

# ANÁLISE COMPARATIVA DAS ESTIMATIVAS DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA, PELOS MÉTODOS DE PENMAN-MONTEITH E TANQUE CLASSE “A”, NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DO NORTE DE MINAS GERAIS

## COMPARATIVE ANALYSES OF THE REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATIVES USING THE PENMAN MONTEITH AND CLASS “A” METHODS IN THE NORTH OF MINAS GERAIS EDAFOCLIMATIC CONDITIONS

*Flávio Pimenta de Figueiredo*<sup>\*</sup>  
*Everardo Chartuni Mantovani*<sup>\*\*</sup>  
*Antônio Alves Soares*<sup>\*\*</sup>  
*Luís Cláudio Costa*<sup>\*\*</sup>  
*Márcio Mota Ramos*<sup>\*\*</sup>  
*Flávio Gonçalves Oliveira*<sup>\*\*\*</sup>

**RESUMO:** O manejo da irrigação no Norte de Minas Gerais, quando utilizado, baseia-se em parâmetros de outras regiões e até mesmo de outros países, com condições edafoclimáticas distintas. A evapotranspiração é o parâmetro utilizado na estimativa das necessidades hídricas de uma determinada cultura, onde esta pode ser medida por vários métodos, dentre eles destaca-se o tanque classe “A” pela sua praticidade e a equação de Penman-Monteith pela sua precisão. A medição da evapotranspiração através do tanque classe “A” é o método mais utilizado pelos agricultores, que realizam o manejo da irrigação, na região do Norte de Minas Gerais, porém utilizando dados obtidos de postos meteorológicos distantes da área produtiva. Com a finalidade de averiguar a influência destes dados de acordo com um método padrão, utilizou-se de um lado a Evapotranspiração de Referência obtida pelo tanque classe “A” situado em um posto meteorológico a 30 km da área experimental e, de outro lado, a Evapotranspiração de referência obtida por meio da equação de Penman-Monteith, considerada padrão pelos pesquisadores, utilizando como dados de entrada os obtidos de uma estação meteorológica automática situada na área experimental. Coletavam-se dados meteorológicos, tais como as temperaturas máximas, médias e mínimas, a umidade relativa, a velocidade do vento, a radiação e a insolação e obtinha-se a ETo por meio da equação de Penman Monteith, enquanto a ETo pelo tanque classe “A” era obtida levando-se em consideração o coeficiente do tanque (Kp), a bordadura e a evaporação do mesmo. A área experimental situa-se no projeto Jaíba-MG, na gleba C2, lote 52, setor Se-1. A região caracteriza-se por apresentar uma altitude de 630 metros, latitude de 15o 20’ sul e longitude de 43o40’. Para a região do Norte de Minas Gerais, nas condições em que foi realizado o experimento, os resultados mostraram que o vento, dentre os fatores climáticos avaliados, foi o que mais se diferenciou na comparação da Evapotranspiração de Referência por meio do tanque classe “A” e por meio da equação de Penman Monteith, concluindo-se então, que, na obtenção da Evapotranspiração de

---

\* Professor-Doutor da Unimontes; e-mail: unimontesagro@nortecnet.com.br.

\*\* Professor-Doutor da UFV; e-mail: everardo@mail.ufv.br.

\*\*\* Professor-Mestre da Unimontes.

Referência por meio do tanque classe “A”, para fins de manejo, devem-se fazer ajustes nos meses em que a velocidade do vento é mais intensa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manejo de irrigação, evapotranspiração, tanque classe “A” e Penman-Monteith

**ABSTRACT:** The irrigation handling in the north of Minas Gerais, when used, is based on the parameters of other regions and countries with distinct edafoclimatic conditions. The evapotranspiration is the parameter used to estimate the hydro necessities of a certain culture, which can be measured by several methods. Among them, we point out the class “A” tank, which is very practical, and the Penman Monteith equation for its precision. The measurement of evapotranspiration using the tank “A” method is the most common one used by farmers who deal with the irrigation handling in the north of Minas Gerais. In order to check the weather influence on the results obtained in class “A” tank situated far from the experimental areas, we used on one side the Eto obtained by TCA situated in a weather station, 30km far from the experimental area. On the other side, an Eto obtained by means of the PM equation, using data from an automatic weather station situated in the experimental area. For the north region of Minas Gerais and under the conditions the experience was made, the results revealed that the wind was the weather factor which varied more between the two methods used. Then, we can conclude that to obtain the Eto, adjustments are necessary during the months in which the wind speed is higher.

