsat TM to estimate atmospheric resistance and surface resistance. **Remote Sensing of Environment** 79, 329-343. 2002.

MARTORANO, L. G. Padrões de resposta da soja a condições hídricas dos sistema solo-planta-atmosfera, observados nos campo e simulados no sistema de suporte à decisão DSSAT. 151 f. **Tese (Doutorado)**, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

MATZENAUER R. et al. **Boletim FEPAGRO**, Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul, 2002.

MORAN, M. S., JACKSON, R. D., RAYMOND, L. H., GAY, L. W., & SLATER, P. N. Apping surface energy balance components by combining landsat thermatic mapper and ground-based meteorological data. **Remote Sensing of Environment**, Vol.30, 77-87. 1989.

SCHIRMBECK, J. SCHIRMBECK, L. W., RIVAS, R., COELHO, O. G. W.; Estimativa de Evapotranspiração em Área de Ocorrência do Sistema Aquífero Guarani desde Imagens Modis. Anais XIV **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, INPE, p. 4859-4866. 25-30 abril 2009.

