



ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO PELOS MÉTODOS DE PENMAN-MONTEITH E HARGREAVES E SAMANI, VITÓRIA DA CONQUISTA, BAHIA

EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATION BY METHODS OF PENMAN-MONTEITH AND HARGREAVES E SAMANI, VITÓRIA DA CONQUISTA, BAHIA

Robson de Jesus Santos¹, Taiara Souza Costa¹, Carlos Junior Rocha dos Santos¹, Efrain Yury Turpo Cayo²

¹Universidade Estadual de Feira de Santana, Campus Feira de Santana, robssantos17@hotmail.com, taiarauefs@gmail.com, carlosrocha95santos@gmail.com

²Universidad Agraria La Molina-PERU, efra_abdias@hotmail.com

Apresentado na

30ª Semana Agrônômica do CCAE/UFES - SEAGRO 2019

16 à 20 de Setembro de 2019, Alegre - ES, Brasil

RESUMO- A demanda por recursos hídricos cresce a cada ano, sendo também crescentes a preocupação da sociedade em garantir a utilização da água de forma responsável, sendo assim o entendimento da evapotranspiração de referências (ET_o) é uma ferramenta importante, neste processo, métodos alternativos surgem para flexibilizar as análises. Objetivou-se neste trabalho determinar a ET_o utilizando o método de Hargreaves e Samani (HS) para as estações do ano comparando-o com o método padrão Penman-Monteith para o município de Vitória da Conquista, Bahia. Utilizou-se dados meteorológicos da base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia para o período de 3 anos (2014-2016) manipulados no software Office Excel 2016®, para minimização da soma dos quadrados do erro para a ET_o estimada pelo método de HS utilizou-se o dispositivo SOLVER do office e os procedimentos estatísticos ocorreram com a utilização do programa de código livre R®. Os resultados comprovam que o método de HS pode ser aplicado para estimar ET_o no município de forma simples e com necessidade de poucas variáveis, sendo que houve melhoras nos resultados para os dados ajustados, tornando-se equivalentes ao padrão. Portanto o método HS é eficiente para estimativa de ET_o na região.

PALAVRAS-CHAVE: Climatologia; método alternativo; recursos hídricos

KEYWORDS: Climatology; alternative method; water resources

SEÇÃO: Engenharia Agrícola

INTRODUÇÃO

O aumento crescente da demanda hídrica nos últimos anos tem virado motivo de preocupação em diversos setores da sociedade, tendo destaque nesse sentido a utilização da água na produção de alimento e a necessidade cada vez maior de garantir a utilização desse recurso. Nesse cenário a evapotranspiração de referência (ET_o) é importante para utilização racional dos recursos hídricos (LIMA JUNIOR, et al., 2016). A análise da ET_o permite conhecer o balanço hídrico do solo, além da evapotranspiração das culturas, o que possibilita determinar a correta lâmina de irrigação a ser aplicada em consonância com a fenologia da cultura (MOURA et al., 2015).



Para Mendonça et al. (2003) a quantificação do teor de água requerido pelas culturas é uma das principais ferramentas para a correta elaboração de qualquer sistema de irrigação, tendo na precipitação pluviométrica e na evapotranspiração seus principais componentes.

A ETo pode ser definida como o processo de perda de água para a atmosfera de uma superfície padrão totalmente gramada em que não ocorre restrição de umidade (BORGES e MENDIONDO, 2007). Segundo Conceição e Mandelli (2005), a ETo é utilizada para diversos fins, dentre eles na elaboração de balanços hídricos climatológicos, na previsão do rendimento das culturas cultivadas, no monitoramento de secas e na construção de zoneamentos agrícolas.

O método de Penman-Monteith (PM-FAO56) é considerado o método padrão na determinação da evapotranspiração de referência a partir de dados meteorológicos (CONCEIÇÃO e MANDELLI, 2005). Contudo, segundo Fernandes (2012), o grande problema desse método é o fato de requerer medidas precisas de diferentes variáveis como a umidade relativa do ar, temperatura do ar, radiação solar e velocidade do vento, dados estes que nem sempre estão disponíveis, tendo em vista que o número de estações climatológicas que realizam essas medições com a eficiência necessária ainda é muito limitado. Portanto a elaboração de métodos alternativos que demandem um número menor de variáveis climatológicas na estimação da ETo tem sido uma alternativa. A utilização do método de Hargreaves e Samani (1985) tem sido utilizado devido sua facilidade de uso em relação a Penman-Monteith, sendo um método considerado de maior simplicidade e facilidade na calibração dos parâmetros utilizados, apresentando boa confiabilidade dos dados obtidos (LIMA JUNIOR et al., 2016). Necessitando apenas das variáveis referentes a temperatura máxima, mínima e média do ar. Assim o objetivo deste trabalho foi a determinação da ETo utilizando método de Hargreaves e Samani para as estações do ano comparando-o com o método padrão Penman-Monteith para o município de Vitória da Conquista, Bahia.

