



II Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Simpósio Brasileiro sobre o uso
Múltiplo da Água

10 a 13 de junho de 2008

Fortaleza - CE

AValiação do desempenho de diferentes metodologias para determinação da evapotranspiração de referência no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi, Ceará

Francisco Sildemberny S. dos Santos¹; Tony Thiago S. Ferreira²; Maria Neuzirene C. Silva³; Karisia Mara L. de Oliveira³; Ênio Marques de C. Silveira³; Anita Lênuar de A. Moura³

¹ Tecnólogo em RH/Irrigação, MSc. Irrigação e Drenagem, Prof. Faculdade de Tecnologia CENTEC-Limoeiro do Norte, Rua Estevam Remigio, 1145, CEP: 62.960-000, Limoeiro do Norte, CE. Fone: (88) 3423 6915. e-mail: sildemberny@hotmail.com

² Tecnólogo em RH/Irrigação, Mestrando em Irrigação e Drenagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

³ Estudante do Curso de Recursos Hídricos/Irrigação, FATEC- Limoeiro do Norte, CE.

RESUMO: O trabalho foi realizado no intuito de verificar o desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) nas condições climáticas do Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará. Para isso foi utilizado o banco de dados da Estação Meteorológica Automatizada da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Tecnologia CENTEC-Limoeiro do Norte. A metodologia de Penman-Monteith recomendada pela FAO foi tida como padrão sendo seus dados correlacionados aos métodos de Hargreaves-Samani e Ivanov. Os resultados apontaram que na estimativa da ET_o, a equação de Hargreaves-Samani proporciona os maiores valores, seguidos de Ivanov e Penman-Monteith FAO. Diante das correlações realizadas, assumindo o método proposto pela FAO como padrão e na impossibilidade do seu uso, pode-se recomendar o uso da equação de Ivanov.

Palavras-Chave: equações, evapotranspiração, correlação.

EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF VARIOUS METHODS FOR DETERMINING EVAPOTRANSPIRATION OF REFERENCE OF THE DISTRICT OF IRRIGATION JAGUARIBE-APODI, CEARÁ

SUMMARY: The main of this work was to evaluate the performance of different methods of estimating the evapotranspiration of reference (ET_o) climatic conditions of the District of Irrigation Jaguaribe-Apodi, Limoeiro do Norte, Ceara. Was used the database of the Automated Meteorological Station Unit of Education, Research and Extension of the Faculty of Technology CENTEC-Limoeiro do Norte. The

methodology of Penman-Monteith recommended by FAO has been taken as its standard data correlated with the methods of Hargreaves-Samani and Ivanov. The results showed that the estimation of ETo, the equation of Hargreaves-Samani provides the highest, followed by Ivanov and Penman-Monteith FAO. from correlations, assuming the method proposed by FAO as standard and the failure of the use is, can be recommend the use of the equation of Ivanov.

Key Works: equations, evapotranspiration, correlation.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indiscutivelmente crucial à vida no planeta cuja demanda de 70 a 80% se deve à irrigação, cerca de 20% ao abastecimento industrial e apenas 6% ao consumo humano (Gondim, 1998). A grande variabilidade temporal e espacial da distribuição das chuvas, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, determina altos níveis de risco às atividades agrícolas. Sendo assim, a irrigação é uma alternativa utilizada para viabilizar e aumentar a produção agrícola em locais de baixos índices pluviométricos.

Diante disso, é notável a importância da utilização de práticas de manejo da água de irrigação racionais e adequadas. Existem vários métodos de medição ou estimativa das necessidades hídricas das culturas que foram desenvolvidos para auxiliar o produtor. Assim sendo, o irrigante pode utilizar exclusivamente um método, ou ainda a combinação de dois ou mais. Na realidade, a escolha do método mais eficiente, varia de acordo com os aspectos locais como sistema e método de irrigação, disponibilidade total de energia diária, capacidade do conjunto de bombeamento, poder aquisitivo e grau de instrução do irrigante, dentre outros.

As necessidades hídricas das culturas são normalmente expressas mediante a taxa de evapotranspiração. Segundo Bernardo (1995), os fatores que interferem na quantidade de água evapotranspirada são, sobretudo, a planta, o solo e o clima, sendo este último fator preponderante sobre os demais.

A quantificação da água evapotranspirada pode ser medida ou estimada. A medição é realizada somente em condições experimentais com o uso de lisímetros, visto o alto custo e a dificuldade no manuseio. Por outro lado, a estimativa pode ser realizada por meio de evaporímetros ou de equações.

No que tange às equações, a metodologia proposta por Penman-Monteith vem sendo recomendada pela FAO, como sendo o mais adequado para se estimar a ETo em escala diária. Trata-se de um método consistente para estimar ETo corretamente numa grande variedade de localização e climas.

