

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO INSTANTÂNEA PARA SIMULAÇÃO DO MOVIMENTO DA ÁGUA EM SOLOS IRRIGADOS

Edmar José Scaloppi - Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP - Câmpus de Botucatu, SP.

RESUMO

A partir de valores médios diários de evapotranspiração, foi possível estimar a razão de evapotranspiração instantânea, em qualquer período desejado. O procedimento proposto, baseado no emprego da função sinusoidal, pode fornecer uma das condições de contorno requeridas, para a solução numérica da equação de movimento insaturado de água no solo. Através de ajustamentos adequados, tornou-se possível computar a quantidade de água removida do solo, pelos processos de evaporação e de absorção radicular. Os resultados obtidos mostraram-se bastante satisfatórios para as finalidades desejadas.

O processo de evapotranspiração ocorre quando o solo suporta alguma forma de desenvolvimento vegetativo, sendo fisicamente semelhante ao processo de evaporação. Neste caso, a água presente no solo pode ser absorvida pelo sistema radicular das plantas.

Analogamente à evaporação direta da superfície do solo, o processo de transpiração manifesta-se também em dois estágios. A razão pela qual as raízes absorvem a água no solo é basicamente determinada pela quantidade de energia disponível ao processo evapotranspirativo. Porém, a razão de extração pode ser limitada pela habilidade do solo em transmitir água à superfície radicular e, portanto, pode ser inferior à razão potencial, determinada primariamente, pela energia disponível na superfície.

A maioria dos métodos propostos para estimar a evapotranspiração fornece apenas valores médios diários. Assim, enquanto a água no solo não restringir o suprimento de água às superfícies de evaporação, a razão de evapotranspiração deverá variar acentuadamente, durante o período diurno. Esta variação, inclui valores próximos de zero, ao nascer do sol, até valores máximos, normalmente atingidos logo após ao meio-dia, quando deve ocorrer a máxima intensidade de radiação solar.

Para representar, com precisão aceitável, a enorme variabilidade na demanda evaporativa atmosférica, observada no período diurno, pode-se empregar uma função seno retificada. A aproximação sinusoidal serve para simular tanto o processo de evaporação, como a transpiração das plantas. Esta aproximação, permite converter valores médios diários em valores instantâneos, correspondentes aos reduzidos intervalos de tempo requeridos pelo modelo de simulação.

Assim, os fluxos de água da superfície do solo para a atmosfera são calculados, assumindo-se que os valores significativos de ET iniciam-se ao nascer do sol, e terminam horas mais tarde, logo após o por-do-sol. Durante este período, a evapotranspiração deverá variar sinusoidalmente, seguindo a expressão proposta por Nimah e Hanks (1973)

$$Et_a = Et_{max} \sin(2 \pi t) \quad (1)$$

onde Et_a e Et_{max} são os fluxos de evapotranspiração atual e máxima, respectivamente, cm/h, e t , o tempo, expresso como fração do período de luz solar, que coincide com

o intervalo positivo da função seno (entre zero e 0,5). Portanto, Et_{max} é o fluxo de evapotranspiração, para um argumento da função seno igual a $\pi/2$, o que significa um valor de $t=0,25$.

Integrando-se a Eq. 1 entre os limites t_i e t_f , que representam o início e o final do intervalo de tempo fracional (ambos expressos como fração do período de luz solar, entre zero e 0,5), resulta

$$F_{et} = (\cos 2 \pi t_i - \cos 2 \pi t_f) / 2 \quad (2)$$

onde F_{et} é a fração da evapotranspiração total diária, durante o intervalo de tempo especificado.

A evaporação potencial (Ev) e a evapotranspiração potencial (Et) durante o intervalo de tempo, são calculados, multiplicando-se os valores potenciais diários pela fração perdida durante o intervalo de tempo.

$$\begin{aligned} Ev &= Ev_p F_{et} \\ Et &= Et_p F_{et} \end{aligned} \quad (3)$$

onde Ev_p e Et_p representam os valores potenciais diários da evaporação e evapotranspiração, respectivamente.

Os fluxos médios de evaporação e evapotranspiração, durante o intervalo de tempo, são calculados simplesmente, dividindo-se Ev_a e Et_a pelo intervalo de tempo correspondente.

A Figura 1 mostra a variação de $F_{et}/\delta t$ durante um período de 12 horas de luz solar, assumindo-se $\delta t=0.02$ dias. Conforme esperado, a demanda máxima que ocorre ao meio dia (0.25 unidades do período de luz solar) é igual a π vezes o valor médio diário.