METODOLOGIA

A análise foi realizada para o município de Vitória da Conquista, Latitude 14°51' S, Longitude 40°50' W e com altitude de 941 metros, região conhecida como sudoeste da Bahia, que apresenta temperaturas mínimas de 9 a 15° C e máximas de 22 a 30° C (SANTOS et al., 2011). Os dados utilizados foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), compreendendo uma série de 3 anos (2014-2016).

A série dos 3 anos analisados compreendem o período de 1096 dias, influenciado pela indisponibilidade de dados completos no INMET para períodos recentes, todavia alguns dados apresentavam-se incompletos na base de dados do INMET, nesta situação utilizou-se a metodologia proposta por Sales et al. (2018) que permite a exclusão dos dias com informações faltantes ou que possuísse dados inconsistentes, assim o percentual de 6 % dos dias analisados foram excluídos por apresentarem informações incompletas.

As variáveis climáticas utilizadas foram: radiação solar, temperatura mínima, máxima e média do ar, umidade relativa do ar e velocidade média do vento. Os dados descarregados do INMET foram manipulados no software Office Excel 2016® e para minimização da soma dos quadrados do erro entre a ETo estimada pelo método de Hargreaves e Samani utilizou-se o dispositivo SOLVER do office. Os procedimentos estatísticos ocorreram com a utilização do programa de código livre R® (R core team, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As variáveis estatísticas analisadas estão dispostas na Tabela 1. Para os dados obtidos sem ajustes (original) foi possível observar que as estações do verão e primavera apresentaram os piores valores de Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE mm d⁻¹) ambos com 0,32, o que ocorre também na variável Erro Sistemático (BIAS mm d⁻¹), sendo que no verão o valor encontrado foi de 0,25 mm e na primavera de 0,20 mm, isso demonstra que este método nestas condições apresentam baixa precisão em relação as outras estações, refletindo nos menores Índice de Concordância de Willmott (d), isso provavelmente aconteceu porque estas estações são caracterizadas



por elevado índices pluviométrico verão 31% e primavera 44% em relação a pluviosidade total, entretanto, o método foi desenvolvido e calibrado nas condições semi-áridas na Califórnia, que apresenta baixos índices pluviométricos. Para todas as estações, o Coeficiente de Determinação (R^2) variou de 0,91 à 0,98 e o Índice de Concordância de Willmott (d) variando de 0,91 à 0,98, sendo o Outono e Inverno com a maior precisão, isso acontece porque nestas condições, o município apresenta menores precipitação. A estimativa do BIAS para o modelo original, foi superestimado, apenas para estação do outono comparando-se com os originais, resultado que corrobora com análise de Costa et al. (2019).

Após o ajuste dos parâmetros, é possível observar que o melhor resultado é obtido para estação do verão, que apresentou RMSE ajustado de 0,12 mm com R^2 e Índice d 0,99 ambos. Consequentemente, reduziu o erro em 20,00 % e aumento o índice d em 8,79 %. No entanto, ao analisas o BIAS, nota-se, valores bem próximos ou igual a zero para todas estações, ao verificar o R^2 e o índice d para as demais estação, é perceptível que também apresentaram valores próximos a um, demonstrando que este modelo ajustado é eficiente e se torna indicado para todas estações.

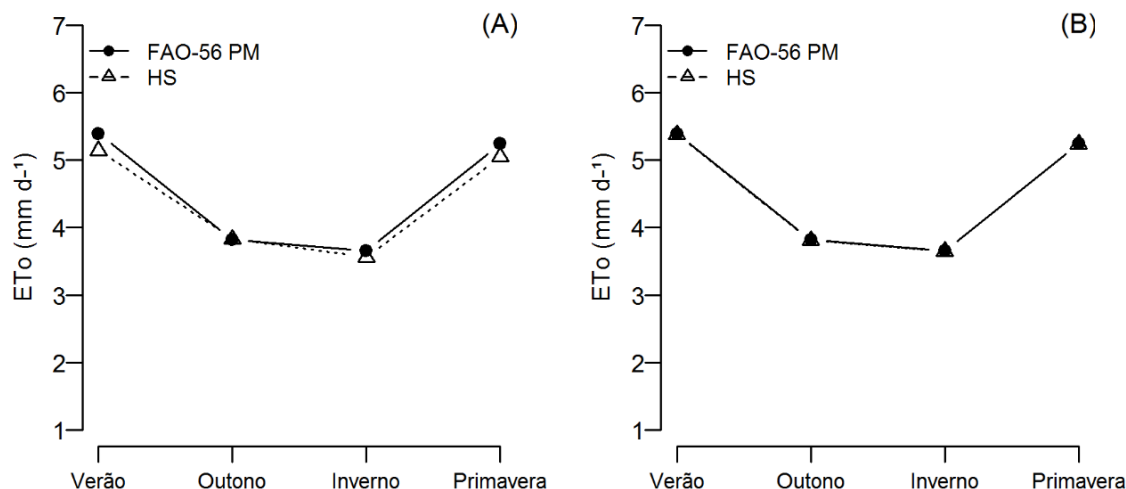
Santos et al. (2011) analisando demanda evapotranspiratória entre 1997 – 2010, para o mesmo município nas escalas diária, três, cinco e sete dias por diferentes métodos enfatiza que o método de HS ajustado apresentou melhores desempenho com aumento do intervalo analisado, com elevação do R^2 . Costa et al. (2019) avaliando evapotranspiração por métodos empíricos para o município de Morro do Chapéu, Bahia num intervalo de 17 anos também constatou que a metodologia de Hargreaves e Samani ajustada apresentou ótimo $R \geq 0,98$ e valores $d \geq 0,99$ em todas as estações.