Já o método de Hargreaves-Samani, foi proposto em 1985 pelos autores com o objetivo de estimar a ETo diária. Trata-se de uma equação simples que requer poucos dados. Por fim, apesar de pouco estudada, a metodologia proposta por Ivanov explicitada por Jensen (1973) pode assumir destaque no manejo da irrigação em cultivos na região estudada visto os resultados de estudos recentes, aliada a necessidade de poucos dados meteorológicos.

De modo geral, é importante a obtenção de dados climáticos regionais confiáveis visando às estimativas mais precisas da evapotranspiração, e ao melhor aproveitamento das precipitações naturais no dimensionamento de sistemas de irrigação.

Diante disso, realizou-se o presente estudo no intuito de verificar o desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) nas condições climáticas do Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi, Limoeiro do Norte, Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido utilizando-se os dados da estação meteorológica Automática da Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão (UEPE) pertencente à Faculdade de Tecnologia CENTEC-Limoeiro do Norte, no Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi, Ceará.

As coordenadas geográficas do local são: 5°06' de latitude Sul, 38° 00' de longitude Oeste e altitude de 149 m em relação ao nível do mar. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo BSw'h' com os seguintes valores médios anuais: precipitação 772 mm, bastante irregular; temperatura 28,5 °C; umidade relativa 62 %; insolação 3030 horas ano⁻¹ (DNOCS, 2006).

Foi utilizado um banco de dados dos últimos 06 anos referente a jan/02 a dez/07. Para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), foram utilizadas as metodologias propostas por Penman-Monteith FAO, Hargreaves-Samani e Ivanov, assumindo a primeira como referência dada sua recomendação pela FAO.

Para o método de Hargreaves-Samani foram utilizados os dados de temperatura média do ar e radiação no topo da atmosfera, os mesmos foram aplicados na equação 1

$$ET_o = 0,0023.Q_o.(T_{MAX} - T_{MIN})^{0,5}.(T + 17,8) \quad (Eq. 1)$$

em que:

ET_o - evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹;

Q_o - radiação no topo da atmosfera, mm dia⁻¹;

T_{MAX} - temperatura máxima, °C;

T_{MIN} - temperatura mínima, °C;

T - temperatura média diária, °C.

A partir da metodologia proposta por Ivanov a ET_o foi estimada com base na equação:

$$ET_o = 0,006(25 + T)^2 \times \left(1 - \frac{UR}{100}\right) \quad (Eq.2)$$

onde:

T - temperatura média, em °C;

UR - umidade relativa média, em %.

Quanto ao método padrão de Penman-Monteith FAO, foi necessário a utilização dos dados de temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, bem como, dados de radiação

disponibilizados apenas em estações meteorológicas automáticas, o que potencializa a equação padrão.

$$ET_o = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot U_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot U_2)} \quad (\text{Eq.3})$$

em que:

Δ - inclinação da função de pressão de vapor de saturação, kPa °C⁻¹;

R_n - radiação líquida na superfície, MJ m⁻² dia⁻¹;

G - densidade do fluxo de calor do solo MJ m⁻² dia⁻¹

γ - constante psicrométrica, kPa °C⁻¹;

T - temperatura média do ar a 2 m de altura, °C;

U_2 - velocidade média do vento a 2 m de altura, m s⁻¹;

e_s - pressão de vapor de saturação, kPa;

e_a - pressão atual do vapor, kPa.

A partir dos dados encontrados foram confeccionados gráficos de correlação no intuito de analisar o nível de correlação entre os métodos supracitados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 a seguir são apresentados os valores de ETo estimados pelos distintos métodos estudados. Pode-se observar que a metodologia proposta por Hargreaves-Samani vem delineando os maiores valores no período estudado, seguido por Ivanov e, finalmente, Penman-Monteith FAO.

Tabela 01: Valores médios mensais da ETo (mm) estimados pelos métodos de Penman-Monteith FAO, Hargreaves-Samani e Ivanov no período de jan/02 a 12/07, DIJA, Limoeiro do Norte, Ceará

MÊS	Penman-Monteith FAO	Hargreaves-Samani	Ivanov
JAN	154,81	379,50	180,89
FEV	75,14	327,22	100,57
MAR	73,61	350,46	98,82
ABR	74,39	322,47	103,27
MAI	69,49	300,25	99,23
JUN	77,92	238,83	104,87
JUL	122,01	290,86	165,97
AGO	171,39	315,20	199,29
SET	187,51	338,83	214,81
OUT	184,80	367,25	212,24
NOV	180,14	360,97	200,66
DEZ	167,55	373,25	198,17

Os resultados obtidos demonstram consonância com os encontrados por Oliveira et al. (2005) que compararam alguns modelos de estimativa da ETo para a região de Goiânia (GO), assumindo o método de Penman-Monteith como referência em função de Blaney-Criddle FAO,

Radiação FAO, Hargreaves-Samani e Tanque Classe A. Os autores constataram que a metodologia de Hargreaves-Samani proporcionou os maiores valores de ETo.