**KEY-WORDS:** Irrigation handling, evapotranspiration, class “A” tank, Penman Monteith

## INTRODUÇÃO

O Norte de Minas Gerais apresenta carências de informações a respeito de metodologias apropriadas de manejo de irrigação e de consumo de água para as principais culturas implantadas.

A metodologia para determinação da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), atualmente aceita pelos pesquisadores, é a evapotranspiração de uma cultura hipotética, com uma altura de 0,12 m, resistência aerodinâmica da superfície de 70 sm<sup>-1</sup> e albedo de 0,23. Essa metodologia para determinação da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi denominada de Penman-Monteith padronizada para os termos de resistência aerodinâmica e da cultura nas perdas no processo evaporativo, que estima a evapotranspiração considerando as características da cultura de referência e do meio ao seu redor. Para formular a equação de ALLEN (1986), foi introduzida na equação de Penman (1948) a função de resistência da superfície foliar ( $r_c$ ) para cada tipo específico de cultura, em adicional ao termo já existente de resistência aerodinâmica. Desta modificação, a equação de ALLEN (1986) tornou-se precisa para ser utilizada para cálculo da ET<sub>o</sub>, proporcionando bons resultados tanto em base mensal como diária e, até mesmo, horária (SEDIYAMA, 1996).

Na região do Norte de Minas, a maioria dos agricultores que realizam o manejo da irrigação utilizam o tanque classe “A” pelo seu custo e facilidade de trabalho.

A evaporação da água no tanque Classe “A” (EV) dá uma estimativa dos efeitos combinados da radiação solar, do vento, da temperatura e umidade relativa do ar (FACI e HERNANDEZ ABREU et al, 1981). Por conseguinte, a simples medida da evaporação já representa grande parte da evapotranspiração potencial da cultura (ET<sub>pc</sub>), pois quando a cultura está plenamente desenvolvida, requer uma quantidade de água correspondente a 90 a 80% da água evaporada de uma superfície livre, tipo tanque Classe “A” (MANICA, 1973).

Segundo a EPAMIG (1999), em condições de propriedade agrícola, tem-se observado que a estratégia de manejo de água, com base em medidas de evaporação, utilizando-se o tanque classe “A”, pode ser adotada pelo produtor sem grandes dificuldades, pois o instrumental requerido é relativamente simples e de baixo custo. Nesse caso, os requerimentos de água da cultura podem ser obtidos, com coeficientes apropriados, para transformar as leituras de evaporação de uma superfície livre de água do tanque em estimativas de consumo de água da cultura ao longo de seu ciclo de desenvolvimento, contemplando tanto a evaporação da água do solo quanto a transpiração das plantas, ou seja, a evapotranspiração. Sabendo-se que a bananicultura é o “carro forte” da região Norte de Minas Gerais, aliado à falta de informações das reais condições de manejo, este trabalho teve como objetivo comparar e ajustar o método de manejo de irrigação mais utilizado pelos agricultores no Norte de Minas Gerais, com o método considerado padrão.

O trabalho foi realizado no projeto Jaíba, situado no Norte de Minas Gerais, na gleba C2, lote 52, setor Se-1. A região caracteriza-se por apresentar uma altitude de 630 metros, Latitude de 15020’ sul e Longitude de 43040’. Foram comparados os dados obtidos de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) através da equação de Penman Monteith (PM) e do tanque classe “A” (TCA) instalado a 30 Km de distância da área experimental, em um posto meteorológico.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Fez-se a comparação da Evapotranspiração de referência pela equação de Penman Monteith e do tanque classe “A” a partir do mês de fevereiro de 2000, finalizando-se em setembro do mesmo ano. Trabalhou-se com a cultura da bananeira, cultivar Prata Anã.

