

ESTIMATIVAS DOS TERMOS RADIATIVOS E AERODINÂMICOS E EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM CULTURA DE SOJA NA AMAZÔNIA.

COSTA, J. P. R.¹, MORAES, D. S. dos S.², RIBEIRO, A.³, ROCHA, E. J. P.⁴,
PINHEIRO, N. D. F.⁵.

¹ Prof. Doutor, Faculdade de Meteorologia, UFPA, Belém-PA, Fone (91) 9984 6370, jpaulo@ufpa.br. ² Graduada em Meteorologia, Faculdade de Meteorologia, UFPA, Belém-PA. ³ Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa-MG. ⁴ Prof. Doutor, Faculdade de Meteorologia, UFPA, Belém-PA. ⁵ Aluna de Graduação em Meteorologia. UFPA, Belém-PA.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

Resumo: Estimativas dos termos radiativos (Erad) e aerodinâmico (Eaero), juntamente com a evapotranspiração diária em cultivo de soja foram analisadas neste estudo. Os dados foram medidos através de experimento de campo, realizado no município de Paragominas, região nordeste do Pará (02° 38' S; 046° 27' W), durante a estação de cultivo da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill), variedade Tracajá, no período de fevereiro a junho de 2007. A evapotranspiração diária da cultura (ETc) foi estimada através do método Penman-Monteith (ETc-PM), soma Erad+Eaero (ETc-EE) e metodologia proposta por Priestley-Taylor (ETc-PT). Os resultados mostraram que Erad representou 85% da evapotranspiração total da cultura, enquanto que o termo Eaero, representou apenas 15% do total evapotranspirado. Os valores diários estimados através dos métodos ETc-EE e ETc-PT, mostraram-se ligeiramente maiores do aqueles obtidos por meio do método Penman-Monteith (considerado padrão). Porém, quando analisados através de regressão simples, apresentaram elevado coeficiente de determinação ($R^2 \approx 90$).

Palavras-Chave: Soja, Evapotranspiração, Saldo de radiação

Abstract: Estimates of radiative terms (ERAD) and aerodynamic (Eaero), together with the daily evapotranspiration in soybean have analyzed in this study. The data were measured through field experiments conducted at Paragominas, northeastern Pará (02° 38' S; 046° 27' W) during the growing season of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill), Tracajá variety in the period from February to June 2007. The daily crop evapotranspiration (ETc) have estimated by the Penman-Monteith (PM-ETc), sum Erada+Eaero (ETc-EE) and methodology proposed by Priestley-Taylor (PT-ETc). The results showed that Erada represented 85% of the evapotranspiration of the crop, while the Eaero term represented only 15% of total evapotranspiration. The daily values estimated by the methods and ETc ETc-EE-PT, have showed slightly higher than those obtained by Penman-Monteith method (considered standard). However, when analyzed by simple regression, have showed a high coefficient of determination ($R^2 \approx 90$).

Keywords: Soybean. Evapotranspiration. Net radiation.

1. Introdução

A evapotranspiração é um termo mundialmente conhecido que apresenta significado bem claro e que tem importância fundamental nos diversos campos de atividades humanas que tratam da utilização e manejo da água. PEREIRA et al, 1997 afirmam que a evapotranspiração é controlada pela disponibilidade de energia, demanda atmosférica e suprimento de água do solo as plantas. A disponibilidade de energia depende da localização geográfica, topografia e época do ano, que por sua vez é modulada pelo poder coeficiente de reflexão da superfície (albedo). A demanda atmosférica é controlada pela capacidade do ar de absorver vapor em

diferentes condições atmosféricas que são funções dos aspectos psicrométricos do ar e condições do vento. A condição hídrica do solo dentro de determinados limites, excede controle na taxa da perda de água pelas plantas e que estabelece estrita relação entre a demanda atmosférica e o suprimento de água do solo às plantas. Contudo os elementos do clima com influencia marcante na evapotranspiração são: radiação solar, temperatura e umidade do ar e o vento (CHANG, 1968; BERLATO; MOLION, 1981; STEWART, 1983). O método de Penman-Monteith é o que reúne a melhor formulação física do processo para se obter a evapotranspiração em diversos tipos de cultura, pois além das componentes radiativas e aerodinâmicas, envolve também, o conceito de resistência do dossel e assim, tornou-se a expressão mundialmente consagrada. Em virtude da importância da evapotranspiração no ciclo hidrológico natural, no presente estudo, analisou-se a variação diária da evapotranspiração e suas componentes radiativas e aerodinâmicas em uma área de produção comercial da soja.

