

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL PARA DIFERENTES COBERTURAS  
VEGETAIS NO NOROESTE PAULISTA EM PERÍODO SECO<sup>1</sup>**

D.G.FEITOSA<sup>2</sup>, F.B.T.HERNANDEZ<sup>3</sup>, R.A.M.FRANCO<sup>4</sup>, A.H.C.TEIXEIRA<sup>5</sup>.

**RESUMO:** A determinação da evapotranspiração é de fundamental importância para o bom manejo da irrigação. No entanto, o uso de estações meteorológicas para se determinar a evapotranspiração muitas vezes pode comprometer a qualidade da informação, devido a distancia em relação às áreas de cultivo. Dentro dessas premissas, o uso do sensoriamento remoto através do algoritmo SEBAL vem apresentando bons resultados para a determinação da evapotranspiração. Dessa forma, este trabalho se propôs a utilizar o algoritmo para determinar a evapotranspiração real das culturas de cana de açúcar e pastagem e de uma área com mata nativa no noroeste paulista no período seco, com as áreas de pastagem apresentando os menores valores de evapotranspiração e os maiores valores de temperatura de superfície.

**PALAVRAS CHAVES:** SEBAL, Penman-Monteith, Sensoriamento Remoto

**RELATION BETWEEN THE REAL EVAPOTRANSPIRATION CROP OF  
SUGAR CANE AND PASTURE IN DRY PERIOD IN NORTHWESTERN OF  
SÃO PAULO STATE.**

**ABSTRAT:** The determination of evapotranspiration have got fundamental importance for the proper irrigation management, but the use of weather stations to determine the evapotranspiration can often compromise the quality of information because the distance over croplands. Within these premises the use of remote sensing by SEBAL algorithm has shown good results for the determination of evapotranspiration. Thus this study proposes to use the algorithm to determine the real evapotranspiration of crops sugar cane and pasture and an area with native florest in northwestern of São Paulo

<sup>1</sup> Projeto financiado pela FAPESP, projeto 2.009/52.467-4

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Bolsista da CAPES e Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia UNESP Ilha Solteira. Caixa Postal 34. CEP 15.3850-000 - Ilha Solteira - SP. Fone: (18) 3743-1959. Email: [diegogfeitosa@yahoo.com.br](mailto:diegogfeitosa@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo e Professor Titular da UNESP Ilha Solteira - DEFERS.

<sup>4</sup> Biólogo e Professor da AEMS Três Lagoas - MS.

<sup>5</sup> Pesquisador da EMBRAPA Semiárido (Petrolina-PE).

State during the dry season, pasture areas which showed the lower evapotranspiration and higher temperature surface.

**KEYWORDS:** SEBAL, Penman-Monteith, Remote Sensing

## INTRODUÇÃO

Diante da necessidade cada vez maior do aumento na produção de alimentos e a limitação na abertura de novas áreas, tem se investido intensamente na utilização de técnicas que promovam o aumento da produtividade das culturas. Diante disso, a agricultura irrigada representa a maneira mais eficiente de assegurar uma alta produtividade de alimentos garantindo a disponibilidade de água para as culturas.

Porém, para se ter a prática da irrigação juntamente com um eficiente manejo racional dos recursos hídricos, esta deve ser manejada através de alguns critérios técnicos, entre eles a determinação da necessidade hídrica da cultura a ser irrigada (BACK, 2007 e MOREIRA et al., 2010).

Para tanto é necessário se conhecer a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) que é obtida a partir da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) e o coeficiente da cultura ( $K_c$ ). Porém, para se estimar o cálculo da  $ET_o$  são necessários dados climáticos obtidos por estações climatológicas que, muitas vezes, se encontram distantes da área a ser irrigada.

Neste contexto, técnicas de sensoriamento remoto vêm sendo utilizadas como uma alternativa para a determinação da Evapotranspiração Real ( $ET_r$ ), onde, de acordo com BEZERRA et al. (2008), os métodos que calculam a  $ET_r$  a partir de imagens de satélites se mostram muito úteis, pois são capazes de propiciar a sua determinação em áreas com grande heterogeneidade e dimensão. Para o mesmo autor, dentre os métodos que utilizam imagens de satélites o SEBAL, tem sido aplicado com êxito em diversos ecossistemas do globo na obtenção da  $ET_r$ .

Dessa forma este trabalho se propôs a utilizar o algoritmo SEBAL para determinar a relação entre a  $ET_r$  de diferentes coberturas vegetais, no noroeste paulista no período seco do ano.

## MATERIAL E METODOS

O estudo foi realizado no município de Ilha Solteira, localizado na região noroeste paulista utilizando imagens TM - Landsat 5 da órbita 222 e ponto 74, adquirida em condições de céu claro para o dia 15 de julho de 2011, 35 dias após a última chuva na região. A evapotranspiração de referência foi estimada pela equação de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) a partir de sensores instalados na estação agrometeorológica operada pela UNESP Ilha Solteira (20° 25' 23,5" S e 51° 21' 12,6" W, altitude de 335 metros em relação ao nível do mar).