Instalou-se uma estação meteorológica automática dentro da área experimental, na qual dados meteorológicos foram coletados para obtenção da evapotranspiração de referência pela equação de Penman Monteith. Os dados coletados como dados de entrada na equação de Penman Monteith foram: temperaturas máximas, médias e mínimas, umidade relativa, insolação e velocidade do vento. Os dados meteorológicos foram coletados diariamente, calculando-se a ETo no mesmo período. Do tanque classe “A”, obteve-se a evaporação diária e, mensal e em função do coeficiente do tanque (Kt), calculou-se a evapotranspiração de referência, utilizando a Equação 1.

$$ETo = EV \cdot Kt$$

(1)

em que

ETo = Evaporação de Referência;

EV= evaporação do tanque classe “A” e;

Kt = coeficiente do tanque que depende da velocidade do vento, da umidade relativa e da bordadura.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo ALMEIDA (1997), o Norte de Minas Gerais apresenta temperatura média e umidade relativa de 24,80C e 65,5%, respectivamente, tendo ambas uma pequena variabilidade média mensal e uma insolação total de 2.804 horas, demonstrando condições favoráveis à atividade agrícola. Para a velocidade do vento, segundo o mesmo autor, apresenta uma média anual de 2,15 m/s. Esses valores indicam uma alta demanda evapotranspirométrica para a região, principalmente devido à ocorrência de temperaturas elevadas, conjuntamente com baixa umidade relativa e significativa influência da velocidade do vento. Nesse experimento, observou-se que, nos meses em que a incidência da velocidade do vento foi relativamente superior na região (abril a setembro de 2000), a ETo (TCA) diferenciou-se em relação a ETo (PM), conforme as Figuras 3 a 8. Nos meses em que os ventos estavam relativamente calmos (janeiro, fevereiro e março de 2000), a ETo (TCA) aproximou-se bastante da ETo (PM), conforme as Figuras 1 a 3. Isto pode ser explicado pelo fato de que os fatores que influenciam a ETo são a temperatura, a pressão de vapor de d'água e o vento. A pressão de vapor de água e a temperatura praticamente não

diferenciaram entre a ETo (PM), obtida na área experimental, e a ETo (TCA), obtida por meio do tanque classe “A”, situado a 30 km de distância da área experimental.

Os dados meteorológicos médios observados na estação meteorológica, durante a realização do experimento, de temperatura máxima, média, mínima, umidade relativa, insolação e velocidade do vento foram respectivamente 31,500C, 24,100C, 18,020C, 72,43%, 8,47 horas e 0,22 km/hora. Já para o posto meteorológico, onde estava instalado o tanque classe “A”, os valores encontrados para temperaturas máximas, médias e mínimas, umidade relativa, insolação e velocidade do vento foram, respectivamente, 30,00C, 25,00C, 18,50C, 73%, 9,0 horas e 1,20 km/hora.

Verifica-se que, de todos os fatores meteorológicos, apenas a velocidade do vento diferenciou-se nas condições em que foram testados os dois métodos.

No Quadro 1, encontram-se os parâmetros meteorológicos utilizados na obtenção da ETo por meio da equação de Penman-Monteith, e, no Quadro 2, os parâmetros utilizados para obtenção da ETo por meio do tanque classe “A”.

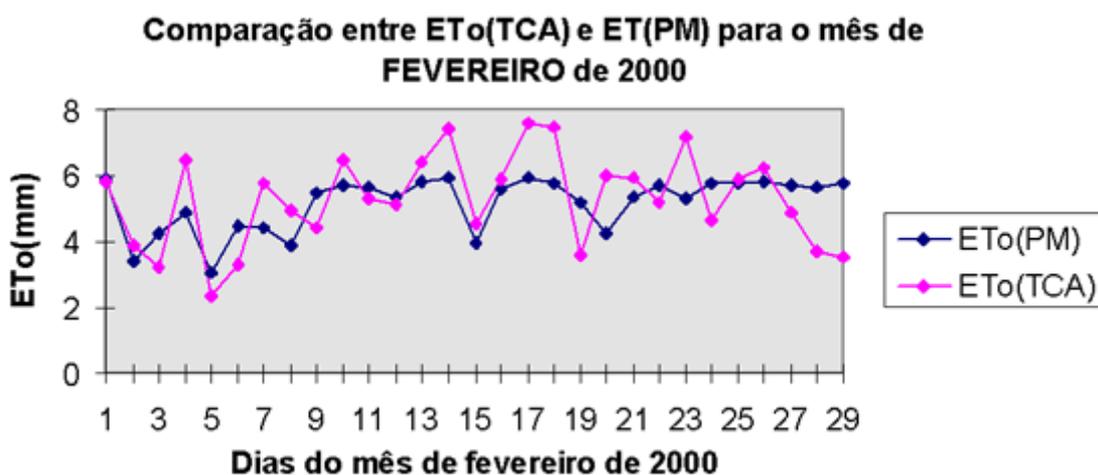
**Quadro 1-** Parâmetros meteorológicos médios utilizados na obtenção da Evapotranspiração de Referência pela Equação de Penman-Monteith, na região Norte de Minas Gerais