2. Materiais e Métodos

2.1. Localização da área de estudo

O local onde o estudo foi realizado compreende uma área de exploração comercial de soja com aproximadamente 200 hectares, foi situada no Município de Paragominas (02^o 38' S; 046^o 27'), cujo clima predominante da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, ou seja, clima tropical chuvoso com estação seca bem definida.

2.2. Dados

Os dados de radiação solar global, saldo de radiação, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento foram medidos em uma cultura de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill, BRS cultivar Tracajá), semeada em fileiras no sentido norte-sul, em solo classificado como Latossolo Amarelo Argiloso de textura variando de franco-arenosa a muito argilosa, obedecendo a um espaçamento de 0,50 m entre fileiras e uma semeadura variando entre 25 e 27 sementes por metro linear, cuja estação de cultivo se desenvolveu no período de 24 de fevereiro a 17 de junho de 2007. Os detalhes do experimento e sistema da coleta dos dados podem ser encontrados em COSTA (2008).

2.3. Metodologia

A contribuição individual dos termos radiativo (E_{rad}) e aerodinâmico (E_{aero}) no cômputo da Evapotranspiração da cultura (E_{Tc-EE}) é expresso, conforme PEREIRA et al. (2004) por:

$$E_{Tc-EE} = E_{rad} + E_{aero} = \Omega E_{eq} + (1 - \Omega) E_{im} \quad (1)$$

em que, Ω é denominado de fator de desacoplamento, E_{eq} é a evapotranspiração de equilíbrio e E_{im} é a evaporação impostas pelo ar circundante.

O fator de desacoplamento foi obtido pela equação:

$$\Omega = \left[1 + \left(\frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \right) \left(\frac{r_c}{r_a} \right) \right]^{-1} \quad (2)$$

em que γ é a constante psicrométrica; Δ é a inclinação da curva de pressão de saturação em função da temperatura do ar; r_c é a resistência média do dossel ao transporte de vapor para a

atmosfera e r_a é a resistência aerodinâmica da camada de ar entre a fonte de vapor d'água e uma altura de referencia de 2 metros acima da superfície evaporante.

A evapotranspiração de equilíbrio é definida por:

$$E_{eq} = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \frac{(Rn - G)}{\lambda} \quad (3)$$

Em que Rn é o saldo de radiação acima da superfície e G é o fluxo de calor para o interior do solo.

O termo relativo à evaporação impostas pelo ar circundante foi determinado por:

$$E_{im} = \frac{\rho_a C_p D_a}{\lambda \gamma r_c} \quad (4)$$

Em que ρ_a é a densidade do ar e D_a é o déficit de pressão de vapor do ar.

O método de Penman-Monteith, desenvolvido dentro do conceito do “Big Leaf” foi utilizado como referencia de se aferir, a evapotranspiração da cultura determinada segundo a (eq. 1). A equação Penman-Monteith utilizada para estimar a evapotranspiração da cultura em função das componentes aerodinâmicas e balanço de energia, incluindo os conceitos de resistência aerodinâmica e da cultura é expressa por:

$$ET_{c_{PM}} = \frac{\Delta(Rn - G) + 86400 \frac{\rho_a C_p}{r_a} (e_s - e_a)}{\lambda \left[\Delta + \gamma(1 + r_c / r_a) \right]} \quad (5)$$

em que e_s a pressão de saturação de vapor e e_a é a pressão real de vapor

A partir das equações (3) e (5) e seguindo metodologia de Priestley-Taylor, determinou-se para as condições ambiente da cultura, um parâmetro C definido por:

$$C = \frac{1 + (\gamma / (\Delta + \gamma))(r^* / r_a)}{1 + (\gamma / (\Delta + \gamma))(r_a / r_a)} \quad (6)$$