O cálculo da evapotranspiração através da imagem de satélite foi realizado utilizando o modelo de balanço de energia "Surface Energy Balance Algorithm for Land" SEBAL (BASTIAANSEN et al., 1998) e a versão do modelo utilizada foi a descrita por ALLEN et al. (2002). Este modelo é baseado na forma simplificada da equação do balanço de energia da superfície (SEBAL) através da estimativa da radiação líquida ( $R_n$ ), subtraindo da radiação global incidente a radiação de ondas longas e curtas emitidas e refletidas pela superfície na mesma parte do espectro.

Para estimar o fluxo de calor ( $G$ ) no solo, inicialmente a razão de  $G/R_n$  é calculada empiricamente para cada *pixel* usando o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) como parâmetro detector da biomassa na superfície e, então, esta razão é multiplicada pela  $R_n$  de cada *pixel*. O fluxo de calor sensível ( $H$ ) é estimado a partir de dois *pixels* âncoras conhecidos como *pixel* "frio" e *pixel* "quente" que são selecionados na imagem e usados para obter uma relação entre a temperatura da superfície e a temperatura do ar ( $DT$ ). Estes *pixels* representam as condições opostas na imagem, onde o *pixel* "frio" representa uma superfície de um recurso hídrico onde a evaporação é máxima, e o *pixel* "quente", uma superfície seca preferencialmente de solo exposto, onde não há evaporação.

Os parâmetros de resistência aerodinâmica são obtidas por aproximação pelo método de Monin-Obhukov e ajustados de acordo com as condições de estabilidade atmosférica.

O fluxo de calor latente ( $LE$ ) é obtido como resíduo na equação do balanço de energia ( $LE = R_n - G - H$ ) e, então, convertido para evapotranspiração real instantânea ( $ET_{inst}$ ) através da divisão pelo calor latente de vaporização. A  $ET_{inst}$  é, então,

convertida para evapotranspiração horária (ETh), multiplicando-a por 3600. A partir de ETh é, então, obtida a fração evapotranspirativa (FET), dividindo-se a ETh pela evapotranspiração de referência horária (EToh), calculada através dos dados de uma estação meteorológica local. Finalmente, multiplicando-se a FET pela ETo diária (ETo), também obtida na estação meteorológica, obteve-se a evapotranspiração real diária (ETr).

Para avaliar o comportamento da ETr no município de Ilha Solteira no dia 15 de julho de 2011, foram selecionadas três classes de uso e ocupação do solo, sendo estas a cana de açúcar, pastagem e uma área de mata.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se no mapa de ETr (Figura 1), que os maiores valores foram encontrados nas áreas de mata, apresentando valores entre 3,96 e 6,50 mm, resultado semelhante ao encontrado por UDA (2010), que trabalhando com diversas coberturas de solo na Bacia do Rio Negrinho – SC, encontrou os maiores valores de evapotranspiração potencial para as áreas de mata.

As áreas de cana-de-açúcar apareceram em seguida, com valores entre 2,56 e 3,96 mm. Já as áreas de pastagens apresentaram os valores mais baixos de ETr, com valores entre 1,25 e 3,96 mm. As áreas de pastagens também apresentaram diferenças entre alguns pontos, onde a área identificada com o número 1 (Figura 1) apresentou os valores mais baixos dentre as áreas de pastagem. Esta área trata-se de um assentamento, e, segundo BALCÃO et al. (2009), a atividade predominante é o gado de leite. Sabendo-se que essas áreas de pastagem encontram-se em sua maioria em estado degradado, justifica-se assim a diferença entre os valores encontrados neste ponto onde a ETr não passou de 2,56 mm para as demais áreas de pastagem que chegaram até 3,96 mm.

Comparando-se os valores de ETr e temperatura de superfície, observa-se que o resultado entre as classes de uso e ocupação seguiram o mesmo comportamento. O que demonstra que as áreas de pastagem apresentaram os maiores valores de temperatura de superfície, onde foi encontrada uma diferença em torno de 10 K para as áreas de cana de

açúcar e 18 K para as áreas de mata nativa. Comportamento semelhante ao encontrado por OLIVEIRA (2012), que também encontrou os maiores valores de temperatura nas áreas com menor ETr. Este resultado pode representar um agravante no desconforto térmico para a população, pois as áreas de pastagem se encontram próximas à área urbana.

