

ESTIMATIVAS DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO POR MÉTODOS METEOROLÓGICOS EM UMA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR

GABRIEL B. COSTA¹, JOSIANE S. SANTOS², RAIMUNDO N. AARÃO JÚNIOR³, ANA C. DOS S. GOMES⁴, ROSELY G. SILVA⁵, HILDO G.G.C. NUNES⁶, FLAVIA D. RABELO⁷, MANOEL R. TOLEDO FILHO⁸

¹ Meteorologista, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, IAG/USP, São Paulo – SP. Fone: (11) 30914772, gabrielbc@model.iag.usp.br

² Meteorologista, Bolsista, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

³ Meteorologista, Mestrando, Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, PPGCA/UFPA, Belém – PA.

⁴ Meteorologista, Doutoranda, Programa de Pós graduação em Ciências Climáticas, PPGCC/UFRN, Natal, RN.

⁵ Meteorologista, Mestranda, Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, PPGCA/UFPA, Belém – PA.

⁶ Meteorologista, Mestrando, Programa de Pós graduação em Ciências Florestais, PPGCF/UFRA, Belém – PA.

⁷ Meteorologista, Mestranda, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, IAG/USP, São Paulo – SP.

⁸ Meteorologista, Prof. Doutor, Instituto de Ciências Atmosféricas, UFAL, Maceió – AL.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – Guarapari – ES

RESUMO: Usando dados do projeto MICROMA (Micrometeorologia da Mata Atlântica Alagoana) foi feito um estudo com base na literatura com objetivo de fazer uma estimativa da evapotranspiração por métodos empíricos, em uma cultura de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas. Os resultados mostraram que o método de Penman Monteith superestima o método de Penman- Simplificado e o de Priestley-Taylor, que tiveram estimativas bastante semelhantes. O método de Penman-Monteith apresentou uma superestimativa de até 37% em relação ao Priestley-Taylor e até 36% em relação ao método de Penman-simplificado.

Palavras-chave: Evapotranspiração, cana-de-açúcar, Alagoas.

ABSTRACT: Using data of the project MICROMA (Micrometeorologia da Mata Atlântica Alagoana) was made a study based on literature with the objective to do a estimation of evapotranspiration by empirical methods, in a culture of sugar cane in the Alagoas State. The results showed that the Penman Monteith overestimates the Simplified-Penman and Priestley-Taylor estimates that were quite similar. The Penman-Monteith showed an overestimation of up to 37% compared to the Priestley-Taylor and up to 36% over-simplified method Penman.

Keywords: Evapotranspiration, sugar cane, Alagoas.

1. Introdução

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas do Brasil. Durante a fase inicial, brotação e estabelecimento, quando ocorre o enraizamento e o crescimento inicial da planta é importante que não haja déficit hídrico, para que não ocorra falha na brotação ou até morte das soqueiras (LEÃO, 2011).

A evaporação é um processo difusivo, parte turbulento e parte molecular. O processo turbulento é o mecanismo dominante, exceto na fina camada próximo à superfície evaporante. Na transpiração, inclui-se a resistência difusiva que resulta da geometria interna das folhas (CHAGAS, 2009).

Em análise quantitativa, a evapotranspiração tem sua determinação baseada em métodos diretos (lisímetros) e métodos indiretos. Os métodos mais utilizados na estimativa da ETP são os métodos indiretos. Por outro lado, os métodos diretos de estimativa, como os lisímetros de

pesagem, proporcionam resultados mais confiáveis. A evapotranspiração é bastante influenciada pelas condições meteorológicas, sendo a radiação a principal fonte de energia para todo o sistema solo-planta-atmosfera. MEDEIROS (1998) cita que os métodos que incorporam a radiação solar e a temperatura do ar em sua estrutura possuem uma melhor estimativa da evapotranspiração potencial que os métodos que utilizam somente temperatura do ar e/ou déficit de saturação. Uma outra variável de grande importância é o vento, que ao transportar energia horizontalmente de uma região mais seca para uma outra mais úmida, aumenta a evapotranspiração naquele local até se estabelecer o equilíbrio evaporativo ao longo da vegetação (PEREIRA *et al.* 2002).

2. Material e Métodos

Os dados utilizados referem-se ao mês de janeiro de 1999, caracterizado por ser o menos chuvoso do ano na região. O experimento foi instalado em uma área de cultivo de cana-de-açúcar, sob condição de lavoura comercial, em uma área da Fazenda Vila Nova, município de Pilar, AL (9°36'S, 35°53'W, 107 m de altitude). A figura 1 ilustra a localização da área de estudo.