Em que r^* é chamada de resistência isotérmica, definida por:

$$r^* = \frac{(\Delta + \gamma) \rho_a C_p D_a}{\Delta \gamma (Rn - G)} \quad (7)$$

Dessa forma a evapotranspiração da cultura seguindo metodologia de Priestley-Taylor ($ET_{c_{PT}}$) pôde ser obtida por:

$$ET_{c_{PT}} = C \cdot E_{eq} \quad (8)$$

4. Resultados e Discussão

O porcentual médio da contribuição dos termos radiativo (E_{rad}) e aerodinâmico (E_{aero}) no cômputo da evapotranspiração da cultura, determinado em cada fase característica do ciclo de

cultivo (Tabela 1), não mostraram variação significativa entre as fases. Em termos médios em todo o ciclo, a contribuição de cada termo representou respectivamente 85 e 15%.

Tabela 1 - Valores médios dos termos Erad e Eaero nas fases do cultivo inicial, intermediário e senescência.

Fase de cultivo	Eaero (%)	Erad (%)
Inicial	16	84
Intermediária	12	88
Senescência	18	82
Média do ciclo	15	85

A figura 1 mostra os valores médios diários da evapotranspiração da cultura, função dos dias após a semeadura (DAS), estimados através da soma dos termos Erad+Eaero (ETc-EE) e método de Penman-Monteith (ETc-PM) e do gráfico da dispersão dos valores das referidas estimativas. Na Figura 1a observa-se que durante toda a estação de cultivo, os valores estimados através do método (ETc-EE) foram ligeiramente maiores do que aqueles observados através método (ETc-PM), onde se ressalta que as maiores diferenças entre os valores, ocorreram no período inicial de cultivo (15 a 43 DAS), onde se desta a maior fração de solo exposto e na fase de senescencia (83 a 93 DAS), período em que há predominância de matéria morta. Na fase de dossel fechado, que compreende o período de 44 a 82 DAS, foi quando os valores se mostraram mais próximos. Acredita-se que a homogeneidade no ambiente agrícola causada pelo fechamento do dossel, entre outros aspectos é o fator de maior relevância. O gráfico da dispersão (Figura 1b) mostrou o coeficiente de determinação elevado ($R^2=0,88$), evidenciando boa significância estatística entre os valores analisados.

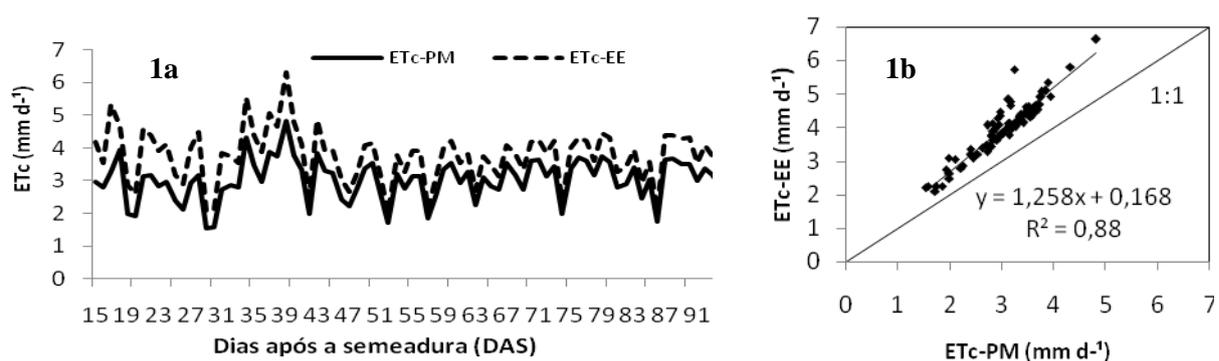


Figura 1- Variação diária da evapotranspiração da cultura estimada através do método Penman-Monteith (ETc-PM), da soma Erad+Eaero (ETc-EE) e gráfico de dispersão dos valores gerados por tais metodologias.

