

COMPARAÇÃO ENTRE TRÊS MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET_o) COM O MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH-FAO NAS CONDIÇÕES DE MOSSORÓ/RN DE 1970 A 2007

WESLEY DE O. SANTOS¹, BEN DÊIVIDE DE O. BATISTA², JOSÉ ESPÍNOLA SOBRINHO³, VÁGNA DA COSTA PEREIRA⁴, EDMILSON G. CAVALCANTE JUNIOR⁵, BRUNO M. DE ALMEIDA⁵

1 Eng. Agrônomo, Bolsista CAPES, Mestrando em Irrigação e Drenagem, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró-RN, FONE: (84) 8822-4254, e-mail: wesleyoliver2@hotmail.com. 2 Eng. Agrônomo, Graduado, UFERSA, Mossoró-RN. 3 Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró-RN. 4 Aluna de graduação em agronomia, bolsista ITI-A do CNPq, UFERSA, Mossoró-RN. 5 Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFERSA, Mossoró-RN.

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

RESUMO: Analisou-se a comparação entre três métodos (Hargreaves-Samani, Jensen-Haise e Thornthwaite-Camargo) de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) indicados para as condições Semi-Áridas com o método de Penman-Monteith-FAO como método padrão nos períodos pentadiais (5 dias), decendiais (10 dias) e mensal (30 dias) numa série histórica de 1970 a 2007 dos dados meteorológicos coletados da estação meteorológica Jerônimo Rosado da UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-Árido), com o objetivo de indicar qual dentre os métodos apresenta o melhor desempenho para as condições de Mossoró-RN nos períodos em estudo. O método de Hargreaves-Samani apresentou o melhor desempenho entre os métodos estudados.

PALAVRAS-CHAVE: métodos empíricos, desempenho, semi-árido.

COMPARISON AMONG THREE METHODS TO ESTIMATE REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION (ET_o) WITH THE METHOD PENMAN-MONTEITH-FAO CONDITIONS OF MOSSORO / RN FROM 1970 TO 2007

ABSTRACT: It was analyzed the comparison of three methods (Hargreaves-Samani, Jensen-Haise and Thornthwaite-Camargo) estimation of reference evapotranspiration (ET_o) indicated for the semi-arid conditions with the Penman-Monteith-FAO method as the standard for the five-periods (5 days), ten-periods (10 days) and monthly (30 days) in a historical series from 1970 to 2007 data collected from meteorological station, Jerônimo Rosado UFERSA's (Federal University Rural of Semi-Arid) with aim indicate the methods performance best for the conditions of Mossoró, RN during the study period. The Hargreaves-Samani method showed the best performance among the methods studied.

KEY-WORDS: empiric methods, performance, semi-arid.