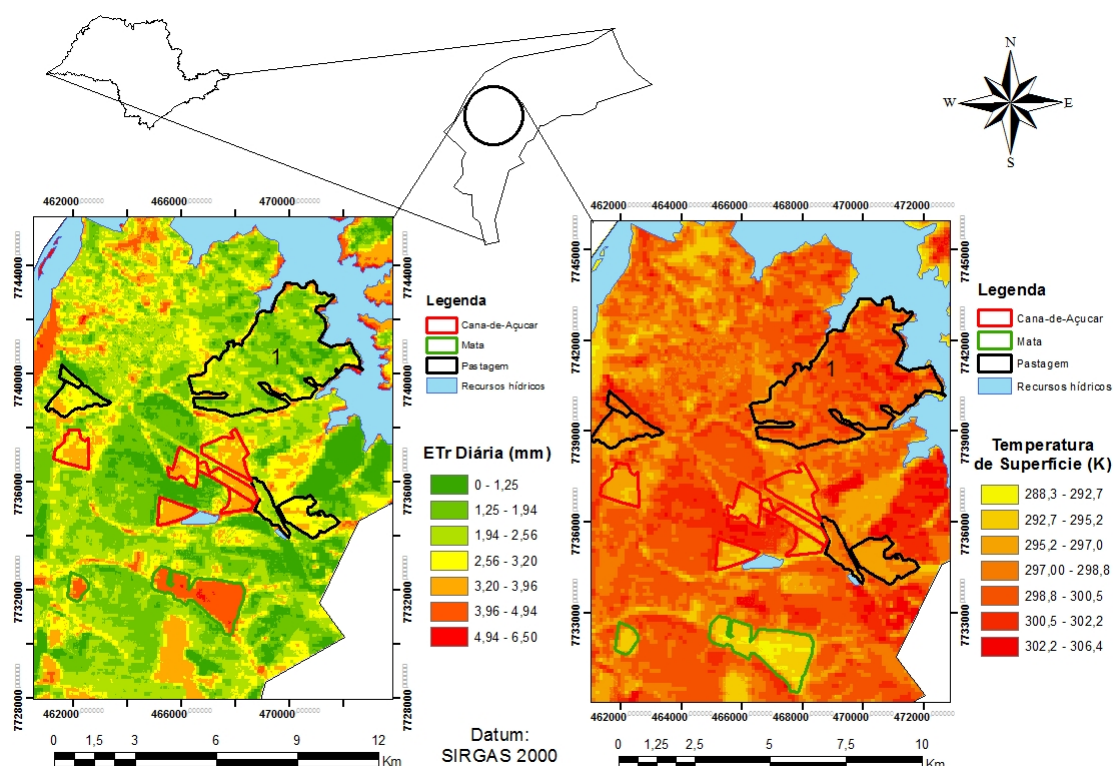


Figura 1. Evapotranspiração Real e Temperatura de Superfície para o município de Ilha Solteira no dia 15/07/2011.

## CONCLUSÕES

As áreas de matas apresentaram os maiores valores de ETr na data da imagem, seguida das áreas de cana de açúcar e pastagem.

O comportamento dos resultados da temperatura de superfície se mostrou inversamente proporcional aos resultados de ETr, demonstrando que as áreas de pastagem apresentam os valores de temperatura de superfície mais elevados.

O SEBAL apresentou bom resultado para a área de interesse, necessitando, no entanto, ser também empregado em outras épocas e culturas.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. 297p.
- ALLEN, R.G.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; WATERS, R.; BASTIAASSEN, W. **Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) - Advanced training and Users Manual**. Kimberly: Idaho Implementation, 2002. 98 p.
- BACK, A.J. Variação da evapotranspiração de referência calculada em diferentes intervalos de tempo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.139-145, 2007.
- BALCÃO, L. F.; SANT'ANA, A.L.; MAURO, S.H.; ALVARENGA, T.A. Caracterização da Pecuária Leiteira no Assentamento Estrela da Ilha, Ilha Solteira-SP. In: ZOOTEC, 5.; 2009, Águas de Lindóia. Abz, 2009. 4p. Disponível em: <<http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/artigos-cientificos/ensino-extensao/21187-Characterizacao-pecuria-leiteira-assentamento-Estrela-Ilha-Ilha-Solteira.html>>. Acesso em: 30 jun. 2012
- BASTIAANSSEN, 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.
- BEZERRA, B.G.; SILVA, B.B.; FERREIRA, N.J... Estimativa da evapotranspiração real diária utilizando-se imagens digitais TM - LANDSAT 5. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José Dos Campos, v. 23, n. 3, p.305-317, 2008.
- MOREIRA, L.C.J.; DURAND, B.J.; TEIXEIRA, A.S.; ANDRADE, E.M. Variabilidade local e regional da evapotranspiração estimada pelo algoritmo sebal. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.6, p.1148-1159, 2010.
- OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J.D.; OLIVEIRA, J.S.S.; SILVA, B.B.; MACHADO, C.C.C.; SILVA, H.A.. Evapotranspiração 24h, temperatura e umidade em ambiente urbano através do SEBAL e TSHARP. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 1; WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES



TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 4.,, 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: INOVAGRI, 2012. 5p.

UDA, P.K. **ANÁLISE DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL DISTRIBUÍDA POR MEIO DE IMAGENS NDVI, NA BACIA DO RIO NEGRINHO - SC.** 2010. 83 f. Trabalho de Graduação (Trabalho de Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.