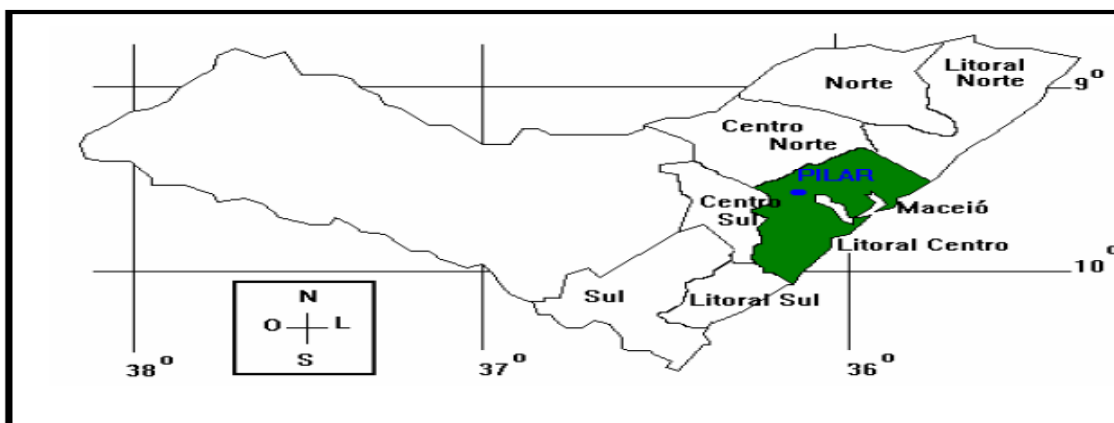


Figura 1. Localização geográfica do experimento no estado de Alagoas. FONTE: TOLEDO FILHO, 2001.

Três métodos empíricos foram utilizados para a estimativa da evapotranspiração: Método de Priestley-Taylor, método de Penman simplificado e método de Penman-Monteith.

Para o método de Priestley-Taylor, tem-se:

$$ETP = 1,26.W \cdot \left(\frac{Rn}{2,45} \right) \quad (1)$$

Onde ETP é a Evapotranspiração da superfície (mm dia⁻¹), Rn - saldo de radiação determinado sobre a superfície (MJ m⁻² dia⁻¹), W - Fator de ponderação dependente da temperatura e do coeficiente psicrométrico.

Para intervalos de temperatura entre 16,1°C e 32,0°C, W é calculado por:

$$W = 0,483 + 0,01T \quad (2)$$

Para o método de Penman simplificado, temos:

$$ETP = \left(\frac{Rn - G}{2,45 \cdot (2 - W)} \right) \quad (3)$$

Onde G é o fluxo de calor no solo durante o período diurno ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), Rn - Saldo diurno de radiação ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$)

Monteith desenvolveu, com base na equação de Penman, uma equação que inclui a resistência aerodinâmica e a resistência ao fluxo de vapor pela folha. A equação combinada com os termos de resistência aerodinâmica e da superfície passou a ser chamado de equação de Penman-Monteith.

Segundo as parametrizações propostas pelo boletim FAO-56 (Allen, et al.1998), a equação original de Penman-Monteith assume a seguinte forma para a evapotranspiração de referência:

$$ET_0 = \frac{s}{s + \gamma} * (Rn - G) * \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{(s + \gamma)} * U_2 (e_s - e_a) \quad (4)$$

Onde ET_0 é a Evapotranspiração de referência (mm d^{-1}); Rn - Radiação líquida total do gramado ($\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$); G - Densidade de fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$); Tmed - Temperatura média diária do ar a 2m de altura ($^{\circ}\text{C}$); U_2 - Velocidade do vento média diária a 2m de altura (m s^{-1}); e_s - Pressão de saturação do vapor média diária (kPa); e_a - Pressão atual de vapor média diária (kPa); s - Declividade da curva de pressão de vapor no ponto de Tmed ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$); γ - é a constante psicrométrica ($0,063 \text{ kPa/ } ^{\circ}\text{C}$); λ - Calor latente de vaporização da água (MJ kg^{-1}).

A pressão de vapor do ar foi estimada pela seguinte fórmula:

$$e = \frac{UR}{100} e_s \quad (5)$$

Sendo e_s é a pressão de vapor de saturação na temperatura do ar:

$$e_s = 6,1078 \left[10^{\left(\frac{7,5T}{237,3+T} \right)} \right] \quad (6)$$

3. Resultados e Discussão

A figura 2 ilustra a evolução das estimativas de evapotranspiração ao longo do mês de Janeiro de 1999. Nota-se similaridade nos padrões entre as estimativas, com uma superestimativa do método de Penman-Monteith em relação as demais. Por conter dados de velocidade do vento e pressão de vapor, o método de Penman-Monteith pode oferecer uma estimativa melhor da evapotranspiração, pois estes parâmetros tem relação direta com o poder evaporante do ar, e não são considerados nas demais estimativas. TOLEDO FILHO (2001), comparando o método de Penman Monteith com o do balanço de energia para estimativa de evapotranspiração em Pilar-AL, concluiu que este método pode ser utilizado com confiabilidade para tal, uma vez que demonstrou boa correlação com o método do balanço de energia, que é um método considerado padrão para obtenção de dados confiáveis de evapotranspiração em condições potenciais.