Meses	T máxima (°C)	T média (°C)	T mínima (°C)	UR (%)	Insolação (número de horas)	Velocidade do vento(Km/h)
Fev/2000	31,76	25,55	20,99	74,7	8,87	0,27
Mar/2000	30,69	24,93	20,63	76,0	7,71	0,30
Abr/2000	31,68	24,75	19,39	69,6	9,41	0,29
Mai/2000	31,67	22,67	15,32	67,9	9,49	0,32
Jun/2000	30,32	20,69	12,23	73,8	9,58	0,29
Jul/2000	29,74	20,66	12,27	72,7	9,50	0,26
Ago/2000	31,18	21,36	12,30	70,9	10,08	0,32
Set/2000	31,11	23,60	16,00	69,8	9,58	0,23

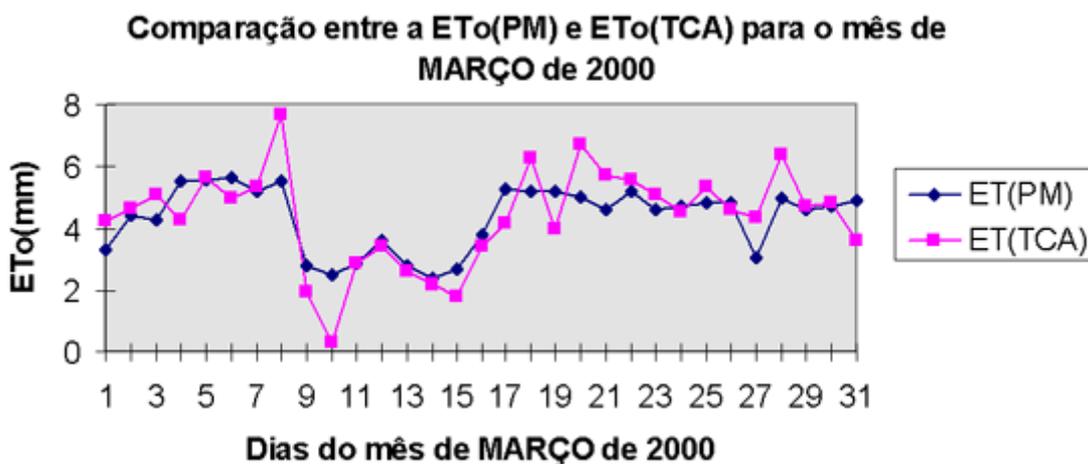
respectivamente 31,500C, 24,100C, 18,020C, 72,43%, 8,47 horas e 0,22 km/hora.

**Quadro 2** - Parâmetros meteorológicos utilizados na obtenção da Evapotranspiração de Referência pelo Tanque Classe “A”, na região Norte de Minas Gerais.

Meses	Evaporação média (mm)	Coefficiente do tanque(Kt)	Velocidade do vento(Km/h)	Umidade relativa (%)	Temperatura média (°C)
Fev/2000	6,2	0,80	0,87	74,7	26,00
Mar/2000	5,5	0,80	0,98	76,0	24,32
Abr/2000	4,2	0,80	1,32	69,6	24,86
Mai/2000	4,5	0,85	1,45	67,9	22,82
Jun/2000	3,3	0,85	0,98	73,8	20,73
Jul/2000	3,5	0,85	0,85	72,7	20,15
Ago/2000	3,5	0,85	1,29	70,9	21,35
Set/2000	4,1	0,85	1,28	69,8	24,00