INTRODUÇÃO: A água pode retornar à atmosfera através de dois processos naturais: por intermédio de evaporação e transpiração. De acordo com Turco et al. (2005), a evapotranspiração pode ser definida como um processo combinado de transferência de água do solo para a atmosfera, incluindo o processo de transpiração por meio dos tecidos vegetais. A ETo (evapotranspiração potencial ou de referência) no boletim da FAO-24, trata-se da evapotranspiração que ocorre sobre uma cultura hipotética com altura de 0,12 m de resistência aerodinâmica da superfície de 70 s.m^{-1} e albedo de 23% (0,23), em crescimento ativo e mantido a uma altura uniforme de 0,08 a 0,12 m. A evapotranspiração de referência (ETo) é utilizada nos balanços hídricos agrícolas e na modelagem dos processos climatológicos e hidrológicos, com finalidade de obter estimativas da necessidade de irrigação, na previsão de safras, avaliação da disponibilidade de recursos hídricos e caracterização climática. (SANTOS, 2010). Por apresentar custos elevados, o uso de lisímetros tem ficado restrito a instituições de pesquisas, sendo utilizado para obter medidas precisas e exatas que sirvam de referência na calibração dos métodos de estimativa da ETo utilizados pelos irrigantes, quando instalado e operado com os devidos cuidados. (PEREIRA, 2004). O objetivo deste trabalho é comparar os métodos Jensen-Haise, Hargreaves & Samani e Thornthwaite-Camargo de estimativa da evapotranspiração de referência (ETo), tomando-se como padrão o método de Penman-Monteith-FAO com o intuito de determinar quais dentre eles é o mais indicado para as condições de Mossoró/RN.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados meteorológicos foram obtidos de uma série histórica de 38 anos (1970 a 2007) dos registros da estação meteorológica da UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-Árido), Jerônimo Rosado em Mossoró cujas coordenadas geográficas são: $5^{\circ}11' \text{ S}$ e $37^{\circ}20' \text{ W}$, com altitude de 40,5 m acima do nível do mar, estando localizado a apenas 40 km do Atlântico Norte. O clima local apresenta uma temperatura média anual em torno de $27,5^{\circ} \text{ C}$ e umidade relativa de 68,9 %, a precipitação média anual é de 670 mm e, a evapotranspiração média anual está em torno de 1945,20 mm e a insolação média de 236 h.mês^{-1} , sendo os meses mais secos de maior insolação. (CARMO FILHO et al., 1991). Os dados foram organizados por meio da MACRO ALANEB que vem facilitar a manipulação de dados para auxílio de softwares em especial o VTFIT feito por Cooke, 1993. Para a estimativa da evapotranspiração pelo método de Penman – Monteith-FAO foi utilizado o software SEEVA elaborado por (BEZERRA, 2009), desenvolvido utilizando a linguagem de programação C# no ambiente de desenvolvimento Microsoft® Visual C# 2005, além disso, utilizou-se o pacote da Microsoft® Office Excel (2007), sendo em seguida comparado com os métodos Hargreaves-Samani, Jensen-Haise e Thornthwaite-Camargo. As estimativas de ETo foram organizadas em 5 dias (pentadial), 10 dias (decendial) e 30 dias (mensal) de forma que os dados foram organizados em valores médios, totalizando 38 observações para cada período em estudo e para cada mês, seis (6) pântadas, três (3) decêndios e (1) mensal. Para os doze (12) meses do ano foram considerados trinta (30) dias, observando que para o mês de fevereiro, o dia vinte e nove (29) do ano bissexto, também foi considerado. A avaliação do desempenho de cada método foi realizada com o índice de desempenho proposto por Camargo e Sentelhas (1997) e utilizado por Medeiros (2002) denominado de “c”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na tabela 1, verifica-se o desempenho dos métodos classificados conforme (CAMARGO; SENTELHAS, 1997). A equação 1 apresenta o índice de desempenho que reúne o índice de precisão “r” e de exatidão “d”. Nas tabelas 2, 3 e 4 é possível verificar os resultados do desempenho dos três métodos (Hargreaves-Samani, Jensen-Haise e Thornthwaite-Camargo) comparados com o método de Penman-Monteith-

FAO em todos os períodos estudados. Para o período decenal Carvalho et al. (2006) e Araújo et al. (2007) não obtiveram resultados semelhantes para o método de Hargreaves-Samani. As modificações sugeridas por Camargo et al. (1999), substituindo a temperatura média diária pela temperatura efetiva, melhoram a eficiência do método de Thornthwaite. (CONCEIÇÃO, 2003). Embora os métodos de estimativa de ETo com base nos dados de temperatura sejam recomendados para cálculos em intervalos mensais, observa-se que nos métodos Hargreaves-Samani, Jensen-Haise e Thornthwaite-Camargo em períodos decenais foi classificado como desempenho bom ou superior (Tabela 3). Os resultados das análises indicam que o método de Hargreaves-Samani deve ser usado nas condições do local em estudo, possivelmente pelo fato de que este método foi desenvolvido para as condições Semi-Áridas.

$$c = r.d$$

(Eq.1)

Tabela 1: Avaliação do desempenho dos métodos de evapotranspiração de referência (ETo), pelo índice “c”, segundo Camargo e Sentelhas (1997).

Valor de “c”	Desempenho
>0,85	Ótimo
0,76-0,85	Muito bom
0,66-0,75	Bom
0,61-0,65	Mediano
0,51-0,60	Sofrível
0,41-0,50	Mau
≥ 0,40	Péssimo

Fonte: Camargo e Sentelhas (1997).

Tabela 2: Índices de exatidão “d” e de desempenho “c” em intervalos pentadiais comparados com o método de Penman-Monteith para Mossoró/RN no período de 1970 a 2007.