Na Figura 1 são apresentadas as relações entre a ETo mensal estimada pelo método de Penman-Monteith FAO em função de Hargreaves-Samani e Ivanov.

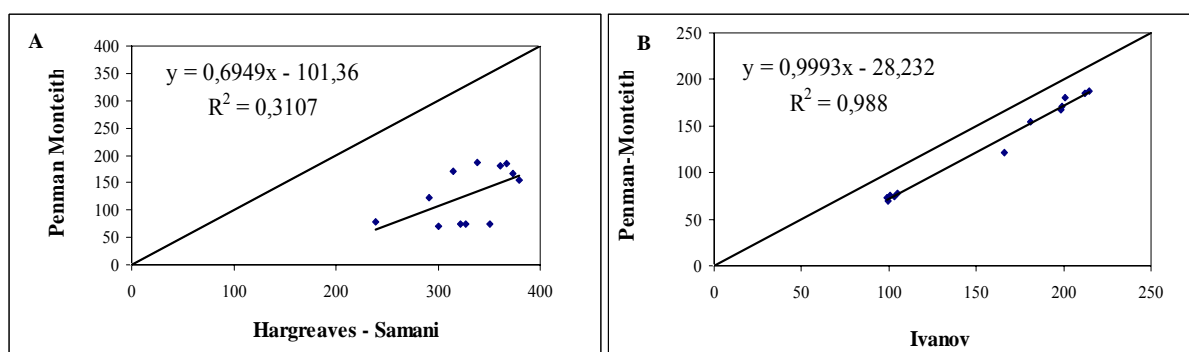


Figura 01: Relação entre Evapotranspiração de Referência (ET_o) estimada pelo método de Penman-Monteith FAO e os métodos de Hargreaves-Samani e Ivanov, DIJA, Limoeiro do Norte, CE

Observa-se, a partir da Figura 1A, que no período estudado os valores de ETo estimados por Hargreaves-Samani são superestimados quando comparados ao método de Penman-Monteith FAO. Quando a ETo encontrada pelo primeiro encontra-se em torno de 300 mm, o segundo aponta uma estimativa de apenas cerca de 30% com 100 mm. Os resultados demonstram uma correlação irrisória na estimativa entre os métodos na ordem de 31%.

Em contrapartida, na Figura 1B pode-se constatar uma correlação de mais 98%, absolutamente superior ao anterior, demonstrando que a estimativa de ETo pelos métodos de Penman-Monteith FAO e Ivanov proporcionam resultados consideravelmente mais próximos.

Camargo e Sentelhas (1997) encontraram resultados diferentes quando constataram o pior desempenho na estimativa da ETo em São Paulo para a equação de Ivanov. Em contrapartida, Dantas (2008) encontrou produtividades acima de 40 Mg ha⁻¹ no cultivo do melão amarelo, usando a equação de Ivanov no manejo de irrigação.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados e discussões proferidas, pode-se inferir para a região em estudo, que para a estimativa da ETo, na ausência de estações meteorológicas automatizadas que impossibilitam o uso da metodologia de Penman-Monteith proposta pela FAO, pode-se utilizar a equação de Ivanov proposta com Jensen (1973) em detrimento da metodologia de Hargreaves-Samani.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S. Manual de irrigação. 6ª edição. Viçosa: UFV, 1995. 657p.

- CAMARGO, A.P. e SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Santa Maria, v. 5; n. 1, p. 89-97, 1997.
- DANTAS, I. C. Produção de melão amarelo sob diferentes densidades de plantio. 2008. 28p. Monografia (Especialização em Fruticultura Irrigada) – Faculdade de Tecnologia CENTEC, Limoeiro do Norte.
- DNOCS, Departamento Nacional de Obras contras as Secas. Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas. Disponível em: < <http://apoena.dnocs.gov.br/~apoena/php/projetos/projetos.php> >. Acesso em: 28/04/08.
- GONDIM, R. S. Análise Econômico-Comparativa do Monitoramento da Irrigação com Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) através de Tensiômetros, Tanque Classe A e Método de Hargreaves. 1998. 104p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- JENSEN, M. E., ed. *Consumptive use of water and irrigation water requeriments*. New York: American Society of Civil Engineers, 1973. 215p.
- JENSEN, M. E., ed. *Consumptive use of water and irrigation water requeriments*. New York: American Society of Civil Engineers, 1973. 215p.
- OLIVEIRA, R.Z.; OLIVEIRA, L.F.C.; WEHR, T.R.; BORGES, L.B.; BONOMO, R. Comparação de metodologias de estimativa da evapotranspiração de referência para a Região de Goiânia, GO. *Biosc. J. Uberlândia*, v. 21; n. 3, p. 19-27, sept/Dec. 2005.