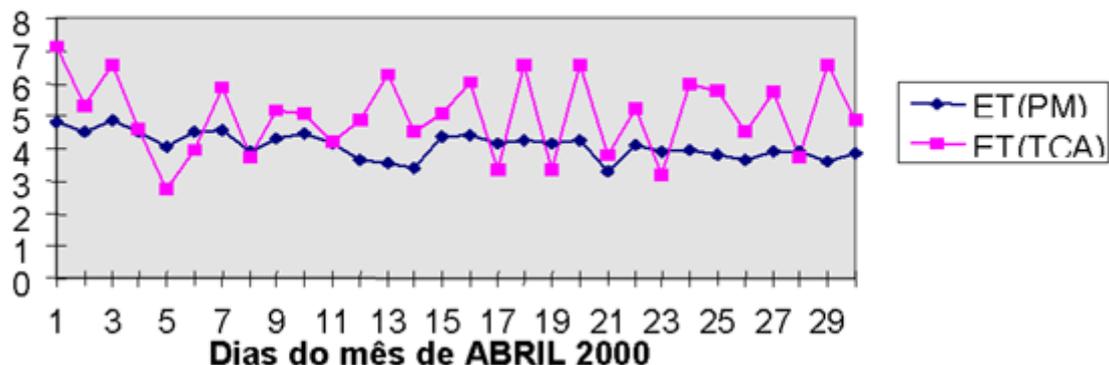


**Figura 1** - Comparação entre ETo (TCA) e ETo (PM) relativo ao mês de Fevereiro de 2000, obtidas no projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais.



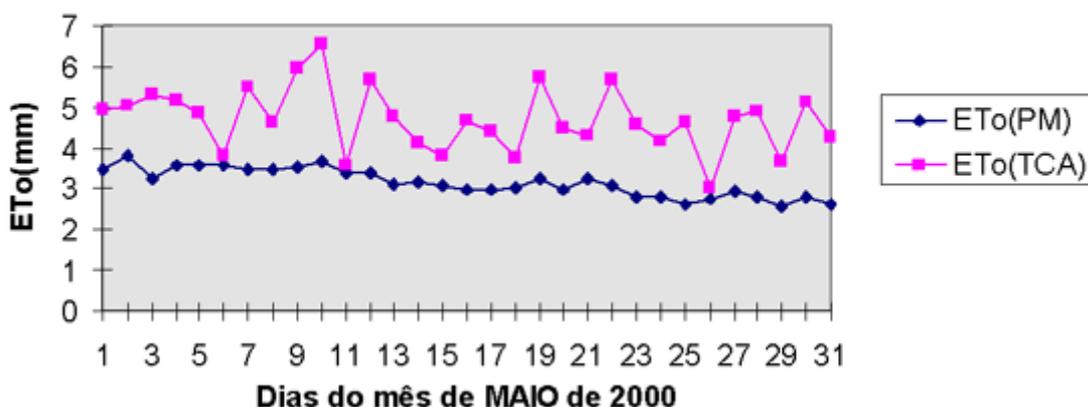
**Figura 2** - Comparação entre ETo (TCA) e ETo (PM) relativo ao mês de Março de 2000, obtidas no projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais.

**Comparação entre ETo(PM) e ETo(TCA) para o mês de 2000**



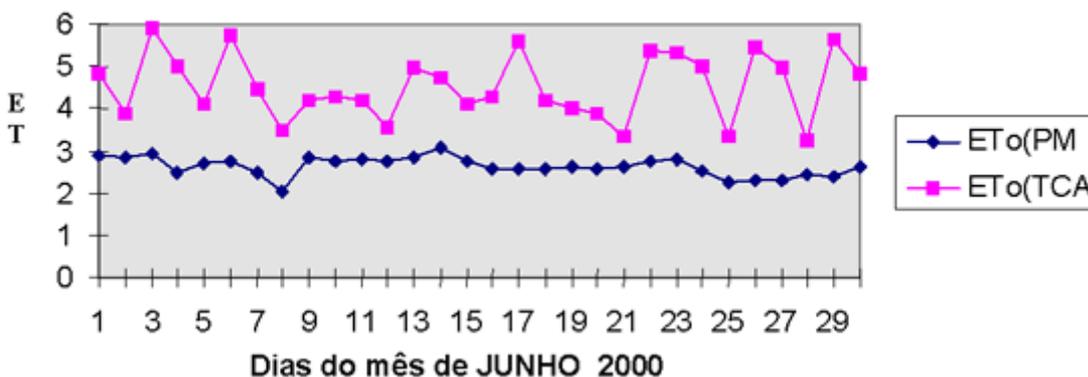
**Figura 3** - Comparação entre ETo (TCA) e ETo (PM) relativo ao mês de Abril de 2000, obtidas no projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais.