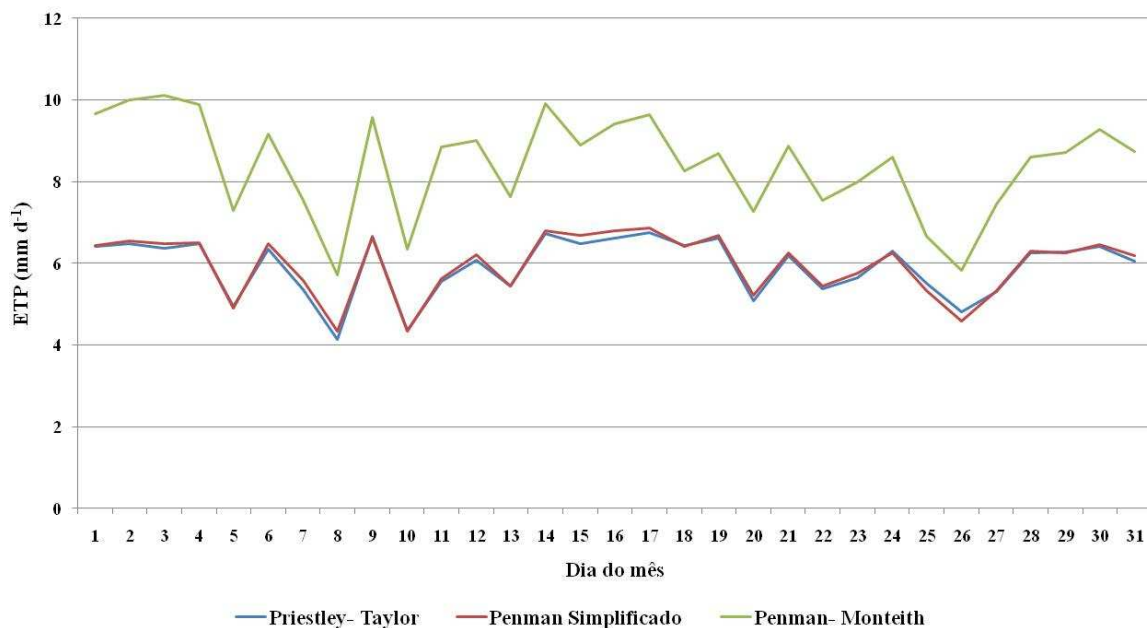


Figura 2. Estimativa da evapotranspiração por três métodos empíricos na cultura da cana-de-açúcar no ano de 1999, em Pilar- AL.

A figura 3 mostra a correlação entre o método de Penman-Monteith e Priestley-Taylor. Houve uma boa correlação entre os métodos ($R^2=0,83$), apesar do método de Penman- Monteith superestimar o de Priestley-Taylor em até 37,1%.