O valor de Ev_a é comparado ao fluxo superficial potencial, q_s , que é o fluxo máximo possível, computado a partir dos potenciais de água obtidos no primeiro e segundo nós verticais da grade computacional. Caso Ev_a seja superior a q_s , seu valor é ajustado, até que sejam próximos. Porém, caso seja inferior à densidade de fluxo potencial, então Tr_a é aumentado, durante o intervalo de tempo, até o valor máximo especificado. Em outras palavras, Tr_a inicialmente computado como

$$Tr_a = Tr_p F_{et} \quad (4)$$

pode ser aumentado sob condições onde a evaporação superficial seja limitada por um valor máximo (Tr_p) dado por

$$Tr_p = Et_p C_p \quad (5)$$

onde C é a razão de cobertura vegetal, assumida representar a razão entre a transpiração potencial e a Et_p . A razão de fluxo da evaporação é simplesmente $1-C_p$. A Figura 2 mostra a variação da razão de fluxo evaporativo do plantio ao máximo crescimento da cultura.

Deve-se destacar, que os efeitos do teor de água no solo, as propriedades físicas do solo, e as concentrações de nutrientes foram considerados não afetar a cobertura vegetal e o crescimento radicular. Estas simulações, requerem poucas

constantes para se estimar a cobertura vegetal e o crescimento radicular, em função do tempo.

A cobertura vegetal, expressa como fração da cobertura vegetal esperada ao final do crescimento vegetativo pode ser descrita pela função sigmoidal empírica (Childs, 1975)

$$C_p = \frac{C_{p_{max}}}{1 + \exp\left[6 - \frac{(t - t_{c_i})}{2(t_{c_f} - t_{c_i})}\right]} \quad (10)$$

onde C_p é a cobertura vegetal em determinado tempo, expresso como decimal, $C_{p_{max}}$ é a cobertura vegetal máxima na maturação, decimal, t_{c_i} é o tempo do plantio à emergência das plantas, t_{c_f} é o tempo do plantio ao crescimento vegetal máximo, e t representa o tempo considerado. Todos os tempos são expressos em horas.

A cobertura vegetal, dada pela Eq. 6, é assumida representar a razão entre a transpiração potencial e a evapotranspiração. Na fase de maturação, esta razão é assumida constante com um valor próximo à unidade (0,9 conforme assumido no presente trabalho).

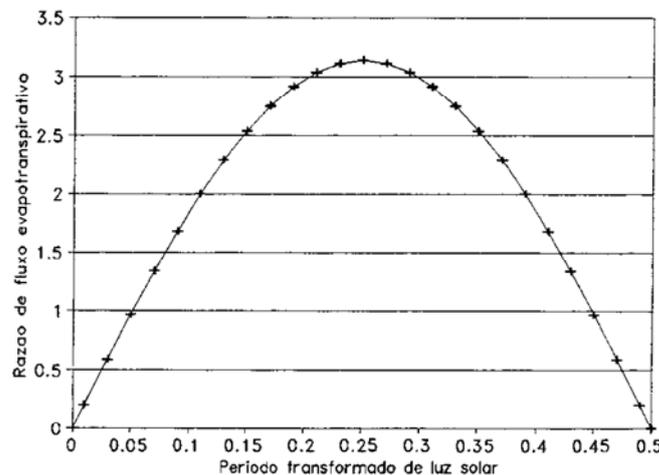


Figura 1. Variação do fluxo de evapotranspiração durante o período de luz solar.

BIBLIOGRAFIA

Childs, S.W. 1975. "A model to predict the effect of salinity on crop growth", Tese para obtenção do título de Master of Science em Solos, Utah State University, Logan, Utah.

Hanks, R.J. 1991. "Soil evaporation and transpiration." R.J. Hanks and J.T. Ritchie, eds, Modeling Plant and Soil Systems. Amer. Soc. Agron. Monograph. 245-271.

Nimah, M.N. e R.J. Hanks. 1973. Model for estimating soil water, plant, and atmospheric interrelations: I. Description and sensitivity. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 37(4):522-527.

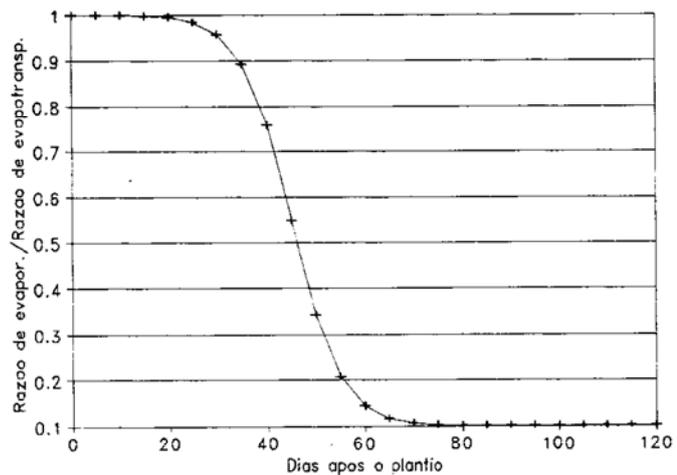


Figura 2. Variação da razão de fluxo evaporativo com o crescimento da cultura.