**Comparação entre ETo(PM) e ETo(TCA) para o mês de MAIO de 2000**

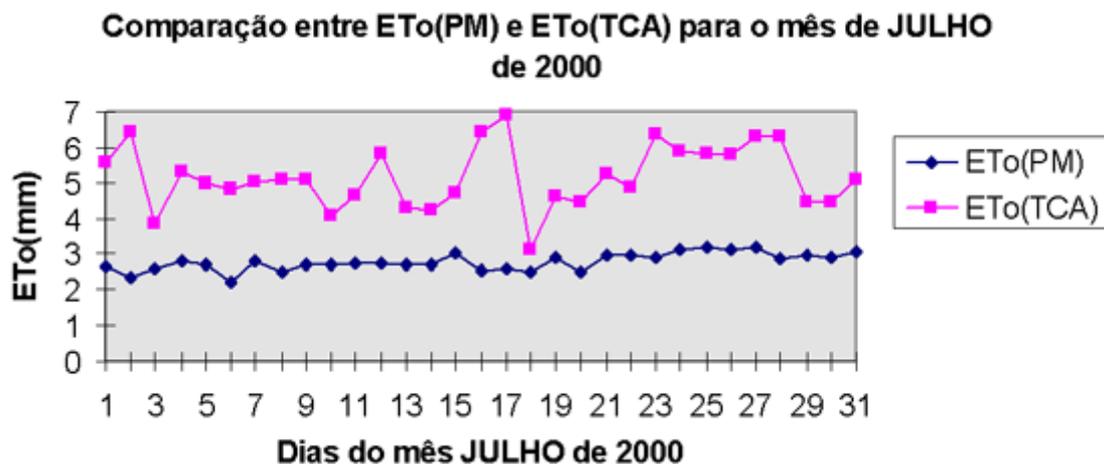


**Figura 4** - Comparação entre ETo (TCA) e ETo (PM) relativo ao mês de Maio de 2000, obtidas no projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais.

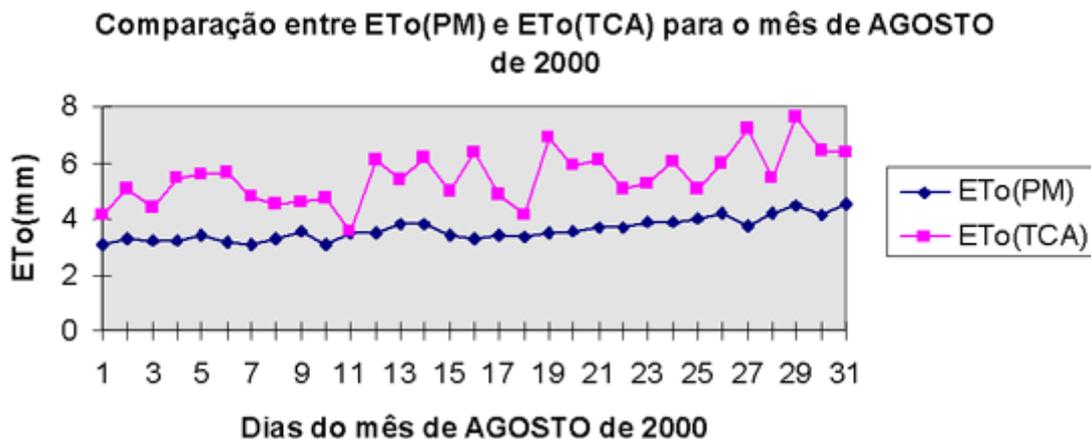
**Comparação entre ETo(PM) e ETo(TCA) para o mês de JUNHO de 2000**