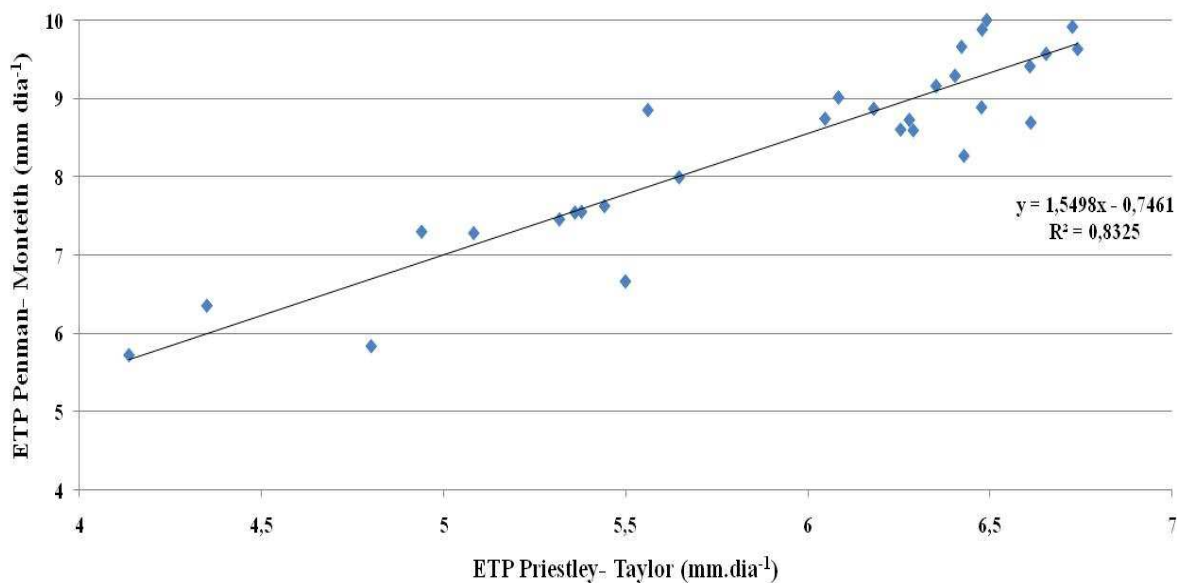


Figura 3. Correlação entre os métodos de Penman- Monteith e Priestley-Taylor, em Pilar- AL.

A figura 4 mostra a correlação entre o método de Priestley-Taylor e Penman-Simplificado. A correlação entre estes métodos foi a melhor ($R^2=0,98$), fato este devido aos métodos utilizarem basicamente as mesmas variáveis (R_n , λ e W), com um incremento de G no método de Penman- Simplificado.

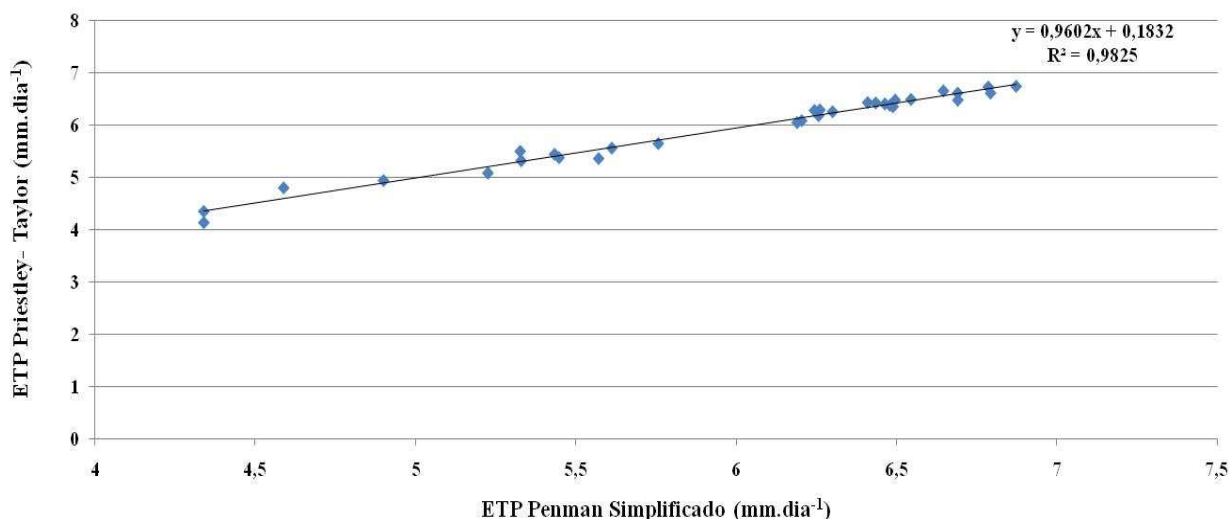


Figura 4. Correlação entre os métodos de Priestley-Taylor e Penman- Simplificado, em Pilar-AL.

4. Conclusões

Os métodos empíricos utilizados mostram boa similaridade nos padrões, sendo que o método de Penman- Monteith superestima em até 37% os valores em relação aos demais métodos. Esta superestimativa pode estar relacionada ao fato deste método levar em consideração dados de velocidade horizontal do vento e de pressão de vapor, dados importantes no estudo de condições potenciais de evaporação, mas que não são inclusos nos demais métodos.

5. Referências Bibliográficas

CHAGAS, G. F. B. ; DANTAS, V. A. ; BRITO-COSTA,G. **Estudo comparativo de métodos de estimativa da evapotranspiração em área de floresta tropical**. In: XIII CONGRESSO LATINO-AMERICANO Y IBÉRICO DE METEOROLOGIA, 2009, Buenos Aires.

LEÃO, I.B. **Construção, calibração e análise de funcionamento de lisímetros de pesagem cultivados com cana-de-açúcar (saccharum spp)**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Alagoas, 2011.

MEDEIROS, S.L.P. **Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região mesoclimática de Santa Maria-RS**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, p.105-109, 1998.

PEREIRA, A.R.; et al. **Comprovação da evapotranspiração de referência diária FAO-56 com dados de estações meteorológicas automática e convencional**, Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.10, n.2, p.251-257, 2002.

TOLEDO FILHO, M. DA R. **Estudo micrometeorológico de um cultivo de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) no estado de Alagoas**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 134p. Tese de Doutorado.