Tabela 01. Estimativas de ETo por estação obtida pelo método de Hargreaves e Samani em relação ao método padrão, FAO-56 PM, com parâmetros originais e ajustados

Estações	Original				Ajustado				Dif _{RMSE}	Dif _d
	RMSE	BIAS	R	d	RMSE	BIAS	R	d	%	
Verão	0,32	0,25	0,94	0,91	0,12	0,01	0,99	0,99	20,00	8,79
Outono	0,20	-0,01	0,97	0,98	0,18	0,01	0,97	0,98	2,30	0,00
Inverno	0,21	0,10	0,98	0,98	0,14	0,00	0,98	0,99	7,00	1,02
Primavera	0,32	0,20	0,97	0,94	0,16	0,01	0,98	0,98	16,00	4,26

Raiz do erro quadrático médio (RMSE mm d¹); Coeficiente de determinação (R^2); Erro sistemático (BIAS mm d¹); Índice de concordância de Willmott (d); Dif_{RMSE} = ((RMSE_{orig} - RMSE_{aju}) / RMSE_{orig})x100; e Dif_d = ((d_{aju} - d_{orig}) / d_{orig})x100.

Na Figura 1, os valores médios diários de ETo foi mais alto para estação do verão seguidas da primavera, outono e inverno para os dados originais em ambos os métodos, sendo que pelo método de PM-ETo foi superior no verão, primavera e inverno e equivalente no outono, analisando os resultados para os dados ajustados é possível observar que o método de Hargreaves e Samani foi equivalente ao métodos padrão para todas as estações, mesmo necessitando de uma quantidade de variáveis menor isso porque o método foi desenvolvido para as condições semi-áridas na Califórnia (Hargreaves e Samani, 1985). Segundo Santos et al. (2011) os valores máximos observados para a região é de 5 a 8 mm⁻¹ dia o que está em consonância com os resultados encontrados.



CONCLUSÃO

A simplicidade e requisito de quantidade pequena de variáveis para o método de avaliação de evapotranspiração por Hargreaves e Samani é uma alternativa eficiente para estimativa de ETo de forma rápida e precisa quando comparado com o modelo de PM-FAO56.

Os valores originais para estimativa de evapotranspiração utilizando o método de HS foram inferiores ao de PM-FAO56 para o verão, primavera e inverno, todavia apresenta excelentes resultados após ajustados, sendo equivalentes ao método padrão para todas as estações do ano, sendo o método Hargreaves e Samani recomendado para o município de Vitória da Conquista.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G. et al. An update for the definition of reference evaporation. **ICID Bulletin**, v. 43, n. 2, p. 1-34, 1994.
- BORGES, A. C. et al. Comparação entre equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência na Bacia do Rio Jacupiranga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.293–300, 2007.
- CONCEIÇÃO, M. A. F et al. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência em Bento Gonçalves. **RS. Ver. Bras. Agrometeorologia**, v. 13, n.2, p.123-127, 2005.
- COSTA, T. S. et al. Calibration Methods for Estimation of Reference Evapotranspiration in Morro Do Chapéu, Bahia, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, p. 82, 2019.
- FERNANDES, D. S. et al. Calibração regional e local da equação de Hargreaves para estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 2, p. 246-255, 2012.
- HARGREAVES, G. H. et al. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 01, n. 02, p. 96-99, 1985.
- LIMA JUNIOR, J. C. et al. Parametrização da equação de Hargreaves e Samani para estimativa da evapotranspiração de referência no Estado do Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 3, p. 447-454, 2016.
- MENDONÇA, J. C. et al. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) na região Norte Fluminense, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.275-279, 2003.

16 a 20 de Setembro de 2019
www.seagroufes.net



- MOURA, A. R. C. et al., Crop evapotranspiration estimation with FAO56: Past and future. **Agricultural Water Management**, v.147, 2015.
- R Core Team. (2016). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved from <https://www.R-project.org>
- SALES, R. A. et al. Ajuste dos coeficientes das equações de estimativa da evapotranspiração de referência para São Mateus, ES. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 23, n. 1, p. 154-167, 2018b.
- SANTOS, L. Da C. Et al. Estudo da demanda evapotranspirométrica do município de Vitória da Conquista/Ba, **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.5, nº. 3, p.173- 187, 2011.