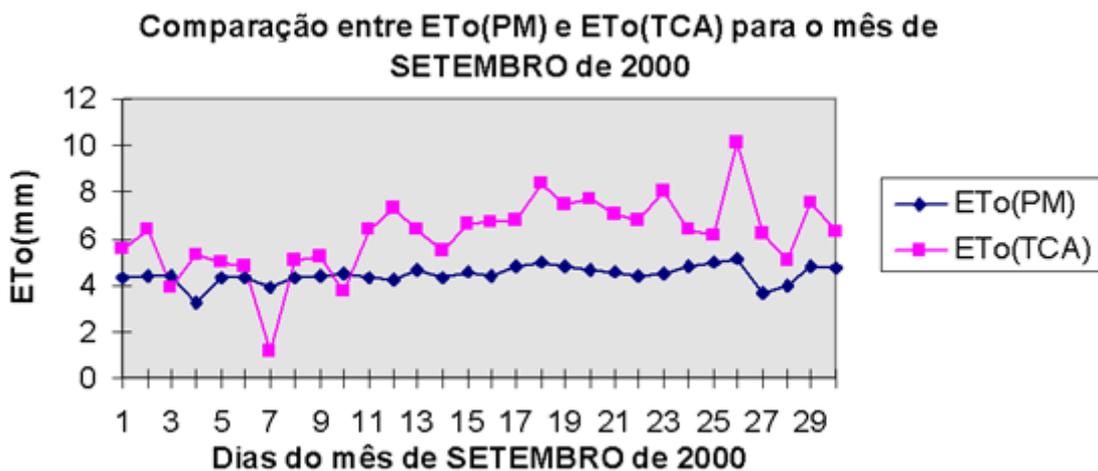
**Figura 5** - Comparação entre ETo(TCA) e ETo(PM) relativo ao mês de Junho de 2000, obtidas no projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais.



**Figura 6** - Comparação entre ETo(TCA) e ETo(PM) relativo ao mês de Julho de 2000, obtidas no projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais.



**Figura 7** - Comparação entre ETo(TCA) e ETo(PM) relativo ao mês de Agosto de 2000, obtidas no projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais.



**Figura 8** - Comparação entre ETo(TCA) e ETo(PM) relativo ao mês de Setembro de 2000, obtidas no projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais.

## CONCLUSÕES

- Para utilização de dados de Evapotranspiração de Referência por meio do tanque classe “A”, situado distante da área produtiva, nas condições edafoclimáticas do projeto Jaíba-MG, devem-se fazer correções nos meses em que a velocidade do vento é menos intensa, coincidindo com os meses de maio a julho, onde o tanque classe “A” superestima a Evapotranspiração de Referência.

- Dentre os fatores meteorológicos, a velocidade do vento foi o que mais influenciou na diferenciação da evapotranspiração obtida na área experimental, pelo método padrão de Penman-Monteith, e pelo tanque classe “A” distante da área experimental.

## Referências bibliográficas

ALMEIDA, F.T. *Avaliação dos sistemas de irrigação pressurizados e do manejo da água na cultura da bananeira no projeto Gorutuba*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997.100f. Dissertação (mestrado).

ALLEN, R.G. Penman for all seasons. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v.112, n.4, p.348-368, 1986.

HERNANDEZ.A J. M.; RODRIGO LOPEZ, J.; PEREZ REGALADO, A.; GONZALEZ HERNANDEZ, F. *El riego por goteo*. Madri, 1981. 317p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. *Informe Agropecuário*. V.2 0.n.196. Banana: Produção, colheita e Pós-colheita. 1999.p.5-11.

MANICA, I. *Irrigação em sulcos e sua influência no crescimento e produção da planta matriz de bananeira (Musa cavendishi Lambert) c.v Nanicão*. Piracicaba: ESALQ, 1973. 100p. (Tese - Doutorado em Irrigação e Drenagem).

SEDIYAMA, G.C. Necessidade de água para os cultivos. Brasília, DF, ABEAS, 1996. 143p. (Curso de Engenharia de Irrigação-módulo 2).