Métodos	d	C	Desempenho
Hargreaves-Samani			
Janeiro	0,98	0,95	Ótimo
Março	0,85	0,79	Muito bom
Abril	0,99	0,79	Muito bom
Maio	0,99	0,80	Muito bom
Junho	0,93	0,81	Muito bom
Dezembro	0,91	0,80	Muito bom
Jensen-Haise			
Janeiro	0,98	0,91	Ótimo
Abril	0,95	0,82	Muito bom
Maio	0,86	0,82	Muito bom
Julho	0,88	0,79	Muito bom
Julho	0,95	0,81	Muito bom
Thornthwaite-			
Camargo			
Janeiro	0,99	0,92	Ótimo
Janeiro	0,79	0,70	Bom
Março	0,99	0,74	Bom
Julho	0,83	0,72	Bom
Dezembro	0,87	0,74	Bom

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa.

Tabela 3: Índices de exatidão “d” e de desempenho “c” em intervalos decendiais comparados com o método de Penman-Monteith para Mossoró/RN no período de 1970 a 2007.

Métodos	d	c	Desempenho
Hargreaves-Samani	1,00	0,82	Muito bom
Fevereiro	0,98	0,69	Bom
Março	1,00	0,68	Bom
Julho	0,91	0,70	Bom
Dezembro	0,89	0,69	Bom
Jensen-Haise	0,99	0,77	Muito bom
Abril	0,97	0,67	Bom
Agosto	0,89	0,72	Bom
Setembro	0,86	0,68	Bom
Thornthwaite-			
Camargo	0,99	0,89	Ótimo
Janeiro	0,91	0,66	Bom
Março	1,00	0,68	Bom
Abril	1,00	0,74	Bom
Maio	0,99	0,67	Bom
Julho	0,99	0,70	Bom

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa.

Tabela 4: Índices de exatidão “d” e de desempenho “c” em intervalos mensais comparados com o método de Penman-Monteith para Mossoró/RN, no período de 1970 a 2007.

Método	d	C	Desempenho
Hargreaves-Samani	0,89	0,76	Muito bom
Jensen-Haise	0,50	0,27	Péssimo
Thornthwaite-			
Camargo	0,75	0,37	Péssimo

Fonte: Dados obtidos através da pesquisa.

CONCLUSÃO: O método de Hargreaves-Samani apresentou o melhor desempenho, para a região de Mossoró/RN nos períodos em estudo. Para estimar de maneira mais criteriosa a evapotranspiração de referência é preciso realizar estudos mais detalhados acerca dos períodos de análise, pois em projetos de irrigação normalmente utiliza-se estimativas médias e máximas de acordo com uma cultura específica para suprir suas necessidades hídricas.

REFERÊNCIAS: ARAÚJO, W. F; COSTA, S. A.; SANTOS, A. E. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) para Boa Vista, RR. **Caatinga**, v.20, n.4, p.84-88, out-dez, 2007.

BEZERRA, A. H. F. **Software de simulação do coeficiente de cultura**. 2009. 59 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN.

CAMARGO, A. P., SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n.1, p.89-97, nov, 1997.

CAMARGO, et al. Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e superúmidos, com base na amplitude térmica diária. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, n.2, p.252-257, out-dez, 1999.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados meteorológicos de Mossoró** (janeiro de 1989 a dezembro de 1990), Mossoró: ESAM, FGD, 1991, 110p, Coleção Mossoroense, Série C, 630.

CARVALHO, D.F. et al. Avaliação da evapotranspiração de referência na região Seropédica-RJ, utilizando lisímetro de pesagem. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.14, n.2, p.187-195, out-dez, 2006.

CONCEIÇÃO, M. A. F. Estimativa da evapotranspiração com base na temperatura do ar para as condições do baixo Rio Grande, SP. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, n.2, p.229-236, out-dez, 2003.

MEDEIROS, A. T. **Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de Penman-Monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas, em Paraíba, PB.** 2002. 103f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PEREIRA, L. S.; **Necessidades de água e métodos de rega**, Lisboa: Publicações Europa-América, 2004, 312 p.

SANTOS, W. O. **Ajuste da evapotranspiração de referência estimada através de 10 métodos em Mossoró-RN à diferentes distribuições densidade de probabilidade.** 2010. 222 f. Monografia (Graduação em Agronomia)- Universidade Federal Rural do SemiÁrido (UFERSA), Mossoró-RN.

TURCO, J. E. P.; FARIA, M. T.; FERNANDES, E. J. Influência da forma de obtenção do saldo de radiação na comparação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência. **Irriga**, v.10, n.3, p.215-228, 2005.