Na Figura 2 são analisados os valores diários da evapotranspiração da cultura, em função dos dias após a semeadura (DAS), estimados através do método de Penman-Monteith (ETc-PM), metodologia desenvolvida por Priestley-Taylor (ETc-PT) e o gráfico de dispersão dos valores estimados através das referidas metodologias. A Figura 2a mostra que os valores estimados

através do método (ETc-PT), durante toda a estação de cultivo, foram ligeiramente maiores do que aqueles obtidos por meio do método (ETc-PM). Podemos observar que ocorreu idêntico padrão de variação, conforme evidenciado na Figura 1a. E que pode ser comprovado ao se observarem, os gráficos de dispersão nas Figuras (1a e 2a), os quais exibem valores do coeficiente de determinação praticamente iguais. Isso nos faz inferir que, nas condições agrônomicas em que o experimento foi realizado, os métodos ETc-PT e ETc-EE mostraram um perfeito ajuntamento.

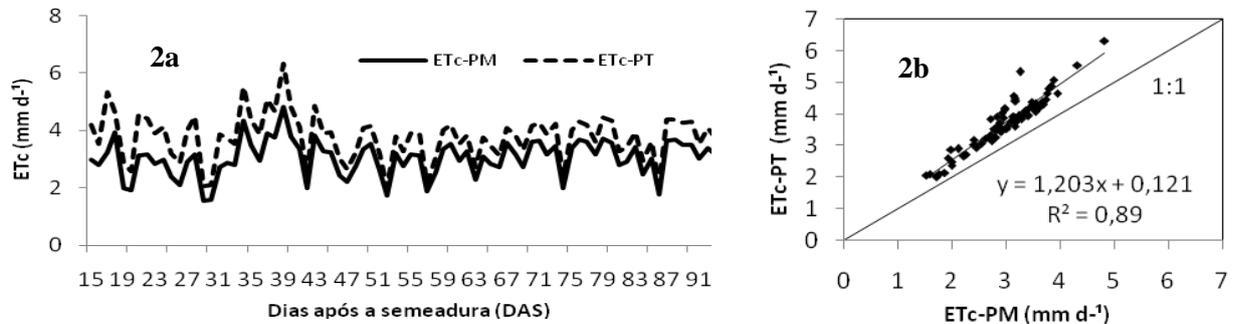


Figura 2- Variação diária da evapotranspiração da cultura estimada através do método Penman-Monteith (ETc-PM), metodologia de Priestley-Taylor (ETc-PT) e gráfico de dispersão dos valores estimados por tais metodologias.

5. Conclusões

Os termos Erad e Eaero representaram respectivamente 85% e 15%, da evapotranspiração total da cultura e indica claramente, que a evapotranspiração foi mais sensível ao saldo de radiação. Os métodos ETc-EE e ETc-PT, nas condições agrônomicas em que o experimento de campo foi desenvolvido mostraram valores praticamente iguais, apesar de se ter utilizado diferentes metodologias.

6. Referências Bibliográficas

BERLATO, M.A.; MOLION, L.C.B. *Evaporação e evapotranspiration*. Porto Alegre: IPAGRO, 1981. 95p. Boletim Técnico No.7.

COSTA, J.P.R. Medelagem e simulação das interações Biosfera-Atmosfera em plantio de soja na Amazônia. Viçosa-MG, 2008. 102p. Tese (doutorado). Universidade Federal de Viçosa.

CHANG, J.H. *Climate and agriculture: Na ecological survey*. Chicago: **Aldine Publishing Company**. p. 304.1968.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. FEALQ. Piracicaba-SP, 183 p. 1997.

PEREIRA, A.R. The Priestley-Taylor parameter and the decoupling factor for estimating reference evapotranspiration. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.125,p. 305-313. 2004

STEWART, J.B. A discussion of the relationship between the principal forms of the combination equation for estimating crop evaporation. **Agricultural meteorology**, v.30, p.111-127. 1983.